



ESTUDIOS DE METODOS

Serie F No. 57

**CONCEPTOS Y METODOS
DE LAS ESTADISTICAS
DEL MEDIO AMBIENTE:
ESTADISTICAS
DEL MEDIO AMBIENTE NATURAL**

Informe técnico

NACIONES UNIDAS

DEPARTAMENTO DE ASUNTOS ECONOMICOS Y SOCIALES INTERNACIONALES
OFICINA DE ESTADISTICA

ESTUDIOS DE METODOS

Serie F No. 57

**CONCEPTOS Y METODOS
DE LAS ESTADISTICAS
DEL MEDIO AMBIENTE:
ESTADISTICAS
DEL MEDIO AMBIENTE NATURAL**

Informe técnico



**NACIONES UNIDAS
Nueva York, 1992**

NOTA

Las designaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

El término "país", utilizado en el texto de este Informe, también se refiere, cuando corresponde, a territorios o zonas.

ST/ESA/STAT/SER.F/57

PUBLICACION DE LAS NACIONES UNIDAS

Número de venta: S.91.XVII.18

ISBN 92-1-361156-0

Copyright© Naciones Unidas, 1991
Reservados todos los derechos
Impreso en los Estados Unidos de América

Prefacio

La Oficina de Estadística de la Secretaría de las Naciones Unidas, con la orientación de la Comisión de Estadística y el apoyo financiero del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), inició un programa de desarrollo gradual de estadísticas del medio ambiente. La primera etapa (1978-1982) consistió en la realización de encuestas sobre las necesidades en materia de datos y las prácticas seguidas en materia estadística por los países y las organizaciones internacionales. Los resultados de esos estudios se han presentado en dos publicaciones: *Survey of Environment Statistics: Frameworks, Approaches and Statistical Publications*¹ y la *Guía de Estadística del Medio Ambiente*². Los estudios pusieron de manifiesto la necesidad de un marco flexible que facilitara la organización y desarrollo de las estadísticas en el complejo tema del medio ambiente.

La segunda etapa del programa, actualmente en curso, se dedicó al desarrollo de *Un esquema para la elaboración de estadísticas del medio ambiente (EEEMA)*³ y a ampliar la orientación metodológica proporcionada para la realización de estadísticas del medio ambiente en el plano nacional. El esquema se utilizó, en particular, para determinar el alcance y el contenido de las estadísticas del medio ambiente. A ese respecto cabe observar que el alcance y el contenido del EEEMA se basaron en la forma en que los países concebían los problemas del medio ambiente y sus criterios de prioridad en materia estadística, según habían quedado expresados en seminarios regionales y estudios nacionales organizados por la Oficina de Estadística de la Secretaría de las Naciones Unidas en cooperación con las comisiones regionales de las Naciones Unidas, el PNUMA y otras organizaciones.

En su 23º período de sesiones, la Comisión de Estadística de las Naciones Unidas pidió que la Oficina de Estadística de la Secretaría preparara un manual técnico para la compilación de estadísticas selectas de alta prioridad en las esferas de los asentamientos humanos y los recursos naturales⁴. Sin embargo, como las estadísticas del medio ambiente se encuentran todavía en una etapa relativamente experimental de su desarrollo, se estimó más conveniente presentar sus conceptos y métodos como una serie de informes técnicos y no en forma de manual.

La primera versión del presente informe fue preparada por Anthony Friend (del Instituto de Investigación sobre Medio Ambiente y Economía de la Universidad de Ottawa) con el apoyo de la Oficina de Estadística del Canadá. El informe complementa otra publicación, *Conceptos y métodos de las estadísticas del medio ambiente: Estadísticas de los asentamientos humanos*⁵. En conjunto, los informes abarcan todo el campo de las estadísticas del medio ambiente delimitado en el EEEMA. Al aplicar la estructura y los principios del EEEMA a estos informes, quedaron delimitados los aspectos ambientales de las estadísticas de los recursos naturales y de los asentamientos humanos, incluidos los aspectos conexos de orden social, demográfico y económico.

El principal objetivo de la serie de informes técnicos consiste en proponer conceptos, definiciones y clasificaciones de las variables estadísticas para describir los problemas ambientales de especial prioridad para la mayoría de los países, y que los servicios nacionales de estadística puedan compilar en un programa sobre estadísticas del medio ambiente. Se recurrió ampliamente a los compendios nacionales e internacionales de estadísticas ambientales para determinar los conceptos, las definiciones, las clasificaciones y las fuentes de datos de aplicación más generalizada. De este modo es probable que las variables estadísticas así determinadas correspondan a las necesidades características de los planificadores, los gobernantes y administradores que actúan en las esferas del medio ambiente y los temas sociales y económicos conexos.

Aun así, los conjuntos de variables presentados en el informe pueden resultar todavía demasiado amplios para las etapas iniciales de un programa de estadísticas del medio ambiente. El objetivo, sin embargo, es ofrecer a las oficinas nacionales de estadística, por lo menos, un punto de partida para la selección inicial de las series estadísticas convenientes y ayudarles a determinar las definiciones, las clasificaciones y las fuentes de datos convenientes. Desde este punto de vista, el informe puede considerarse una ampliación del EEEMA; es decir, un marco destinado a facilitar la creación de programas de estadística del medio ambiente más que una recomendación internacional de conceptos, definiciones y clasificaciones generalmente aceptados. Es normal que las condiciones ambientales particulares, las necesidades de datos, las posibilidades estadísticas y los criterios nacionales de prioridad exijan conjuntos de datos diferentes, tanto en su alcance como en su contenido, de los que se presentan en este informe.

El informe tiene el propósito de promover la aplicación en los planos regional y nacional de los criterios metodológicos propuestos en él, así como en el correspondiente a los aspectos ambientales de las estadísticas sobre los asentamientos humanos, en cooperación con las comisiones regionales de las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales interesadas. Se espera que la experiencia adquirida de la aplicación del informe en los países conduzca a nuevas modificaciones. En particular, podría seguir estudiándose la posibilidad de combinar los dos informes para la selección de estadísticas básicas necesarias para crear programas mínimos y graduales de estadística del medio ambiente. De este modo, los informes podrían llegar a ser un instrumento importante para el desarrollo y la armonización de la compilación de datos ambientales en los planos nacional e internacional.

El proyecto del informe fue distribuido entre los órganos de las Naciones Unidas, otras organizaciones internacionales y expertos en la materia para el estudio de su presentación, su contenido técnico y su aplicación. Queda expresado aquí el reconocimiento de gratitud por las numerosas observaciones y contribuciones recibidas. Cualquier otro comentario sobre este primer esfuerzo por promover un cuadro coherente de los conceptos y los métodos de una esfera nueva y en rápido desarrollo de la estadística aplicada se recibirá no sólo con satisfacción, sino con la convicción de que constituye una ayuda inestimable para perfeccionar y normalizar los métodos actuales.

INDICE

	<u>Página</u>
Prefacio	iii
<i>Lista de cuadros</i>	ix
<i>Lista de figuras</i>	ix
<i>Unidades de medida</i>	x
INTRODUCCION	1
1. Un esquema para la elaboración de estadísticas del medio ambiente	1
2. Alcance y características de las estadísticas del medio natural	5
3. Propósito y organización del informe	7
A. ACTIVIDADES SOCIALES Y ECONOMICAS Y FENOMENOS NATURALES .	11
A.1 Utilización de recursos naturales y actividades conexas	12
A.1.1 Agricultura	13
A.1.2 Silvicultura	18
A.1.3 Caza y captura con trampas	22
A.1.4 Pesca	25
A.1.5 Minerales, minas y canteras	28
A.1.6 Producción y consumo de energía	31
A.1.7 Utilización del agua para actividades humanas	38
A.1.8 Uso de la tierra y reestructuración ambiental	44
A.2 Emisiones, descargas de desechos y aplicación de agentes bioquímicos	50
A.2.1 Emisiones y descargas de desechos en los medios del ambiente ...	51
A.2.2 Aplicación de agentes bioquímicos	56

INDICE (continuación)

	<u>Página</u>
A.3 Fenómenos naturales	59
B. EFECTOS AMBIENTALES DE LAS ACTIVIDADES Y LOS FENOMENOS ...	62
B.1 Agotamiento y aumento de los recursos	63
B.1.1 Recursos biológicos	63
B.1.2 Recursos cíclicos y no renovables	68
B.2 Calidad del medio ambiente	73
B.2.1 Contaminación de la atmósfera	74
B.2.2 Calidad del agua	75
B.2.3 Calidad del suelo y las tierras	82
B.2.4 Calidad de la biota y los ecosistemas	84
B.3 Salud humana y desastres ambientales	89
B.3.1 Salud humana y contaminación	89
B.3.2 Efectos de los desastres ambientales	91
C. REACCIONES ANTE LOS EFECTOS AMBIENTALES	92
C.1 Administración y recuperación de recursos	94
C.1.1 Protección y conservación de la naturaleza	95
C.1.2 Administración y conservación de recursos naturales	97
C.1.3 Rehabilitación de ambientes degradados	98
C.2 Vigilancia y control de la contaminación	99
C.2.1 Investigación y vigilancia sobre la contaminación	100
C.2.2 Normas, medidas de control y aplicación coercitiva	101
C.2.3 Descontaminación y recuperación del medio ambiente	102

INDICE (continuación)

	<u>Página</u>
C.2.4 Instalaciones públicas de lucha contra la contaminación	102
C.3 Prevención de calamidades naturales y reducción de sus riesgos	103
C.4 Reacciones del sector privado	106
C.4.1 Empresas	106
C.4.2 Hogares	108
D. EXISTENCIAS E INVENTARIOS	110
D.1 Recursos biológicos	112
D.1.1 Existencias agropecuarias	112
D.1.2 Existencias de bosques	115
D.1.3 Existencias de pesquerías	119
D.1.4 Inventarios de la fauna y la flora	121
D.2 Recursos cíclicos y no renovables	126
D.2.1 Sistemas hidrológicos	126
D.2.2 Clima	130
D.2.3 Litosfera	132
D.2.4 Recursos minerales	134
D.3 Existencias de energía	136
D.3.1 Fuentes de energía no renovables	137
D.3.2 Fuentes de energía renovables	139
D.4 Inventarios de ecosistemas	142

INDICE (continuación)

	<u>Página</u>
Notas	145
Anexos	149
I. Estadísticas del medio ambiente, cuentas de recursos naturales y sistema de cuentas nacionales	151
II. Categorías de la Clasificación Estadística Uniforme de la CEPE del uso de la Tierra	155
III. Proyecto de clasificación estadística uniforme de la CEPE de la calidad del agua dulce desde el punto de vista ecológico	159

Lista de cuadros

	<u>Página</u>
1. Estructura del esquema para la elaboración de estadísticas del medio ambiente	3
2. Esquema para la elaboración de estadísticas del medio ambiente: estadísticas del medio natural	6
3. Aguas de superficie y subterráneas combinadas en Inglaterra y Gales, según su propósito	41
4. Concentración de metales pesados en especies animales de zonas marítimas de Finlandia (1979-1984)	87
5. Tendencias de las zonas de conservación terrestre y marítima en Indonesia (1976/1977 - 1987/1988)	96
6. El programa de lucha contra las inundaciones en el Pakistán en el sexto plan	105
7. Opiniones del público sobre los problemas ambientales más importantes del Canadá a nivel nacional y de las provincias (1981)	109
8. Aguas de superficie: estimaciones del escurrimiento, el total de recursos que pueden desviarse y el uso actual del agua en Australia, por cuencas hidrográficas	128
9. Reservas de hierro, cobre y zinc en Noruega (1980-1986)	135
10. Características de las ecozonas terrestres del Canadá	144

Lista de figuras

I. Las estadísticas sobre la energía en el EEEMA	33
II. Las estadísticas del agua en el EEEMA	39
III. Oferta de fertilizantes en Hungría, por cantidades de agentes activos (1951-1984)	58
IV. Calidad de los principales ríos de Francia en 1995	81
V. Especies amenazadas y en peligro de extinción en los Estados Unidos (1979-1986)	125
VI. Promedio anual de horas de insolación en Suecia (1931-1960)	140

Unidades de medida

Superficie	km ²	kilómetro cuadrado
	ha	hectárea
Volumen	m ³	metro cúbico
	bbl	barril
	l	litro
Peso o masa	t	tonelada
	kg	kilogramo
	mg	miligramo
	μg	microgramo
Longitud	km	kilómetro
	m	metro
	mm	milímetro
Calor	J	julio
	cal.	caloría
	kw	kilovatio
	kwh	kilovatio hora
	°C	grado centígrado
Desembolsos, costo o valor	dólar	(unidad monetaria)
Tiempo	h	hora
Otras unidades	pH	acidez
	DBO	demanda biológica de oxígeno
	ppm	partes por millón
	GBq	gigabecquerel
	pCi	picocurie
	%	porcentaje

INTRODUCCION

Los problemas ambientales han pasado a ser, en medida cada vez mayor, objeto central de la política de gobierno. Se ha propugnado en general por el concepto del desarrollo sostenible, como el mejor método para integrar las cuestiones ambientales en el desarrollo social y económico nacional e internacional⁶. Esa integración tiene que contar con el apoyo de bases de datos igualmente integradas. Por ello, el alcance y el contenido de las estadísticas ambientales han comprendido desde el primer momento, además de datos biofísicos, estadísticas conexas de índole social, demográfica, y económica, como puede apreciarse en *Un esquema para la elaboración de estadísticas del medio ambiente*³, publicación que más adelante se describirá con mayor detalle. En el anexo I se analizan otras relaciones con las estadísticas económicas, especialmente las que se incluyen en las cuentas nacionales.

De este modo, las estadísticas ambientales son naturalmente interdisciplinarias. Sus fuentes están dispersas, sin embargo, entre múltiples instituciones que recopilan datos, y para reunirlos se aplica una similar diversidad de métodos. Las estadísticas ambientales procuran superar esa heterogeneidad mediante una presentación sintética de los datos que corresponden a diferentes temas y fuentes. Ello debe facilitar la formulación y evaluación de programas y políticas socioeconómicas y ambientales coordinados, si no integrados. El contenido de las estadísticas ambientales comprende los medios del ambiente natural (el aire y el clima, el agua, las tierras y el suelo), la biota que se encuentra en esos medios, y los asentamientos humanos. Dentro de esta gran variedad de temas, las estadísticas ambientales describen la calidad y disponibilidad de los recursos naturales, las actividades humanas y los fenómenos naturales que afectan al medio ambiente, las consecuencias de tales actividades y fenómenos y las reacciones sociales ante esos efectos.

Las estadísticas del medio ambiente se compilan, almacenan y difunden por servicios centrales de estadística, oficinas gubernamentales, institutos de investigación, administraciones locales y organizaciones internacionales. Los datos se obtienen por medio de censos, encuestas, registros administrativos y redes de vigilancia. Muchas de esas mismas instituciones son también usuarios importantes de las estadísticas sobre el medio ambiente. A la demanda de datos sobre el medio ambiente se añade la que proviene de las empresas, los hombres de ciencia, los medios de comunicación y el público.

1. Un esquema para la elaboración de estadísticas del medio ambiente

El carácter interdisciplinario de las estadísticas del medio ambiente y la diversidad de sus elaboradores y de sus usuarios obligan al análisis comparativo de la disponibilidad de los datos y a la coordinación de su obtención, elaboración y difusión. El desarrollo y la organización sistemáticos de una esfera compleja de estadísticas constituye un problema ya conocido que se ha abordado por medio de sistemas de estadística, esquemas o directrices metodológicas menos rigurosas. Se han realizado diversos esfuerzos nacionales e internacionales tendientes a desarrollar un sistema o esquema de estadísticas del medio ambiente, ya sea para planificar un programa de tales estadísticas o para presentar los datos disponibles en una publicación estadística coherente. La Oficina de Estadística de la Secretaría de las Naciones Unidas realizó una encuesta acerca de esos esfuerzos a fin de determinar las características comunes que podrían incorporarse en un esquema internacional de amplia aplicación.

Sobre la base de los resultados de esas encuestas se preparó *Un esquema para la elaboración de estadísticas del medio ambiente*³ (EEEMA). El objetivo principal del EEEMA consiste en ayudar al desarrollo, la coordinación y la organización de las estadísticas del medio ambiente. Más específicamente, el EEEMA tiene por objeto:

- a) El examen de los problemas y cuestiones ambientales y la determinación de sus aspectos cuantificables;
- b) La determinación de variables correspondientes a las descripciones estadísticas de los aspectos cuantificables de las cuestiones de medio ambiente;
- c) La evaluación de las necesidades, las fuentes y la disponibilidad de datos;
- d) La estructuración de bases de datos, sistemas de información y publicaciones de estadísticas.

El EEEMA vincula los componentes del medio ambiente con categorías de información, como lo muestra el cuadro 1. Los componentes del medio ambiente determinan el alcance de las estadísticas respectivas. Las estadísticas del medio ambiente natural se refieren a los medios ambientales del aire, el agua y la tierra y el suelo, así como también a la biota que se encuentra en esos medios (flora y fauna). Las estadísticas sobre el medio ambiente "artificial" constituyeron el tema del informe anterior sobre *Conceptos y métodos de las estadísticas del medio ambiente: Estadísticas de los asentamientos humanos*⁵ (citado en lo sucesivo como "Estadística de los Asentamientos Humanos"). Ese informe se refiere principalmente a los aspectos ambientales de los asentamientos humanos, que consisten en elementos físicos: edificaciones e infraestructura y los servicios a los que esos elementos dan apoyo material.

Las categorías de información del EEEMA reflejan el hecho de que los problemas ambientales son consecuencia de actividades humanas y de fenómenos naturales. Las actividades humanas y los fenómenos naturales tienen efectos en el medio ambiente que, a su vez, provocan reacciones individuales y sociales tendientes a evitar o mitigar esos efectos. En principio, esta secuencia de acción, efectos y reacciones sugiere la necesidad de ahondar el estudio de las relaciones causales. Esas relaciones, sin embargo, no se especifican en el EEEMA. La finalidad del EEEMA apunta principalmente a aspectos organizativos y no a ofrecer explicaciones, por lo que está centrado en la determinación, descripción y presentación de variables que, a su vez, resulten útiles para detectar y verificar aquellas relaciones. De ahí que corresponda hacer una distinción entre un sistema de estadística como el Sistema de Cuentas Naciones (SCN) y un esquema como el del EEEMA. La naturaleza de este último consiste más bien en una estructura lógica destinada a organizar las informaciones, mientras que el primero puede asimilarse a un modelo fundado en identidades y en una contabilidad de doble entrada. La estructura del EEEMA, basada en la secuencia de actividades, efectos y reacciones, sirve sin embargo para iniciar la aproximación hacia una perspectiva de formación de modelos cuando, por ejemplo, se organizan las bases de datos a partir de las existencias y corrientes, como en el caso de las cuentas de recursos naturales (véase el anexo I).

Cuadro 1. Estructura del esquema para la elaboración de estadísticas del medio ambiente

Componentes del medio ambiente	Categorías de información			
	Actividades sociales y económicas y fenómenos naturales	Efectos ambientales de las actividades y fenómenos	Reacciones ante los efectos ambientales	Inventarios, existencias y condiciones básicas
Flora				
Fauna				
Atmósfera				
Agua				
a) Agua dulce				
b) Agua de mar				
Tierra y suelos				
a) Superficie				
b) Subsuelo				
Asentamientos humanos				

Los elementos incluidos en el EEEMA se denominan "temas estadísticos". Describen aquellos aspectos de las cuestiones ambientales generales que, al menos teóricamente, pueden ser objeto de evaluación estadística. La determinación de los temas estadísticos correspondientes a cada categoría de información constituye un paso importante hacia la identificación de las variables estadísticas que interesan para cada tema. En el presente informe se examinan con cierto detenimiento los temas estadísticos. La breve reseña que sigue de las categorías de información en relación con las cuales se presentan los temas estadísticos en el EEEMA permite apreciar las particularidades relativas a las definiciones de unos y otras.

Actividades sociales y económicas y fenómenos naturales

Las actividades humanas y los fenómenos naturales incluidos en esta categoría son aquellos que pueden tener un efecto directo sobre los diversos componentes del medio ambiente. Las actividades humanas consisten principalmente en la producción y el consumo de bienes y servicios, pero también pueden incluir actividades encaminadas a la consecución de objetivos extraeconómicos. Producen efectos ambientales a través del uso o abuso directos de los recursos naturales o mediante la generación de desechos y emisiones en los procesos de producción y consumo. También se incluyen en esta categoría de información los

fenómenos y calamidades naturales porque las actividades humanas contribuyen muchas veces a que se produzcan, y porque los fenómenos naturales pueden tener efectos que afectan a todos los componentes del medio ambiente.

Efectos ambientales de las actividades y los fenómenos

Los temas estadísticos incluidos en esta categoría de información corresponden a efectos de las actividades socioeconómicas y los fenómenos naturales. La reacción ante los efectos ambientales (véase más adelante) afecta también al medio ambiente y, en última instancia, al bienestar humano. Los efectos ambientales, que pueden incluir el agotamiento o el descubrimiento de recursos naturales, la alteración de los grados de concentración de los contaminantes en el medio y el deterioro o el mejoramiento de las condiciones de vida en los asentamientos humanos, pueden resultar de este modo perjudiciales o beneficiosos.

Reacciones ante los efectos ambientales

Los individuos, los grupos sociales, las organizaciones no gubernamentales y las autoridades públicas reaccionan en diferentes formas ante los efectos ambientales. Sus reacciones tienden a prevenir, controlar, contrarrestar, revertir o evitar los efectos negativos y a generar, fomentar o reforzar los positivos. Las políticas, programas y proyectos destinados a esos fines comprenden la vigilancia y el control de contaminantes, la formulación y aplicación de tecnologías ambientalmente racionales, los cambios en las pautas de consumo, el ordenamiento y la utilización sostenibles de los recursos naturales, la prevención y el alivio de los efectos de las calamidades naturales y el desarrollo de los asentamientos humanos.

Inventarios, existencias y condiciones básicas

Los temas estadísticos incluidos en esta categoría tienen por objeto suministrar datos fundamentales e ilustrar las vinculaciones con otras materias, con objeto de un eventual desarrollo del análisis estadístico de esas relaciones. Abarcan las existencias de recursos naturales y de bienes de los asentamientos humanos y se refieren a las existencias del medio, así como a las condiciones básicas de carácter económico, demográfico, meteorológico o geográfico. Sin embargo, en vista del interés cada vez mayor por evaluar las influencias recíprocas entre el medio ambiente y el desarrollo social y económico, se ha adoptado para el presente informe un método algo diferente: se presentan ahora algunas estadísticas económicas "básicas" en relación con diversos temas estadísticos de las categorías de información sobre "actividades".

2. Alcance y características de las estadísticas del medio natural

El presente informe sigue la estructura del EEEMA respecto de sus elementos ambientales y sus cuatro categorías básicas de información. En el cuadro 2 se presentan los temas estadísticos relativos a los asentamientos humanos conforme a la presentación utilizada en el Esquema, agrupados según sus características comunes (subrayadas). El alcance y el contenido de las categorías de información se indican en las introducciones de las secciones A, B, C y D. Los párrafos de introducción de las secciones respectivas indican sus "temas estadísticos", con detalles sobre el alcance y la naturaleza de las estadísticas correspondientes.

Las bases de datos biofísicos se diferencian de las de datos socioeconómicos en sus características estadísticas y en otras, en particular las siguientes:

- a) Variables basadas en mediciones científicas extraídas de instrumentos o de análisis de laboratorio;
- b) Datos analíticos y sintéticos elaborados mediante encuestas y a partir de imágenes de teleobservación, a menudo registrados en forma cartografiada;
- c) Criterios de muestreo basados en aspectos espaciales y no demográficos;
- d) Intervalos de tiempo mayores que los habituales en los sistemas socioeconómicos, a fin de detectar los cambios ambientales significativos;
- e) Unidades espaciales naturales, que no suelen coincidir con límites administrativos;
- f) Datos basados en unidades de medida físicas (por ejemplo, de peso, volumen o superficie);
- g) Falta de métodos y técnicas bien elaborados para la agregación y la determinación de denominadores comunes;
- h) Interés particular por los fenómenos singulares o heterogéneos, en lugar de las propiedades fortuitas u homogéneas (por ejemplo, descripción de la diversidad de especies), lo cual requiere el empleo "estadístico" de listas y mapas en lugar de cuadros estadísticos y medidas de la tendencia media.

Cuadro 2. Esquema para la elaboración de estadísticas del medio ambiente: estadísticas del medio natural

Actividades sociales y económicas y fenómenos naturales (A)	Efectos ambientales de las actividades y los fenómenos (B)	Reacciones ante los efectos ambientales (C)	Inventarios y existencias (D)
<p>1. <u>Utilización de recursos naturales y actividades conexas</u></p> <p>1.1 Agricultura</p> <p>1.2 Silvicultura</p> <p>1.3 Caza y captura con trampas</p> <p>1.4 Pesca</p> <p>1.5 Minerales, minas y canteras</p> <p>1.6 Producción y consumo de energía</p> <p>1.7 Uso del agua para actividades humanas</p> <p>1.8 Uso de la tierra y reestructuración ambiental</p>	<p>1. <u>Agotamiento y aumento de los recursos</u></p> <p>1.1 Recursos biológicos</p> <p>1.2 Recursos cíclicos y no renovables</p> <p>2. <u>Calidad del medio ambiente</u></p> <p>2.1 Contaminación de la atmósfera</p> <p>2.2 Calidad del agua</p> <p>2.3 Calidad del suelo y las tierras</p> <p>2.4 Calidad de la biota y los ecosistemas</p> <p>3. <u>Salud humana y desastres ambientales</u></p> <p>3.1 Salud humana y contaminación</p> <p>3.2 Efectos de los desastres ambientales</p>	<p>1. <u>Administración y recuperación de recursos</u></p> <p>1.1 Protección y conservación de la naturaleza</p> <p>1.2 Administración y conservación de recursos naturales</p> <p>1.3 Rehabilitación de ambientes degradados</p> <p>2. <u>Vigilancia y control de la contaminación</u></p> <p>2.1 Investigación y vigilancia sobre la contaminación</p> <p>2.2 Normas, medidas de control y aplicación coercitiva</p> <p>2.3 Descontaminación y recuperación del medio natural</p> <p>2.4 Servicios públicos de lucha contra la contaminación</p> <p>3. <u>Prevención de calamidades naturales y reducción de sus riesgos</u></p> <p>4. <u>Reacciones del sector privado</u></p> <p>4.1 Empresas</p> <p>4.2 Hogares</p>	<p>1. <u>Recursos biológicos</u></p> <p>1.1 Existencias agropecuarias</p> <p>1.2 Existencias de bosques</p> <p>1.3 Existencias de pesquerías</p> <p>1.4 Inventarios de la fauna y la flora</p> <p>2. <u>Recursos cíclicos y no renovables</u></p> <p>2.1 Sistemas hidrológicos</p> <p>2.2 Clima</p> <p>2.3 Litosfera</p> <p>2.4 Recursos minerales</p> <p>3. <u>Existencias de energía</u></p> <p>3.1 Fuentes de energía no renovables</p> <p>3.2 Fuentes de energía renovables</p> <p>4. <u>Inventarios de ecosistemas</u></p>
<p>2. <u>Emisiones y descargas de desechos y aplicación de agentes bioquímicos</u></p> <p>2.1 Emisiones y descargas de desechos en los medios del ambiente</p> <p>2.2 Aplicación de agentes bioquímicos</p>			
<p>3. <u>Fenómenos naturales</u></p>			

Las fuentes características de las estadísticas sociales, económicas y demográficas se encuentran en encuestas aplicadas a individuos, hogares, empresas o instituciones, o se extraen de bases de datos administrativos o de instituciones y organismos oficiales, como los registros sobre impuestos, registros de matriculación escolar, archivos hospitalarios, etc. Los métodos y clasificaciones bien documentados son un aspecto importante de la estadística y del proceso de obtención de datos. La recopilación de datos sociales y económicos ha ido madurando como sistema estadístico. Esa situación contrasta con la de las estadísticas ambientales, que en cierto modo se encuentran todavía en una etapa "inmadura" de su desarrollo. Los datos biofísicos se extraen en gran parte de programas de vigilancia, catálogos de recursos naturales, actividades de levantamiento cartográfico, encuestas y la interpretación de imágenes de teledetección.

Como ya se ha indicado, las estadísticas ambientales procuran vincular los datos biofísicos con los datos sociales y económicos correspondientes. Esa vinculación puede considerarse el primer paso hacia la incorporación de los datos ambientales en los sistemas de cuentas nacionales. Por ello, en el anexo I se exponen las principales relaciones entre el esquema de organización de las estadísticas ambientales, el EEEMA, las cuentas de recursos naturales y el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN).

3. Propósito y organización del informe

El EEEMA es, ante todo y principalmente, un marco organizativo. El presente informe lo desarrolla determinando "variables estadísticas" necesarias para elaborar las estadísticas ambientales, no sólo sobre el estado del medio ambiente, sino también sobre las actividades humanas (y naturales) que constituyen factores de cambio ambiental. El principal objetivo del informe es, pues, presentar conceptos, definiciones y clasificaciones de esas variables, escogidas ante todo teniendo presentes las necesidades de datos de los planificadores, los gobernantes y los administradores. Además, esas estadísticas deben ofrecer datos básicos que ayuden a los administradores y los directores técnicos a complementar la información de las investigaciones especializadas. En la medida de lo posible, las variables estadísticas han sido escogidas también sobre la base de sus posibilidades de aprovechamiento para calcular indicadores e índices ambientales. Otros criterios más específicos utilizados en la selección de las variables son su aplicabilidad a los problemas ambientales y a los correspondientes temas del EEEMA, la disponibilidad de datos y la facilidad del acceso a ellos, el grado de sensibilidad al cambio de las condiciones ambientales y la comparabilidad internacional.

Las listas de variables no son exhaustivas ni comprenden tampoco las únicas posibles para la evaluación de los temas estadísticos. Puede ocurrir fácilmente que la situación particular de un país o sus criterios de prioridad exijan otras selecciones y formulaciones distintas de los temas estadísticos y de las variables respectivas. Con todo, el informe ofrecerá en la mayor parte de los casos, como mínimo, un punto de partida para una primera determinación de las series estadísticas convenientes y ayudará también a establecer clasificaciones y fuentes de datos. El texto no está dirigido a expertos en las diferentes especialidades ambientales, sino a estadísticos a quienes se haya encomendado la puesta en práctica de programas de estadística ambiental. A esta altura, los estadísticos formados en la esfera socioeconómica a menudo no están familiarizados todavía con los conceptos y las definiciones ambientales. Por otra parte existen todavía algunas incertidumbres sobre la naturaleza y la función de las estadísticas ambientales en cuanto "estadísticas oficiales gubernamentales"⁷. En comparación con las

estadísticas sociales, demográficas y económicas, esta esfera se encuentra todavía en su infancia y sus métodos, técnicas y opciones en materia de variables habrán de mejorar con la influencia recíproca entre productores y usuarios de tales datos.

El informe no presenta recomendaciones detalladas sobre la forma de aplicar un programa de estadística. Fuera de la indicación de las fuentes de datos más corrientes y de algunos ejemplos sobre la presentación de los datos, apenas se tratará su obtención efectiva y la elaboración, almacenamiento y recuperación de las bases de datos. Las grandes diferencias que existen en las estructuras administrativas y en la capacidad con que se cuenta respecto de la política en materia de medio ambiente y también para la obtención de datos hacen que tales cuestiones se dejen para otros informes más detallados sobre temas concretos de estadística ambiental. Por otra parte, en las etapas iniciales de desarrollo de una red de recopilación de datos, la diversidad y la complejidad evidente de las estadísticas sobre el medio natural, tal como se presentan en este informe, pueden resultar abrumadoras. En consecuencia, el informe debe mirarse como una especie de "repertorio" relativamente general, destinado a ayudar en las decisiones sobre las prioridades del desarrollo estadístico. La elección de variables depende claramente de los problemas ambientales concretos de cada país. La estrategia de desarrollo estadístico está influida asimismo por la disponibilidad de datos, por los recursos destinados a la producción de esta clase de estadísticas y por la capacidad, la idoneidad y el nivel de cooperación de los organismos e instituciones que participan en la vigilancia del medio ambiente y en el desarrollo de las bases de datos sobre los recursos naturales.

El método seguido en este informe, de un "repertorio" amplio, ofrece ciertas ventajas para el desarrollo de estadísticas ambientales en sus primeras etapas. Ante todo, presenta un panorama general de la materia. También importa recordar que las oficinas de estadística no suelen recopilar por sí mismas información sobre datos biofísicos. Por consiguiente, gran parte de sus esfuerzos se destina a determinar las fuentes de datos y organizar su obtención periódica. Esto puede tomar la forma de cuestionarios enviados a los organismos y oficinas que se ocupan de los recursos naturales y tienen a cargo la ordenación del medio ambiente, para escoger los parámetros de los grandes bancos de datos que pueden llevar, como por ejemplo en los casos de las oficinas meteorológicas o los institutos hidrológicos. El informe puede ser útil para determinar y escoger esas fuentes de datos y las variables estadísticas de interés.

Las oficinas de estadística reúnen y compilan datos estadísticos provenientes de encuestas de hogares, establecimientos rurales, fábricas, empresas de servicios, instituciones, etc. Una parte importante de las bases de datos ambientales puede crearse mediante la utilización de esos datos siguiendo categorías de interés desde el punto de vista ambiental. También es posible obtener estadísticas ambientales modificando los cuestionarios o rediseñando las encuestas. Por ejemplo, en las encuestas de hogares se pueden añadir preguntas sobre la utilización de leña como combustible y sobre sus fuentes. Desde luego, también es posible introducir nuevas encuestas, dedicadas a la compilación de estadísticas ambientales, como las relativas a la reducción de la contaminación industrial, las actividades de reciclaje y la generación y eliminación de desechos sólidos. El informe ofrece múltiples ejemplos de tales encuestas sobre temas ambientales.

El presente informe se refiere a estadísticas del medio ambiente natural, incluyendo los componentes del EEEMA relativos a la fauna, la flora, la atmósfera, el agua y las tierras y el suelo. Ya se ha publicado un informe técnico sobre el medio ambiente "artificial", es decir, los

aspectos ambientales de los asentamientos humanos⁵. En ambos informes se sigue el desglose general por categorías de información que ya se ha indicado. Existen numerosas relaciones recíprocas entre los asentamientos humanos y el medio natural. En primer término, los asentamientos humanos pueden considerarse "factores de modificación" del ambiente natural. En segundo lugar, los asentamientos humanos tienen influencias recíprocas directas con el ecosistema. Las mediciones estadísticas de la calidad del agua, de los cambios del empleo de la tierra en el medio urbano y el rural, o los efectos de las calamidades naturales, son ilustrativos de los datos que se refieren a una y otra esfera. Se utilizan referencias para vincular las variables que se encuentran en los diferentes "temas estadísticos" de ambos informes. También, en algunos casos, se reclasifican los mismos datos para ofrecer un cuadro estadístico más completo. Por ejemplo, las bases de datos sobre contaminación atmosférica indican las condiciones y tendencias de la calidad del aire (urbano) en el primer informe y aparecen reclasificadas en el presente informe para indicar los desplazamientos a gran distancia de los contaminantes de la atmósfera.

La aplicación del EEEMA a la organización y la estructura del presente informe permite el empleo de un sistema de codificación que asigna letras mayúsculas a las categorías de datos, cifras a los temas estadísticos y minúsculas a las variables estadísticas. Por ejemplo, B.2.2.1.b se refiere a la variable b (Concentración de contaminantes químicos) del tema estadístico 2.2.1 ("Calidad de las aguas interiores"), que forma parte de la sección y la categoría de información B ("Efectos ambientales de las actividades y los fenómenos"). La estructura flexible y "modular" del EEEMA permite la selección y reorganización de los temas y las respectivas variantes estadísticas para una evaluación amplia y para efectuar estudios selectivos de las condiciones ambientales existentes en los países⁶.

Respecto de cada tema estadístico (en el nivel de las tres cifras), el informe presenta:

- a) Una descripción del tema y los problemas ambientales conexos;
- b) Una lista en forma de cuadro de las variables estadísticas, con la indicación de posibles clasificaciones y otras observaciones sobre la clasificación e interpretación de las variables;
- c) Una explicación de la información ofrecida en el cuadro, en la que se indican las razones por las que se escogieron determinadas variables y se aclaran conceptos, definiciones y clasificaciones.

Dentro de este esquema general, existen variaciones considerables en el presente informe en cuanto al grado de detalle con que se trata cada tema estadístico. Ello se debe a la considerable diversidad de las experiencias nacionales en cuanto al tratamiento de los diferentes temas. También conviene recordar a los usuarios del informe que no todos los temas tienen la misma importancia para cada país. Desde el punto de vista del desarrollo de las estadísticas ambientales en un país determinado, una de las primeras tareas habrá de consistir en fijar las prioridades entre los distintos temas que el informe presenta en principio. Las clasificaciones existentes no se reproducen en el informe en general, pero se hace referencia a ellas cuando corresponde. Dos excepciones a esto, dignas de mención, son las clasificaciones desarrolladas por la Comisión Económica para Europa (CEPE) sobre el uso de la tierra y la calidad del agua, que figuran en los anexos II y III. La elaboración de nuevas clasificaciones o la modificación de las actuales se analizará en detalle en informes técnicos proyectados sobre esferas de especial

prioridad en materia de estadísticas ambientales. Se ofrece información sobre las fuentes probables de datos y los métodos de obtención en las subsecciones de nivel de dos cifras. En algunos casos se indican también tabulaciones de especial utilidad, otras formas de exponer los datos -como la presentación gráfica o cartográfica- y las posibilidades de elaborar más detalladamente los datos básicos convirtiéndolos en índices o indicadores.

A. ACTIVIDADES SOCIALES Y ECONOMICAS Y FENOMENOS NATURALES

El concepto de actividades empleado en el EEEMA es el de aquellas actividades humanas y aquellos fenómenos naturales que ejercen efectos negativos sobre el medio ambiente⁹. La noción de efecto ambiental, o tensión sobre el medio ambiente, es decisiva porque define los criterios de identificación de las variables relativas a las actividades. Se distinguen las siguientes categorías de actividades:

- a) Las actividades humanas que extraen recursos no renovables, recogen recursos renovables, reestructuran el medio ambiente y utilizan recursos ambientales "localizados" (sección A.1);
- b) Las descargas de residuos y contaminantes generados por los procesos humanos de producción y consumo en el medio ambiente del aire, el agua y la tierra (sección A.2);
- c) Los fenómenos naturales y los procesos que imponen presiones al medio ambiente y al bienestar social, como las sequías, inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas y huracanes (sección A.3).

Las influencias recíprocas entre las actividades económicas de producción, consumo y formación de capital y el medio ambiente pueden analizarse mediante el método del equilibrio global, conforme al cual los procesos de producción y consumo obedecen a las leyes físicas de la conservación de la energía y la materia¹⁰. La materia y la energía, en esencia, constituyen derivados de un proceso que transforma recursos naturales en los bienes y servicios económicos que se procuran. Los desechos son los "materiales indeseados" y la "energía degradada" de ese proceso. La descripción estadística de la emisión de residuos se expone en la sección B.

Las cosechas pueden mirarse como la extracción selectiva de materiales biológicos reproducibles, y las actividades extractivas como el retiro de determinados minerales e hidrocarburos de fuentes no renovables, o sujetos a agotamiento (véase la sección D). La reestructuración ambiental es la consecuencia de actividades humanas que por un lado construyen y "reconstruyen", y por otro destruyen. Lo último se origina en gran medida en el abuso o el aprovechamiento excesivo de la "capacidad de sustento" del medio ambiente, mientras que la primera está motivada por el deseo de controlar el medio ambiente y ampliar la productividad. En este sentido, la "reestructuración" significa cualquier cambio permanente de la composición de la biomasa, el paisaje o los sistemas hidrológicos. La construcción de grandes obras hidrológicas, redes de transportes, urbanización de la tierra, aprovechamiento del suelo para cultivos agrícolas y desecación de pantanos ofrecen ejemplos de actividades deliberadas de reestructuración ambiental. La desertificación, la deforestación y la pérdida de hábitat también pueden ser provocadas por reestructuraciones ambientales no deliberadas, como los cultivos excesivos, las prácticas agrícolas imperfectas, la presión demográfica en tierras marginales y la contaminación industrial.

Las actividades que se caracterizan como aprovechamiento "local" de recursos naturales suelen calificarse como "servicios" desde el punto de vista económico: la eliminación de residuos, la recreación, los transportes (como las vías fluviales) y el turismo. Esto último no

se refiere a las actividades vinculadas con el desarrollo de instalaciones destinadas al turismo, que constituyen reestructuración ambiental, sino al goce de los recursos originales de un clima atractivo: las playas, las montañas, los lagos, etc. El empleo local de recursos naturales no supone la extracción de los recursos ni la reestructuración permanente del medio ambiente. A pesar de ello, los ecosistemas pueden verse gravemente perturbados como consecuencia de tales actividades.

Entre las actividades de aprovechamiento de los recursos figura la "producción primaria", como la agricultura, la silvicultura, la pesca, la minería y la producción de energía, que se clasifican como actividades económicas en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU)¹¹. Las actividades "secundarias" (de manufactura) y "terciarias" (de servicios) afectan al medio ambiente sobre todo por la emisión de contaminantes. No se presentan estadísticas de producción convencionales respecto de esas actividades, sino que la "producción conjunta" derivada de las descargas de contaminantes en el medio ambiente sólo figura en la sección A.2. Las estadísticas sobre fenómenos o procesos naturales que afectan a las actividades humanas y al bienestar humano así como a los sistemas naturales se indican en la sección A.3, en la medida en que tales fenómenos se apartan de modo significativo de las situaciones "normales".

A.1 UTILIZACION DE RECURSOS NATURALES Y ACTIVIDADES CONEXAS

Las variables estadísticas que se indican en la sección A.1 comprenden cuatro categorías diferentes:

a) Las actividades económicas basadas en determinados recursos correspondientes a la agricultura, la silvicultura, la pesca, la minería y la energía, consistentes en la extracción o recolección de recursos naturales: producción agrícola, extracción de minerales y obtención de agua;

b) La utilización local del medio ambiente natural: por ejemplo, las actividades recreativas y la energía hidroeléctrica;

c) Las actividades que reestructuran el medio ambiente en forma permanente: por ejemplo, la urbanización, la desecación de pantanos y la construcción de represas;

d) Determinados indicadores económicos que suministran datos básicos sobre el aporte económico del medio ambiente: por ejemplo, la formación de capital y las exportaciones.

Estas cuatro clases de estadísticas de actividades se diferencian adecuadamente para organizar bases de datos estadísticos. En el mundo real, unas mismas actividades o determinadas actividades conexas pueden tener aspectos diferentes que obligan a relacionar las variables para un análisis integrado. Las actividades calificadas como de "recolección" también pueden considerarse un factor de la "reestructuración permanente del medio ambiente". Un ejemplo de ello es el aprovechamiento de la tierra. En las secciones referentes a la agricultura y la silvicultura (A.1.1 y A.1.2), los datos sobre el uso de la tierra indican la dimensión espacial de la producción anual, mientras que en la sección sobre el uso de la tierra y la reestructuración ambiental (A.1.8) esos datos indican los cambios en el uso de la tierra, especialmente cuando se ha efectuado una conversión de su aprovechamiento al atravesarse

las "fronteras entre actividades": por ejemplo, cuando se destinan bosques a usos agrícolas. Entre los indicadores económicos figuran los ingresos generados por la producción de la tierra y el valor patrimonial del suelo. En las economías de mercado, el precio relativo de la tierra es un importante factor en los cambios del uso de la tierra.

A.1.1 Agricultura

La agricultura es una actividad dependiente de la ecología. Los insumos fundamentales son la energía solar, el agua y los nutrientes. Los insumos humanos son conocimientos (la técnica, la ciencia, la organización y la experiencia), mano de obra (directa e indirecta, mediante el empleo de máquinas o la tracción animal), materiales y energía (semillas, nutrientes reciclados, fertilizantes químicos, plaguicidas y combustibles) y bienes de capital (tierras, máquinas, equipo e infraestructura, como los edificios, alambrados, defensas contra el viento, canales de drenaje, sistemas de abastecimiento de agua y materiales genéticos). Lo que es preciso tener en cuenta es que los insumos humanos no generan productos agrícolas por sí solos, sino que controlan su producción a través de un proceso selectivo: por ejemplo, al eliminar las plagas y elevar el índice de producción.

Un problema ambiental de gran importancia es la necesidad de mejorar la producción agrícola manteniendo a la vez los insumos naturales de la producción en los niveles necesarios para obtener rendimientos sostenibles a largo plazo. Este objetivo, sin embargo, tiene que estar en armonía con otros objetivos nacionales de seguridad alimentaria, confianza del público en la calidad de los alimentos, y preservación del ingreso de los agricultores¹². Los niveles más altos de producción se logran acrecentando el rendimiento por unidad de superficie y ampliando el área cultivada. Los efectos ambientales de la expansión espacial de la agricultura se manifiestan especialmente en la deforestación, el cultivo de laderas empinadas, el pastoreo de ganado en tierras marginales y la fertilización de tierras áridas mediante el riego (véase la sección B -en particular, B.1.1.1- donde se indican los cambios de los recursos biológicos de la agricultura).

Los efectos ambientales de la acentuación del rendimiento se manifiestan en la vulnerabilidad de las nuevas variedades a las enfermedades y la sequía (véase la sección B.2.4.1), provocada por el aprovechamiento más intensivo de la tierra acompañado por dosis elevadas de productos químicos, que reestructura los sistemas hidrológicos y reduce la diversidad genética originando la "agricultura especializada", vinculada a menudo con el monocultivo. La tecnología agrícola moderna conduce a una mayor contaminación por productos químicos del suelo, el agua y la biota (véase la sección B.2), causando efectos secundarios en la estabilidad de los ecosistemas y los mecanismos de control natural de las enfermedades y la infestación por insectos. El riego ha aumentado las superficies destinadas al cultivo, pero este hecho tiene que relacionarse con el mayor riesgo de pérdida de tierras cultivables debido a la salinización, la alcalinidad y la sobresaturación (véase la sección B.2.3.1). El riego se vincula también con los efectos secundarios del mayor peligro de transmisión de enfermedades comunicadas por vectores acuáticos que afectan a la salud humana (véase la sección B.3.1).

La agricultura es una de las actividades humanas mejor vigiladas y fiscalizadas. Los censos y encuestas agrícolas ofrecen un enorme caudal de datos estadísticos, entre los cuales figuran los ingresos, las superficies de los establecimientos, la producción vegetal y animal y los

insumos de materiales y de energía. La mayor parte de las oficinas de estadística toman muestras sistemáticamente de las familias dedicadas a la agricultura, por estaciones o anualmente, para vigilar las condiciones sociales y económicas y la producción agrícola. Esas encuestas también pueden utilizarse para obtener datos sobre las prácticas agrícolas y otras informaciones de interés para el análisis ambiental. Desempeñan una función similar las encuestas de aldeas. Las muestras de cultivos para calcular el rendimiento anual a fin de efectuar previsiones de cosecha, efectuadas por oficinas de agricultura o de estadística, son una valiosa fuente en lo que respecta a la evolución de la productividad. Otras fuentes incluyen la interpretación de imágenes obtenidas por teleobservación, los datos de los servicios de extensión agraria, los estudios de investigaciones efectuadas por universidades y oficinas de agricultura, los registros administrativos, los archivos de los establecimientos, los estudios sobre la administración agrícola y las encuestas sobre ingresos y gastos en el medio rural.

A.1.1.1 Producción agrícola y ganadera

Las variables que se indican en el cuadro que sigue son la producción, los insumos y ciertas técnicas de producción agrícola. Las series cronológicas de esos datos indican tanto las variaciones cíclicas como los cambios estructurales. Las variables cíclicas son la producción anual, el ciclo vital del ganado y la sustitución de las plantas perennes, como los frutales. Esos ciclos pueden subdividirse en actividades de preparación del suelo, siembra y cría, alimentación y cosecha. El aspecto espacial de las actividades tiene especial importancia en materia agrícola¹³. Se puede determinar por superficie (km²) y ubicación (coordenadas geográficas). Los cambios estructurales pueden deducirse de la composición de la producción y los insumos, o más directamente del análisis de los cambios de las prácticas agrícolas: por ejemplo, los métodos de labranza. La utilización del agua en la agricultura (riego) figura en una sección separada sobre la extracción de agua (A.1.7).

El objeto principal de las estadísticas agropecuarias tradicionales se relaciona con la producción. Los problemas ambientales requieren modificaciones de las encuestas agropecuarias a fin de explorar las vinculaciones entre las actividades agrícolas y el estado del ecosistema y para vigilar indicadores básicos sobre la sostenibilidad de la actividad agrícola. En parte, ello exige determinar las esferas de alto riesgo ambiental, como el cultivo de las laderas empinadas. Algunos de los problemas de interés son los siguientes:

- a) Las prácticas de cultivo: por ejemplo, la rotación, la labranza, y la siembra;
- b) El grado de utilización de fertilizantes y plaguicidas;
- c) Las clases de prácticas agrícolas: por ejemplo, la agricultura de corta y quema, el monocultivo en gran escala, la agricultura mixta, los arrozales, etc.;
- d) La introducción de nuevas variedades de selección.

La ganadería puede analizarse también siguiendo orientaciones similares, determinando la introducción de nuevas variedades híbridas, el empleo de productos químicos y las prácticas de pastoreo y alimentación; por ejemplo: el apacentamiento, las praderas, o los corrales de engorde.

Los factores institucionales y las políticas agropecuarias tienen importancia para el análisis de la agricultura y del medio ambiente: tamaño de los establecimientos, régimen de propiedad, acceso a los mercados, política de apoyo a los precios, juntas de comercialización, etc. Tales factores tienen que tomarse en consideración para apreciar mejor los vínculos entre la política agropecuaria, las instituciones y el medio ambiente. En principio, pueden mirarse como variables de reacción o básicas, y las bases de datos respectivas pueden desarrollarse en las secciones C o D. Las especificaciones geográficas, como las ecozonas, las cuencas hidrográficas y el levantamiento cartográfico de los suelos y del clima, representan parámetros fundamentales para la dimensión ambiental de las estadísticas agropecuarias. El cuadro presenta una lista limitada de variables genéricas. Con todo, la influencia recíproca entre el medio ambiente y la agricultura presenta grandes variaciones entre los países, e incluso dentro de ellos. Por lo tanto, hay que prestar detenida atención a la elección de las variables para describir la producción agrícola y ganadera a los fines del análisis ambiental.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
<u>Productos</u>		
a. Cosecha anual (t, km ² , kg/ha)	Tipo de cultivo Prácticas empleadas	Incluyendo regímenes de monocultivo, mixtos, de corta y quema y cultivos de subsistencia
b. Plantas perennes (t, km ² , kg/ha)	Tipo de cultivo Tipo de plantación	Incluyendo plantaciones en gran escala y explotaciones comunitarias y mixtas
c. Ganado (cabezas, km ² , cabezas/km ²)	Tipo de ganado Prácticas empleadas	Incluyendo el pastoreo nómada, las praderas, los pastizales, los corrales de engorde y criaderos
d. Otros productos (t, kg, cantidad)	Tipo de producto	Incluyendo la leche, los huevos, la miel, los cueros y pieles, el estiércol y el forraje
<u>Insumos</u>		
e. Insumos de nutrientes (t, km ² , kg/ha)	Tipo de nutriente	Incluyendo fertilizantes químicos, estiércol, residuos vegetales y rotación de cultivos
f. Lucha contra las plagas (t, km ² , kg/ha)	Tipo de plaga combatida	Incluyendo plaguicidas, escardado mecánico y medios de lucha biológicos e integrados
g. Insumos de alimentos (t, km ² , kg/cantidad)	Tipo de forraje o alimento	Incluyendo pastizales, piensos y cereales obtenidos dentro y fuera del establecimiento

h. Enfermedades y depredadores (cantidad, kg, km ²)	Objeto de la lucha	Incluyendo medicamentos, vacunas, rociado de agentes químicos, destrucción del hábitat de insectos y matanza o envenenamiento de depredadores
i. Insumos de energía (J)	Tipo de energía	Incluyendo combustibles fósiles, electricidad, tracción animal y mano de obra humana

Preparación del suelo, siembra y cría

j. Labranza (ha)	Tipo de labranza	Incluyendo el empleo de azadas y arado (de tracción animal o mecánica)
k. Siembra (ha)	Tipo de siembra	Incluyendo las siembras en hileras próximas o separadas, con sembradoras y el trasplante
l. Cría de animales (cabezas)	Tipo de cría	Incluyendo la inseminación y la incubación artificiales

A.1.1.2 Uso de la tierra para la agricultura y prácticas agrícolas

Las bases de datos integradas sobre las actividades agrícolas pueden desarrollarse a partir de datos sobre el uso de la tierra (véase la sección A.1.8.1). Utilizando criterios sobre los cultivos y la tecnología agrícola, los datos sobre el uso de la tierra pueden desglosarse para presentar diferentes tipos de prácticas agropecuarias. Ello requiere reunir datos sobre las características de los cultivos, como las prácticas de rotación, monocultivo y explotación mixta con las referentes a las tecnologías agrícolas, como el empleo de productos químicos. El objetivo de este método consiste en representar los complejos y dinámicos procesos vinculados con la producción agrícola.

La clasificación de las prácticas agrícolas es un requisito previo para desarrollar esos tipos de bases de datos. Hacen falta criterios de clasificación del uso de la tierra y de las variables tecnológicas con efectos ambientales conocidos: por ejemplo, distinguir las actividades agrícolas en los valles y planicies con buena irrigación de las prácticas que degradan el suelo, como el cultivo marginal en laderas o tierras áridas. Otras distinciones son las que diferencian los "ecosistemas agrarios" estables, pertenecientes a comunidades aldeanas autosuficientes, de los sistemas agrícolas que están influidos por los precios de mercado. Un aspecto importante es la representación cartográfica superpuesta de las prácticas agrícolas con las zonas ecológicas y las cuencas hidrográficas (véase la sección D.4, "Inventarios de ecosistemas"). Estos métodos resultan útiles para analizar la seguridad alimentaria, la erosión de los suelos y los peligros ambientales. Las variables que se enumeran en el cuadro deben adaptarse a la situación particular de cada país.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Explotaciones agrícolas (ha)	Tipo de explotación	Por ejemplo: rotación de cultivos, monocultivo, explotación mixta, sometimiento a la erosión eólica o del agua
b. Explotaciones ganaderas (ha)	Tipo de explotación	Por ejemplo: engorde, praderas, pastizales, sometimiento a la erosión eólica y del agua
c. Intensidad del uso agrícola de la tierra (t/ha, cantidad/ha)	Tipo de explotación	Por ejemplo: altos rendimientos con ayuda de productos químicos

A.1.1.3 Selección de indicadores económicos

Al pasar la agricultura de la autosuficiencia a los sistemas de mercado abierto, los precios de los productos agrícolas y las demás condiciones económicas pasaron a predominar en la determinación de los cultivos y las actividades ganaderas y a ejercer una gran influencia en la organización y las prácticas de la agricultura y la tecnología utilizada en ella. Las variables escogidas aquí pueden encontrarse en las estadísticas de cuentas nacionales y de producción, como las referentes al valor de la producción o del consumo intermedio (insumos). Las cantidades físicas deben vincularse con valores monetarios. La formación de capital contribuye a los bienes artificiales invertidos en la agricultura (véase la sección D.1.1.3). Hacen falta otros cálculos para llegar a la cifra neta de formación de capital, teniendo en cuenta la amortización de maquinarias y equipo y el agotamiento del capital natural (véase el anexo I).

La exportación de productos agropecuarios constituye un poderoso factor determinante del uso de la tierra. Aunque el comercio se considera de beneficio mutuo, existen algunos aspectos del intercambio de productos constituidos por recursos que han tenido efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana. A la relación de intercambio desfavorable se ha atribuido gran parte del agotamiento de los recursos naturales en los países en desarrollo⁹. Otros factores decisivos de la degradación ambiental son las presiones que impulsan la utilización de las tierras más fértiles para plantaciones y cultivos comerciales, el desarrollo de sistemas de monocultivo, la enajenación de las tierras y el empeoramiento de la situación nutricional de la población local.

Un tema recurrente en las estadísticas sobre el medio ambiente es el relativo a la distribución espacial de las actividades humanas. Los indicadores económicos, especialmente los derivados de censos agrícolas, deberían expresarse en unidades geográficas naturales, como las zonas ecológicas o las cuencas hidrográficas. La representación cartográfica superpuesta de estadísticas económicas y parámetros físicos ofrece un instrumento de gran valor para el análisis y el estudio de las relaciones entre la agricultura y el medio ambiente. Se recomienda, por ello, organizar los registros de datos de los indicadores económicos según coordenadas geográficas.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Valor y cantidad de las ventas (dólares, t)	Tipo de producto Tipo de explotación	Distinguir técnicas agrícolas modernas de las tradicionales
b. Costo y cantidad de los insumos adquiridos (dólares, t)	Tipo de insumo Tipo de explotación	Indicador del grado de industrialización de la agricultura
c. Formación de capital y adquisiciones de tierras (cantidad, dólares)	Tipo de gasto Tipo de explotación	Incluyendo maquinaria y equipo, edificios y mejoras de la tierra
d. Valor y cantidad de las exportaciones (t, dólares)	Tipo de producto Destino	Indicador de la dependencia respecto de los mercados extranjeros
e. Valor agregado de los productos elaborados y consumidos (dólares)	Tipo de producto	Nivel de la economía informal en la agricultura

A.1.2 Silvicultura

Los bosques son sistemas bioproduktivos que suministran materia prima para las industrias forestales y que en los países en desarrollo representan una importante fuente de energía (leña y carbón para la cocción y la calefacción). También constituyen el hábitat de innumerables representantes de la vida animal y vegetal. La cubierta boscosa es una protección eficaz del suelo y un regulador de las corrientes de agua y del ciclo del carbono. La transformación de bosques para su aprovechamiento en la agricultura, la tala comercial en gran escala y la demanda cada vez mayor de leña y carbón han dado lugar en numerosos lugares del mundo a la deforestación (véase la sección B.1.1.2). Este fenómeno no sólo agota un recurso potencial de madera y un hábitat, sino que también amenaza la capacidad de la biosfera de regular los ciclos atmosférico e hidrosférico. Las investigaciones sobre los cambios del clima a largo plazo han incluido los efectos de la deforestación, junto con la quema de hidrocarburos, como factores que contribuyen al incremento del CO₂ en la atmósfera. Otras consecuencias ambientales de la deforestación son la desaparición del hábitat silvestre y de ciertas especies (B.1.1.4 y B.2.4), la erosión del suelo (B.1.2.2), el atarquinamiento (B.2.2) y las inundaciones y deslizamientos de tierras (A.3).

Los datos sobre la cubierta boscosa, el contenido de biomasa y sus cambios suelen recopilarse por los departamentos de silvicultura a los efectos de la administración de los bosques. Las estadísticas sobre las variables económicas de la producción de madera forman parte de la base de datos de estadísticas industriales. Se obtienen otros datos derivados de encuestas de hogares y encuestas agrícolas (por ejemplo, sobre la recolección de leña, agricultura de corta y quema, y el pastoreo), y la interpretación de datos obtenidos por teleobservación (por ejemplo, sobre superficies de desmonte, taladas y quemadas, y construcción de carreteras en los bosques).

A.1.2.1 Explotación forestal, pérdidas naturales y repoblación

Pueden distinguirse en la silvicultura las siguientes categorías de actividades y procesos:

- a) La explotación comercial;
- b) La explotación informal, generalmente destinada a la obtención de leña y de materiales de construcción en las aldeas, pero que también puede incluir la producción de carbón vegetal y la "explotación ilegal";
- c) La mortalidad natural de los árboles por enfermedades, incendios, vientos y contaminación;
- d) La regeneración natural, dentro de la cual cabe distinguir todavía los tipos de bosques dominantes sucesivos;
- e) La silvicultura y la forestación.

La categoría e) también puede considerarse una respuesta a la deforestación, y en ese sentido podría incluirse en la sección C.1, "Administración y recuperación de recursos". En las zonas en que la plantación es una actividad ligada con la explotación, como ocurre en los bosques templados de Europa, conviene tratar los parámetros físicos correspondientes, como el número de árboles plantados y su superficie, como una actividad vinculada con la explotación, y el costo de la gestión silvícola puede incluirse en C.1.2, "Administración y conservación de recursos naturales". La forestación de tierras de otro tipo -por ejemplo, granjas abandonadas, páramos o lugares semidesérticos- se indica en la sección A.1.8.1, "Cambios del uso de la tierra". En los años siguientes, esos "nuevos bosques" formarán parte de los inventarios de bosques, añadiéndose a ellos (D.1.2.1)¹⁴.

Es preciso tomar en consideración la vinculación entre las variables indicadas aquí y las que se refieren a los cambios de las existencias de bosques (B.1.1.2) y de los inventarios de bosques (D.1.2.1). Las estadísticas sobre las actividades proporcionan datos que indican incrementos o reducciones de las existencias. Para obtener un saldo neto, es preciso que las extracciones de árboles (variables a y b) y la mortalidad natural (variable c) estén basadas en las mismas medidas que se apliquen a la regeneración (variables e y f). El denominador común de esos tipos de saldos netos está en la medida de la biomasa. Lo que hace falta es elaborar un modelo de biomasa para tipos determinados de bosques mediante el cual los incrementos anuales de nuevos crecimientos puedan estimarse del mismo modo que las pérdidas anuales de biomasa derivadas de actividades de extracción por el hombre y fenómenos naturales. Los datos sobre la explotación comercial suelen obtenerse en términos de volumen recogido (en metros cúbicos). Esto ofrece una información relativamente sólida para estimar la pérdida de biomasa si se tiene en cuenta que puede llegar a ser de un 25% más que la madera extraída, incluyendo las ramas, raíces y otros elementos de biomasa que permanecen en el lugar. Del mismo modo es necesario aplicar diversos supuestos a la estimación de la extracción informal de biomasa.

Las estadísticas forestales documentan la superficie o el volumen de la explotación forestal y de la repoblación (silvicultura), en forma anual. Sin embargo, para completar el cuadro de pérdidas y ganancias netas hacen falta otras variables. Se trata de las estimaciones de la

mortalidad (natural), que incluye las pérdidas debidas a incendios forestales y causadas por las lluvias ácidas, y el crecimiento anual de nuevas plantas. La deforestación se caracteriza por otras variables, como los bosques talados para destinar el suelo a usos agrícolas o el agotamiento debido a factores ambientales causados por el exceso de pastoreo, la extracción de leña o la producción de carbón. Las variables que se indican aquí son la base de las informaciones para estimar el "cambio neto" de los recursos biológicos (véase la sección B.1.1.2).

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Explotación comercial (m ³ , km ²)	Tipo de especie Tipo de actividad	Incluyendo los volúmenes de madera, el área de explotación y los métodos de tala
b. Explotación informal (m ³ , km ²)	Tipo de especie Tipo de actividad	Incluyendo la extracción de leña y materiales de construcción, explotación ilegal y producción de carbón
c. Mortalidad natural de los árboles (m ³ , km ²)	Tipo de especie Tipo de actividad	Incluyendo incendios forestales, infestación de insectos, enfermedades, sequías, acción destructiva del viento y contaminación atmosférica (precipitaciones ácidas)
d. Deforestación (m ³ , km ²)	Tipo de especie Tipo de actividad	Incluyendo los desmontes, inundaciones, sequías y excesos de pastoreo y de extracción de leña
e. Repoblación anual (m ³ , t, km ²)	Tipo de especie	Incluyendo el crecimiento medido en cantidades de biomasa (t)
f. Repoblación de árboles (cantidad, km ²)	Tipo de especie Tipo de actividad	Incluyendo la forestación y la repoblación forestal

A.1.2.2 Otras actividades forestales

Las otras actividades forestales pueden ponerse en referencia con la sección A.1.1, "Agricultura" (por ejemplo: empleo de bosques para el pastoreo, variable b); A.1.3.1, "Caza, captura con trampas y recolección" (variable d); A.1.8, "Uso de la tierra" (por ejemplo: recreación, variable f); A.1.2.1 (deforestación, variable c); y B.1.1.2 ("Cambios de los bosques maderables comerciales", variable c). Las variables que se indican en el cuadro representan una selección de actividades locales vinculadas con las tierras arboladas.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Explotación local (t, km ²)	Tipo de producto	Incluyendo extracción de caucho y recolección de frutas y nueces
b. Uso para el pastoreo (cantidades, km ²)	Tipo de ganado Tipo de bosque	Incluyendo las superficies boscosas dañadas por la utilización excesiva
c. Agricultura de corta y quema (km ²)	Tipo de bosque	Incluyendo zonas de cultivo sometidas a la agricultura de corta y quema
d. Caza y captura con trampas (km ²)	Tipo de bosque	Incluyendo las superficies de bosques utilizadas para la caza y captura con trampas
e. Desmonte para la construcción de caminos (km)	Tipo de bosque	Indicador de la perturbación de los ecosistemas forestales
f. Usos recreativos (cantidades, km ²)	Tipos de actividades Tipo de bosque	Incluyendo población que utiliza bosques con fines recreativos

A.1.2.3 Selección de indicadores económicos

La relación entre los recursos forestales y la economía puede seguirse a lo largo de las etapas del proceso que lleva desde la materia prima hasta los productos terminados que se destinan al consumo interno o la exportación. Los principales procesos son el corte transversal (madera redonda); el aserrado (tablas o tablones); las hojas, chapas, etc.; la pulpa y el papel. Los indicadores mencionados en el cuadro se refieren a la producción primaria de madera y a su exportación. Las estadísticas de producción maderera secundaria, conforme a la clasificación de la CIIU¹¹, forman parte de las estadísticas de producción convencionales.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
<u>Producción primaria de madera</u>		
a. Extracción de madera (dólares, m ³)	Tipo de especie Tipo de producto: p. ej., madera para pulpa y para aserrar	Incluyendo el valor agregado
<u>Exportación de productos de la madera</u>		
b. Leños (dólares, m ³)	Tipo de producto País de destino	Valor y cantidad
c. Otros productos de madera (dólares, t)	Tipo de producto País de destino	Valor y cantidad

A.1.3 Caza y captura con trampas

La caza, por lo menos la de los grandes mamíferos, fue posiblemente la primera actividad económica "organizada" de la humanidad. La planificación, la asignación de tareas determinadas y la acción en colaboración demostraron ser más fructíferas -es decir, más productivas- que la caza practicada por individuos solos. Con excepción de algunas escasas tribus aisladas que dependían de la caza como fuente de alimentos y de vestido, esta actividad se ha introducido en los mercados comerciales para suministrar valiosas pieles, cueros, marfil y animales vivos de distintas especies para el creciente mercado de las colecciones zoológicas. En las sociedades prósperas, la caza se ha convertido en una importante actividad recreativa, vinculada con un comercio cada vez más importante de equipos de caza y de actividades turísticas. Esto último incluye el crecimiento de actividades, como la observación pasiva y la fotografía. En algunos países, como Kenya, la observación de la vida salvaje se ha convertido en una importante fuente de divisas. La caza de animales salvajes y la declinación de su hábitat ha originado preocupaciones respecto de la explotación excesiva y, en los casos más graves, la extinción de especies (véase la sección B.1.1.4). El problema se agrava por la pérdida progresiva de hábitat silvestre (B.2.4), la destrucción deliberada de especies calificadas como plagas y los altos precios que se pagan en el comercio ilícito de artículos como las pieles de leopardo, el marfil y los cuernos de rinoceronte. La alarma mundial respecto de esta última actividad ha dado lugar a protocolos internacionales como la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres, por las que se prohíbe la importación de productos incluidos en la "lista de especies silvestres". La recolección o cosecha de plantas también origina problemas ambientales cuando amenaza a especies poco abundantes y amenazadas.

Las principales fuentes de datos se encuentran en las instituciones gubernamentales que se ocupan de la ordenación de la fauna y flora silvestres, las encuestas económicas del mercado de las pieles (número y valor de las pieles vendidas a agentes comerciales), las cifras del comercio internacional y de las encuestas de hogares y de aldeas. Con excepción del mercado formal de pieles, las fuentes suministran en lo esencial estimaciones indirectas del número y del tipo de especies sacrificadas. Los datos derivados de licencias expedidas pueden suministrar informaciones sobre los "contingentes permitidos", pero no necesariamente sobre las cifras de animales realmente sacrificados. Los responsables de la ordenación de la fauna y flora silvestres suelen efectuar encuestas por muestreo entre los cazadores para realizar estimaciones de la matanza anual de animales silvestres. Las estimaciones de la caza ilegal e informal y de la entresaca pueden obtenerse directamente de los guardias forestales. Los análisis de las estadísticas de importación en otros países (por ejemplo, sobre el marfil) también pueden suministrar datos sobre la caza ilícita. Las encuestas de aldeas pueden ser fuentes útiles de datos sobre la economía informal generada por la caza, el empleo de trampas y la recolección.

A.1.3.1 Caza, captura con trampas y recolección

El desarrollo de estadísticas sobre la caza, la captura con trampas y la recolección se ve trabado por el carácter no organizado de esas actividades, en las que participan en forma independiente numerosos individuos. Además, los cazadores y los cazadores furtivos tienden a eludir las reglamentaciones de protección de la vida silvestre, lo que suele conducir a la subestimación de la mortalidad de sus especies. Como ya se ha indicado, las estimaciones del orden de magnitud de la caza y la captura con trampas pueden verificarse, sin embargo, mediante datos obtenidos del sector comercial sobre las adquisiciones de pieles y cueros, las licencias otorgadas para la caza deportiva y las encuestas sobre la ordenación de la fauna y flora silvestres.

Desde luego, la obtención de datos es mucho más fácil en los países que cuentan con sistemas organizados de protección de la vida silvestre. En muchos países, en cambio, la caza no está formalizada a través de mercados ni controlada efectivamente por mecanismos administrativos. En las situaciones de este tipo, el método sustitutivo consiste en elaborar encuestas a nivel de las aldeas para obtener información sobre la caza, la captura con trampas y la recolección de especies animales y vegetales. Las poblaciones que habitan en grandes zonas silvestres o en regiones linderas suelen depender económicamente de esas actividades. La disminución de las superficies de hábitat natural y el crecimiento de las poblaciones humanas son factores fundamentales que amenazan a esas formas de vida tradicionales.

Las variables que se indican en el texto están divididas en sectores, formal e informal. Este criterio de separación es recomendable por la importancia social que tienen las especies silvestres para las "tribus cazadoras" y las comunidades rurales. La caza y la captura con trampas en sus versiones comercial y recreativa son diferentes, en muchos aspectos, pero tienen que evaluarse en cuanto a la función que les corresponde en la política y la gestión aplicadas al medio silvestre. Los datos de esta sección deben ponerse en referencia con las estadísticas de las secciones D.1.4 y B.1.1.4, que registran los inventarios de la fauna y la flora y los cambios respectivos.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
<u>Sector formal de la caza y el empleo de trampas</u>		
a. Grandes mamíferos (cantidad)	Tipo de especie Propósito ^{g/}	Comercial, recreativo, de eliminación selectiva, de exposición en zoológicos
b. Pequeños mamíferos (cantidad)	Tipo de especie Propósito ^{g/}	Comercial, recreativo, de eliminación de plagas
c. Aves (cantidad)	Tipo de especie Propósito ^{g/}	Incluyendo las aves de caza, acuáticas, las calificadas como plagas y las ornamentales
d. Otros animales (cantidad)	Tipo de especie Propósito ^{g/}	Incluyendo reptiles y anfibios
<u>Sector informal de la caza, la captura con trampas y la recolección</u>		
e. Mamíferos (cantidad)	Tipo de especie Propósito ^{g/}	Incluyendo la caza ilegal, el abastecimiento de alimentos y la destrucción de plagas
f. Aves (cantidad)	Tipo de especie Propósito ^{g/}	Incluyendo la destrucción de plagas, la caza ilícita y los fines ornamentales
g. Otras especies animales (cantidad)	Tipo de especie Propósito ^{g/}	Por ejemplo: serpientes, cocodrilos y ranas
h. Recolección de plantas (cantidad)	Tipo de especie Propósito ^{g/}	Incluyendo el abastecimiento de alimentos y medicamentos y fines ornamentales

^{g/} La clasificación según los propósitos, respecto de la flora y la fauna, comprende los alimentos, las pieles, los cueros, los medicamentos, la obtención de ejemplares para zoológicos, los deportes recreativos y la eliminación de plagas. Deben tenerse en cuenta también los aspectos ilegales, en particular en cuanto afectan a especies amenazadas.

A.1.3.2 Selección de indicadores económicos

La contribución de estas actividades es relativamente pequeña en comparación con el valor económico de otros importantes sectores basados en recursos naturales. Aun así, sus efectos sobre la fauna y la flora son importantes. Los factores que influyen son el elevado precio que se paga en el comercio por las especies raras y amenazadas (lo que resulta atractivo para la población de bajos ingresos), y la destrucción de la vida silvestre por la caza deportiva. Debe observarse que la pérdida de hábitat silvestre también ha puesto en peligro la base económica de apoyo de las tribus cazadoras y los recursos complementarios de las aldeas situadas en zonas silvestres. Los indicadores económicos corresponden a tres categorías: el valor de mercado de los productos de la caza y obtenidos mediante trampas, los ingresos generados y el comercio internacional de especies silvestres.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Valor de mercado de especies silvestres, sus pieles, cueros y carnes (dólares)	Tipo de especie	Indicador de la contribución económica directa de las especies silvestres
b. Ingresos generados de la venta de equipo, otorgamiento de licencias e infraestructura turística (dólares)	Tipo de producto Tipo de servicio	Indicador de la contribución económica indirecta del medio silvestre
c. Comercio internacional de productos de fauna y flora silvestres (dólares)	Tipo de especie País	Indicador de las divisas generadas por los productos de fauna y flora silvestres
d. Ingresos informales generados por el medio silvestre (dólares)	Tipo de actividad	Estimación de la contribución de la economía informal
e. Caza recreativa (número de cazadores)	Tipo de caza	Estimación del índice de participación

A.1.4 Pesca

Los productos de la pesca marítima, fluvial y lacustre tienen una importancia cada vez mayor como fuente de proteínas para la humanidad. Los productos de la pesca también se usan en medida creciente para la alimentación animal, la producción de fertilizantes y la elaboración de productos químicos de uso industrial. En los países que cuentan con un litoral rico en recursos pesqueros, la pesca representa una fuente importante de ingresos y de empleo y de producción de alimentos para el consumo interno y para la exportación¹⁵. La acuicultura va adquiriendo importancia como fuente de proteínas. Aunque la cría de peces de agua dulce en estanques representa una antigua tradición en ciertas regiones de Asia y de Europa, el desarrollo de una "acuicultura marítima" es de origen más reciente y se especializa en especies de alto valor como el salmón y los invertebrados (por ejemplo, las ostras, camarones y bogavantes). La pesca deportiva ha dado origen a una importante infraestructura económica, que va desde los pequeños estanques a los que se ingresa pagando entrada hasta los cotos de pesca y las pesquerías de aguas profundas. El apoyo oficial a la industria de la pesca se manifiesta en las subvenciones a la tecnología aplicada, a los criaderos de peces y a la determinación de la "captura permitida".

Un problema ambiental importante es el de la captura excesiva y las prácticas de pesca indiscriminada (con redes de enmalle y de deriva). En principio, el desarrollo sostenible de las pesquerías puede lograrse a través de la ordenación de las existencias mediante reglamentaciones sobre la captura total permitida. Se trata de un proceso complejo que obliga a vigilar los datos sobre las existencias y a aplicar conocimientos científicos sobre las influencias ecológicas que repercuten en los sitios de crecimiento de cada especie. Los ciclos de los nutrientes y los desplazamientos de las corrientes marinas y de las temperaturas del agua son

factores de importancia para la evolución de las poblaciones de peces. Los ictiólogos están comenzando apenas a comprender la forma en que afectan a las poblaciones las aguas contaminadas, especialmente en los ecosistemas de agua dulce, los ciclos naturales de los microorganismos, los vectores de enfermedades y las relaciones entre presas y depredadores. Existen indicios que ya son alarmantes respecto de la disminución de las poblaciones de muchas de las zonas tradicionales de pesca marítima. Del mismo modo, la captura efectuada en aguas dulces disminuye por la pesca excesiva y la reducción del hábitat viable.

Los datos sobre la captura comercial se recopilan por los departamentos de pesca y mediante encuestas de los establecimientos de elaboración industrial del pescado. Los datos sobre la pesca informal, la acuicultura y la pesca deportiva se extraen de diversas fuentes, entre ellas las encuestas de hogares, los registros oficiales sobre administración de la pesca y otorgamiento de licencias, las encuestas por muestreo entre pescadores deportivos, las encuestas de aldea sobre fuentes de alimentos, etc.

A.1.4.1 Captura de peces

Las variables más importantes para evaluar las presiones sobre las poblaciones de peces son las estadísticas sobre su captura. La correlación entre esos datos y las existencias de peces está sujeta a los siguientes factores que deben tenerse en cuenta. En primer lugar, los precios de mercado (es decir, la rentabilidad de la captura) influyen sobre la intensidad de la pesca. En segundo término, los ciclos naturales de las poblaciones de peces pueden explicar los aumentos o disminuciones que periódicamente presenta la captura anual. La disminución acentuada de ésta puede considerarse a primera vista un indicio de disminución real de la población. En tercer lugar, los datos sobre la captura tienen que analizarse cuidadosamente a la luz de los cambios de las reglamentaciones oficiales respecto de los contingentes, el otorgamiento de licencias, el límite permitido de captura y otras limitaciones y restricciones. En cuarto lugar, las condiciones meteorológicas pueden influir sobre la pesca: por ejemplo, una temporada de fuertes tormentas puede reducir el número de días en que puede practicarse. En quinto término, hay que tener presentes las informaciones inexactas que pueden repercutir en las estadísticas sobre la pesca; por ejemplo, la tendencia a dar cuenta de capturas que no excedan de las cuotas asignadas. Un problema especialmente arduo es que las estadísticas de pesca se extraen de los "datos de desembarque" de diferentes puertos pesqueros y pueden no corresponder siempre a la "captura total" de las zonas de pesca compartidas por varias naciones. Por último, cabe siempre la posibilidad de descubrir nuevas zonas de pesca, como la del salmón del Atlántico frente a Groenlandia.

Las variables indicadas se refieren a pesquerías de agua dulce y salada, en las cuales deben distinguirse prácticas de pesca diferentes. Además es preciso distinguir la pesca comercial, la informal y la recreativa. Esta última se relaciona por lo general con los países de altos ingresos, mientras que la pesca informal está vinculada con los de ingresos reducidos. La pesca informal suele efectuarse como complemento de las necesidades locales de alimentos. Las variables que aquí se indican procuran describir el nivel y las alteraciones en los grados de las actividades pesqueras. Complementan las variables que se encuentran en C.1.2, "Administración y conservación de recursos naturales" (por ejemplo, a través de las "cuotas de pesca"), D.1.3, "Existencias de pesquerías", y B.1.1.3, "Peces".

Variables	Clasificaciones	Observaciones
<u>Pesca comercial</u>		
a. Pesca de alta mar (t)	Tipo de especie Método de pesca	Atribuible a cada zona de pesca ^{a/}
b. Pesca marítima costera (t)	Tipo de especie Método de pesca	Atribuible a cada zona de pesca ^{a/}
c. Invertebrados (t)	Tipo de especie	Atribuible a cada zona de pesca ^{a/}
d. Pesca fluvial y lacustre (t)	Tipo de especie	Pesca comercial: p. ej.: grandes pesquerías lacustres, remonte de salmones
e. Acuicultura (t)	Tipo de especie	Distinguiendo la marítima de la de agua dulce, incluyendo los invertebrados
<u>Pesca no comercial</u>		
f. Pesca deportiva (t)	Tipo de especie	Incluyendo especies lacustres, fluviales y marítimas
g. Pesca informal	Tipo de especie	Para consumo alimenticio local

a/ A efectos de lograr compatibilidad entre los datos sobre "pescado capturado" y "pescado desembarcado".

A.1.4.2 Selección de indicadores económicos

Los indicadores económicos describen el valor de mercado de los desembarques y la exportación de pescado. Los datos sobre las flotas de pesca, su equipo y la infraestructura de capital público que apoyan a la industria pesquera se encuentran en la sección D.1.3, "Existencias de pesquerías".

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Valor de mercado de los desembarques de pescado (dólares)	Tipo de especie	Contribución a la economía
b. Exportaciones de pescado y productos de la pesca (dólares)	Tipo de producto	Divisas obtenidas, por país de destino
c. Valor atribuido a la pesca informal (dólares)	Tipo de especie	Grado de contribución de la economía informal

A.1.5 Minerales, minas y canteras

Las actividades de extracción de materiales subterráneos ocupan dos secciones. En esta sección se indica la extracción de metales, productos químicos y piedra, mientras que la siguiente (A.1.6) se refiere a la producción y el consumo de energía. Esta división entre las actividades energéticas y no energéticas se refiere en gran medida a la organización conjunta de todos los datos referentes a la energía. El impacto ambiental de la minería destinada a fuentes de energía, como la del carbón, el uranio, las arenas bituminosas, el esquisto, etc., no se diferencia mucho de los efectos de otros tipos de minería. La extracción de petróleo y de gas, en cambio, se caracteriza por una tecnología muy diferente y se vincula con efectos ambientales como los derrames de petróleo y los incendios de pozos de petróleo o de gas.

La minería, por lo general, sigue una secuencia característica de actividades: la prospección, el desarrollo de infraestructura, la extracción y transporte de materiales, el agotamiento de las menas, el abandono de las minas y la rehabilitación de los lugares que ocupan. Las minas, en algunos casos, son reabiertas por efecto de cambios de los precios o de la tecnología. Si bien desde el punto de vista puramente geológico los minerales están dispersos en toda la litosfera, sólo existen unas pocas regiones de la corteza terrestre en que la concentración de minerales basta para hacer viables las actividades de extracción. Esto explica que un número relativamente reducido de zonas mineras represente el grueso de la producción mundial.

Las variables estadísticas que se indican en esta sección están organizadas parcialmente sobre la base del ciclo de la minería, presentando "Prospección de minerales" (A.1.5.1) y "Producción de minerales", incluyendo las clausuras de minas (A.1.5.2). Otras actividades del ciclo de la minería se presentan, de conformidad con las respectivas categorías del EEEMA, en las secciones A.1.8.2, "Reestructuración ambiental permanente" (para el desarrollo de la minería); A.2.1.3, "Acumulación de desechos en tierra" (para la generación de desechos minerales); y C.1.3, "Rehabilitación de ambientes degradados" (para la rehabilitación de las zonas mineras). Algunos indicadores de la producción secundaria de minerales -la elaboración de los minerales- figuran en la sección A.1.5.3, "Selección de indicadores económicos". Para un análisis general de todas las actividades de minería -por ejemplo, a los efectos de la contabilidad de los recursos minerales- sería conveniente combinar todos estos componentes del EEEMA, incluyendo las existencias (D.2.4.1) y los cambios de las existencias (B.1.2.3) de reservas de minerales.

Los datos para las series cronológicas sobre la producción, las exportaciones y el personal empleado en la industria minera se obtienen de bases de datos estadísticos económicos que llevan las oficinas nacionales de estadística. Los departamentos de minería suelen fiscalizar las actividades mineras, incluida la prospección, el desarrollo de nuevas minas y la evaluación de las reservas. Los departamentos regionales de planificación y las asociaciones de minería también constituyen valiosas fuentes de datos, en particular sobre el desarrollo de las infraestructuras. Otra fuente de información útil es la interpretación de imágenes de teledetección, sobre todo para la prospección de minerales.

A.1.5.1 Prospección de minerales

El objetivo consiste aquí en medir la superficie y la intensidad de las actividades de prospección y estimar los nuevos descubrimientos que deben añadirse a las existencias de reservas de la sección D.2.4.1, "Reservas de minerales". Las medidas de la intensidad de la prospección son el número de exploradores en actividad, la cantidad de perforaciones realizadas, el número y la superficie de las reivindicaciones de yacimientos registradas, las superficies cuyo contenido de minerales ha sido estudiado por tecnologías de teledetección y los gastos anuales de las empresas mineras destinados a la prospección. Los posibles efectos de la prospección y de la extracción de minerales pueden evaluarse mediante el cartografiado de los indicadores de la prospección de minerales. En algunos lugares del mundo, especialmente donde pueden encontrarse minerales de alto valor, como el oro, o piedras preciosas, la exploración puede dar origen a actividades de "minería informal", como la llamada "fiebre del oro". El explorador solitario es, sin embargo, una especie en vía de extinción; y la prospección de minerales se vincula en la actualidad con la alta tecnología, en particular la teledetección y el análisis computadorizado de las formaciones geológicas. Las encuestas de establecimientos dedicados a las actividades de prospección, la documentación sobre ensayos registrada formalmente y la referente a reivindicaciones de yacimientos minerales constituyen fuentes de información que los gobiernos obtienen para actualizar sus bases de datos sobre las reservas nacionales.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Nuevos descubrimientos (reservas comprobadas) (t)	Tipo de mineral	Agregado a las reservas estimadas
b. Relevamiento cartográfico de actividades de prospección (km ²)	Tipo de mineral	Determinar las zonas de actividad intensa de prospección
c. Selección de indicadores Número de reivindicaciones Número de "geólogos de campo" Número de perforaciones Superficie cubierta por estudios geológicos (km ²) Desembolsos para actividades de prospección (dólares)	Tipo de mineral	Incluyendo la prospección de minerales en los lechos marinos

A.1.5.2 Producción de minerales

Los temas que aquí se describen son la producción de las minas y su terminación, es decir, la clausura de las minas. La producción de la minería reacciona con gran sensibilidad a

los precios de los productos y a los ciclos del comercio mundial. Las minas "improductivas" se cierran cuando los precios son bajos y vuelven a abrirse en épocas de precios elevados. Las series cronológicas sobre la producción de minerales de determinadas zonas de minería constituyen datos útiles para el análisis sobre el estado del medio ambiente. La minería es también uno de los principales generadores de desechos sólidos, en forma de residuos y de rocas extraídas (sección A.2.1.3, "Acumulación de desechos en tierra").

Las minas abandonadas, las "ciudades fantasmas" y las regiones económicamente deprimidas son manifestaciones de los efectos ambientales y socioeconómicos de los yacimientos agotados o de la baja de los precios de los minerales. La preocupación por la calidad del medio ambiente ha originado programas de rehabilitación de regiones de minas abandonadas, sobre todo cuando se encuentran en regiones populosas. Las minas abandonadas y las ciudades situadas en regiones aisladas, en cambio, suelen ser ganadas por la naturaleza. Las variables escogidas para describir este problema son el número de minas clausuradas y su fecha de cierre (apreciándose su tamaño relativo por su producción máxima o el máximo de su personal) y la superficie que abarcan los lugares abandonados, con inclusión de la infraestructura de apoyo. La rehabilitación de minas abandonadas está tratada en la sección C.1.3, "Rehabilitación de ambientes degradados".

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Producción de minas subterráneas (t)	Tipo de mineral	Producción bruta = embarques + modificación del inventario
b. Minería a cielo abierto (t)	Tipo de mineral	Producción bruta = embarques + modificación del inventario
c. Producción de canteras (t)	Tipo de mineral	Producción bruta = embarques + modificación del inventario
d. Cierres de minas (cantidad, t, fechas)	Tipo de mineral	Capacidad determinada por su producción o personal máximo
e. Superficie de las minas abandonadas en su infraestructura de apoyo (ha)	Tipo de mineral	Incluyendo el emplazamiento de la mina, la población circundante y las vías de transporte

A.1.5.3 Selección de indicadores económicos

Los indicadores económicos de la producción corresponden a la función de los recursos minerales en la economía. Las actividades vinculadas con la elaboración secundaria de productos minerales -fundición, refinación y separación y concentración- constituyen una importante fuente de contaminación de la atmósfera, el agua y el suelo (véase la sección A.2.1, "Emisiones y vertimientos de desechos en los medios del ambiente"). Esto se debe en parte

a la escala del volumen de los materiales, y en parte a la toxicidad de los procedimientos de fundición.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Producción de minerales (t, dólares)	Tipo de mineral	Producción y valor, tendencias de las actividades de minería
b. Exportaciones de minerales en bruto (t, dólares)	Tipo de mineral	Grado de dependencia de los mercados extranjeros
c. Menas sometidas a fundición y refinación (t)	Tipo de procedimiento	Por ejemplo: ferrosas y no ferrosas
d. Minerales no metálicos de las industrias químicas y de fertilizantes (t)	Tipo de procedimiento	Por ejemplo: potasa, fósforo, azufre, sales
e. Otras actividades de elaboración de minerales (t)	Tipo de procedimiento	Por ejemplo: porcelana, vidrio, ladrillos

A.1.6 Producción y consumo de energía

El aporte de energía es una condición necesaria, aunque no suficiente, de todos los procedimientos controlados por el hombre y todos los fenómenos naturales. Las leyes de conservación de la masa y la energía significan que la energía total del universo se mantiene constante; es decir, la energía no se crea ni se destruye. La energía pone en juego el concepto de la transformación de la "energía disponible" en "energía no disponible" (por ejemplo: la quema de hidrocarburos) y el de conversión de formas "no utilizables" en formas "utilizables" (por ejemplo, de la energía hídrica a la eléctrica). El proceso por el cual la energía se degrada a formas no disponibles conforme a la segunda ley de la termodinámica se denomina "entropía". En esencia, la producción, ya sea artificial o natural, es una inversión (transitoria) de la entropía que puede concebirse como propia de un nivel superior de organización. Pero, el logro de la inversión de la entropía requiere fuentes de energía externas; en el mundo de la naturaleza la fuente es la energía solar, mientras que en el mundo artificialmente creado por el hombre reside en gran medida en la energía acumulada en los combustibles fósiles.

La energía, a diferencia de otros recursos naturales, no es una sustancia material sino un concepto abstracto, definido científicamente como la capacidad de realizar un trabajo. El gran triunfo de la humanidad ha consistido en dominar la energía a fin de realizar trabajos; la medida de la potencia del motor de un automóvil, por ejemplo, equivale a 100 caballos. En relación con las propiedades funcionales de la energía, existen diversas formas de medición como la potencia, el calor y la fuerza electromagnética. La medida física más general de los procesos de producción y consumo de energía es la "unidad térmica" aplicada a la producción de trabajo. Una unidad de energía utilizada corrientemente es el julio, definido como la energía que corresponde a una fuerza de un newton aplicada en una distancia de un metro.

Las bases de datos sobre actividades relacionadas con la energía, forman parte, en lo esencial, de otros "temas estadísticos" de este informe. La importancia estratégica excepcional de la política energética y los efectos evidentes de la producción y el consumo de energía sobre el estado del medio ambiente son razones más que válidas para reunir por separado las actividades energéticas. El método que aquí se aplica consiste en organizar las actividades relacionadas con la energía desde el punto de vista de un ciclo energético, es decir:

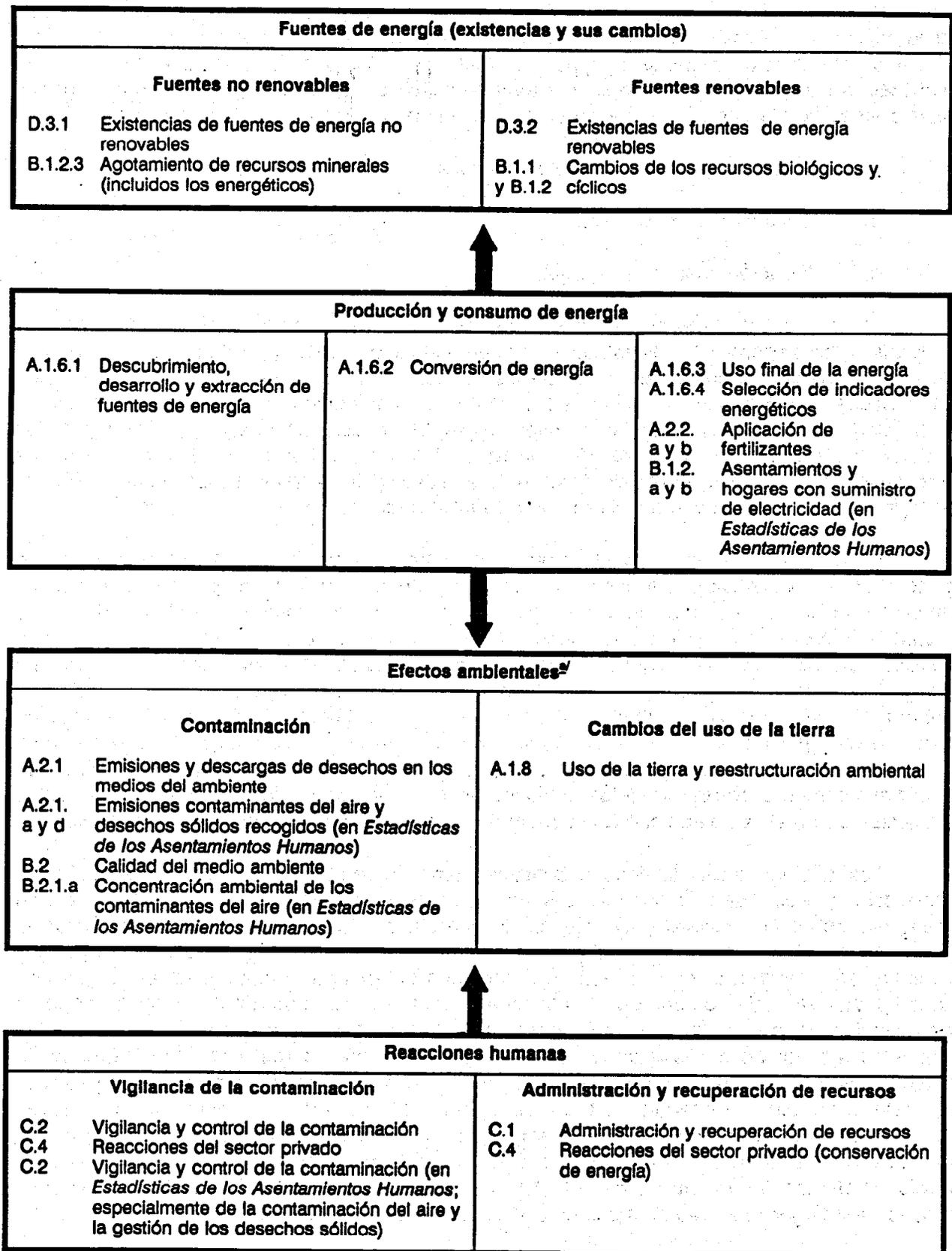
- a) Descubrimiento, desarrollo y extracción de fuentes de energía;
- b) Conversión de la energía;
- c) Utilización final de la energía.

El consumo de energía contribuye a la contaminación ambiental en forma de energía disipada o "no disponible". Las estadísticas sobre este aspecto de la producción y el consumo de energía se describen en las bases de datos sobre la emisión de residuos a los medios ambientales (A.2.1), la concentración de contaminantes, particularmente en la atmósfera (B.2.1), y en *Estadísticas de los Asentamientos Humanos* (A.2.1, "Emisiones y descargas de desechos" y B.2.1 "Concentración ambiental de contaminantes y desechos"). La figura I ilustra las vinculaciones entre los módulos del EEEMA para la evaluación estadística de la cuestión de la energía y el medio ambiente a través de los distintos sectores.

Las estadísticas sobre producción y consumo de energía pueden obtenerse por lo general en unidades físicas y monetarias, constituyendo estas últimas los precios de compra y de venta de los productos alimenticios: por ejemplo, los combustibles y la electricidad. Las medidas físicas son de primordial interés desde la perspectiva ambiental. Existen varios métodos para calcular la energía consumida a partir de las estadísticas sobre la producción y los gastos. En primer lugar, resulta relativamente sencillo convertir unidades monetarias en unidades físicas cuando se conoce el precio de la unidad. Otros métodos están basados en modelos energéticos mediante los cuales se calculan coeficientes de energía a partir de datos técnicos y se los aplica a la producción bruta, transporte, almacenamiento y calefacción. Los coeficientes energéticos introducidos en los modelos de entrada y salida permiten obtener datos generales sobre el "empleo final" de la energía y el contenido energético de los productos.

Las oficinas nacionales de estadística compilan regularmente estadísticas sobre la producción y el consumo de energía. Las encuestas de actividades industriales también suelen preguntar sobre la cantidad y el valor de la energía adquirida y, cuando las empresas la producen por sí mismas, la cantidad y el valor de su producción. Las encuestas de hogares y agrícolas se refieren a ciertos aspectos del consumo de energía: por ejemplo, el de gasolina en la agricultura, el tipo de combustible empleado para la cocción de alimentos en los hogares y los gastos anuales para calefacción del hogar. Las variables energéticas también pueden evaluarse a partir de análisis de la tecnología y los procedimientos y pueden extraerse de estadísticas comerciales internacionales y de datos administrativos de las oficinas competentes en materia de minas y energía. Las organizaciones que constituyen fuentes de estadísticas sobre la energía comprenden el Organismo Internacional de Energía de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), la Oficina de Estadística de la Secretaría de las Naciones Unidas, las divisiones de estadística de las comisiones regionales de las Naciones Unidas y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Figura I. Las estadísticas sobre la energía en el EEEMA



a/ Incluyendo la secuencia de la contaminación formada por emisiones, descargas y concentración, y otros efectos de reestructuración ambiental.

A.1.6.1 Descubrimiento, desarrollo y extracción de fuentes de energía

Las actividades de prospección de hidrocarburos y el desarrollo de infraestructuras de apoyo y procesos de extracción son esencialmente los mismos ya indicados respecto de las actividades de minería (A.1.5). Sin embargo, la prospección de petróleo y gas se vincula con operaciones en gran escala perturbadoras del medio ambiente. Comprenden técnicas sísmicas que provocan la eliminación de grandes superficies de vegetación de superficie, la perforación de pozos profundos y la utilización de equipo pesado para pozos de exploración en tierra e instalaciones en el mar para la exploración de la geología marina. Además, estas actividades se cumplen a menudo en zonas sensibles desde el punto de vista ambiental, como las zonas silvestres apartadas. La mera cantidad de la producción de carbón y la compleja infraestructura que requiere el desarrollo del petróleo y del gas han creado perturbaciones ambientales de gran escala por la construcción de oleoductos, ferrocarriles y grandes instalaciones portuarias. Esta situación se agudiza aún más por los peligros de vertimientos de petróleo, explosiones e incendios de pozos y tuberías y contaminación por productos químicos en las industrias petroquímicas y por las radiaciones de bajo nivel de la minería del uranio.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Prospección de recursos de petróleo y gas (cantidad, km, km ²)	Tipo de actividad	Incluyendo líneas sísmicas, pozos de exploración y superficie de prospección
b. Nuevos descubrimientos de petróleo y de gas (barriles, m ³)	Tipo de petróleo o gas	Reservas comprobadas, revisión de las reservas existentes
c. Otros combustibles fósiles y descubrimientos de uranio (t)	Tipo de combustible	Incluyendo la antracita, el lignito bituminoso, el esquisto y las arenas bituminosas
d. Construcción de infraestructura (km, t, cantidad)	Tipo de actividad	Incluyendo los transportes: por ejemplo: tuberías, viviendas e instalaciones de refinación
e. Extracción de petróleo y gas (barriles, m ³)	Tipo de actividad	Terrestre y marítima
f. Extracción de carbón y uranio (t)	Tipo de actividad	Subterránea y a cielo abierto

A.1.6.2 Conversión de energía

Aunque esta actividad se menciona algunas veces calificándola como producción de energía, técnicamente constituye la conversión de la energía que encierran los hidrocarburos, el uranio y los sistemas cíclicos naturales para transformarla en energía que pueda aplicarse a los fines de la calefacción, la iluminación y el trabajo. La generación de energía transforma energía térmica y gravitacional (energía hidroeléctrica) en energía electromagnética, un "medio"

apto para transportar la energía a grandes distancias. Las variables del texto están centradas en las fuentes de energía renovables y no renovables, ya sea que se las obtenga de combustibles fósiles, de energía nuclear, biológica, solar, geotérmica, hídrica o eólica. La fuente de energía, la tecnología utilizada y la eficiencia de la conversión deben tenerse en cuenta al evaluar las consecuencias ambientales. La conservación de la energía y los métodos para reducir los peligros ambientales de la producción energética (C.1.2) constituyen reacciones ante estos problemas.

Las fuentes de energía disponibles son las siguientes:

- a) Centrales nucleares (sólo eléctricas);
- b) Los combustibles fósiles, incluyendo la conversión en energía eléctrica (centrales termoeléctricas), la quema directa para la calefacción y la cocción de alimentos y la conversión en energía cinética por los motores de combustión interna y de reacción;
- c) Materiales biológicos, principalmente destinados a la cocción y la calefacción, aunque puede existir una limitada conversión en energía cinética (por ejemplo, mediante los combustibles de alcohol);
- d) Los sistemas de ciclos naturales: la conversión en electricidad de la fuerza del agua y del viento, incluyendo la conversión cinética tradicional de los molinos de viento y de agua;
- e) La radiación solar y las fuentes geotérmicas, incluyendo la conversión en electricidad y la fuente directa de calor de las aguas geotérmicas y el calentamiento solar pasivo;
- f) El reciclaje de desechos en plantas de calefacción comunitarias y mediante la generación de electricidad en pequeña escala.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
<u>Fuentes de energía no renovables</u>		
a. Combustibles fósiles para calefacción y energía cinética (J, t, l)	Tipo de combustible Propósito	Cocción, calefacción y transportes
b. Electricidad generada mediante combustibles fósiles (kw)	Tipo de combustible	Incluyendo los índices de eficiencia de la conversión de energía
c. Electricidad generada mediante combustibles nucleares (kw)	Tipo de reactor	Incluyendo la capacidad y el grado de eficiencia
<u>Fuentes de energía renovables</u>		
d. Fuentes biológicas destinadas a calefacción y trabajo (J, t)	Tipo de fuente	Incluyendo la leña, animales de tiro y desechos agrícolas

e. Electricidad generada mediante recursos cíclicos (kw)	Tipo de fuente Tipo de tecnología	Incluyendo la generación de energía derivada de las mareas y los vientos
f. Electricidad y calor derivados de fuentes solares y geotérmicas (kw, J)	Tipo de tecnología	Incluyendo los sistemas de calefacción comunitarios y la energía solar pasiva para la cocción y la calefacción
g. Electricidad y calor obtenidos del reciclaje de desechos (kw)	Tipo de tecnología Tipo de desecho	Incluyendo los desechos urbanos e industriales

A.1.6.3 Utilización final de la energía

El objetivo de este tema estadístico es desglosar el presupuesto total de energía según la utilización final. La clasificación por utilización final puede referirse a los procedimientos, como la labranza, el transporte, la fundición, la calefacción, la cocción y el transporte al trabajo, o bien al sector económico, como la agricultura, la manufactura, los transportes, el uso en los hogares y el uso por las instituciones públicas. El método basado en los procedimientos es de aplicación más difícil porque las estadísticas tradicionales analizan y clasifican según los productos y no según los procedimientos. En el texto se indica la utilización final de la energía según los sectores económicos, a pesar de que se recomienda el método de los procedimientos cuando pueda disponerse de los datos y de la capacidad necesaria para diseñar modelos.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
<u>Utilización de energía en la producción</u>		
a. Extracción y recolección de recursos (J, kw)	Fuente de energía Tipo de procedimiento industrial o actividad económica	Incluyendo el autoabastecimiento de energía
b. Industria pesada (J, kw)	Fuente de energía Tipo de procedimiento industrial o actividad económica	Industrias con intensa utilización de energía: por ejemplo, siderurgia, fundición, cemento, industrias químicas, petróleo
c. Otras manufacturas (J, kw)	Fuente de energía Tipo de procedimiento industrial: por ejemplo, armado, moldeado, envasado	Industrias con baja utilización de energía
d. Servicios de apoyo a la producción y el comercio (J, kw)	Fuente de energía Tipo de servicio	Finanzas, apoyo técnico, seguros
e. Actividades de construcción (J, kw)	Fuente de energía Tipo de construcción	Obras civiles, edificación, redes de transporte

f. Transporte de mercancías (J, kw)	Fuente de energía Tipo de transporte	Carretero, ferroviario, aéreo, marítimo
-------------------------------------	---	---

Utilización de energía por categorías de consumo final

g. Empleo de la energía en los hogares (J, kw)	Fuente de energía Tipo de actividad	Cocción, calefacción y mantenimiento de los hogares
h. Servicios a los hogares (J, kw)	Fuente de energía Tipo de servicio	Comercio minorista, servicios personales, restaurantes, hoteles, etc.
i. Transporte de personas (J, kw)	Fuente de energía Medio de transporte	Incluyendo los transportes públicos y privados
j. Empleo de la energía por instituciones públicas, incluidas las de defensa (J, kw)	Fuente de energía Tipo de actividad	Incluyendo el empleo de energía por las fuerzas armadas y en otras funciones públicas

A.1.6.4 Selección de indicadores económicos

La conservación de energía, el agotamiento de las fuentes de energía, la dependencia respecto de fuentes extranjeras y la contribución económica de la energía (valor agregado) constituyen variables fundamentales de la política energética. Los índices de agotamiento de la energía se presentan en la sección B.1, "Agotamiento y aumento de los recursos". El consumo per cápita ofrece un primer indicio (sobre todo a nivel internacional) de la utilización de energía en forma dispendiosa o conservadora. Los esfuerzos efectivos de conservación se indican como reacciones sociales ante el agotamiento, en las secciones C.1 y C.4. Los indicadores escogidos aquí están destinados a ofrecer un cuadro general de la situación energética y requerirán sin duda un afinamiento más preciso para ajustarlos a las necesidades de cada país.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Consumo de energía per cápita (J, kw)	Tipo de energía	Conservación de energía
b. Relación entre el consumo de energía renovable y no renovable	Tipo de uso	Cocción, calefacción, agricultura, manufactura, transportes
c. Fuentes de energía importada (J, kw, t, dólares)	Tipo de energía	Seguridad energética
d. Energía exportada (J, kw, t, dólares)	Tipo de energía País	Seguridad energética

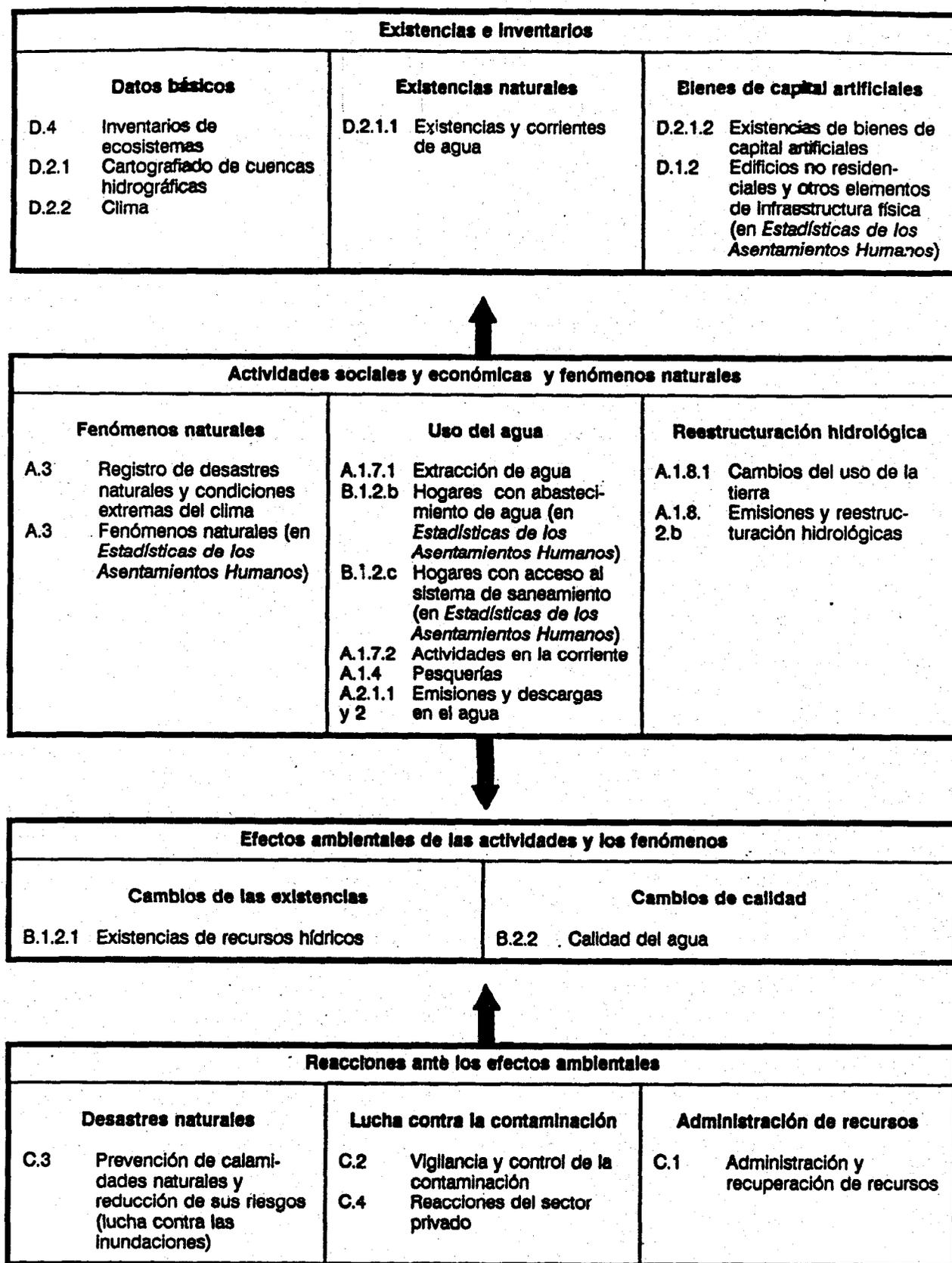
e. Relación entre las fuentes de energía nacionales y extranjeras (porcentaje)	Tipo de energía	Seguridad energética
f. Valor agregado de la industria energética (dólares)	Tipo de actividad	Importancia económica

A.1.7 Utilización del agua para actividades humanas

La insuficiencia del abastecimiento de agua es crónica en muchas partes del mundo que padecen sequías. La calidad del agua potable es un problema fundamental de salud pública, no sólo en los países pobres sino, cada vez más, también entre los más prósperos. En este último caso, el problema consiste en la contaminación del agua por los escapes de sustancias tóxicas que penetran en los sistemas de distribución del agua y en el intenso empleo de agentes purificadores, como el cloro. A ello se añade que algunos flagelos milenarios derivados de enfermedades transmitidas por el agua -como el cólera y la fiebre tifoidea- existen todavía en muchas partes de los países en desarrollo. Las inundaciones también han azotado a la humanidad desde los primeros asentamientos junto a los ríos. El control y la distribución del agua ha sido el objeto de algunas de las mayores hazañas de ingeniería más grandes de la humanidad. Aunque los esfuerzos humanos por reestructurar los sistemas hidrológicos naturales han generado múltiples beneficios notorios, esos mismos logros técnicos han añadido nuevas dimensiones a los problemas ambientales, entre ellos la difusión de enfermedades transmitidas por el agua, presiones sufridas por los ecosistemas, la pérdida de hábitat humano y natural, la sobresaturación y la salinización de los suelos y los conflictos entre los beneficiarios del agua que se encuentran en los cursos superiores e inferiores. A la deforestación relacionada con la presión demográfica en las zonas de las nacientes de los ríos se le atribuyen los mayores niveles de atarquinamiento y las inundaciones más frecuentes y devastadoras.

Las variables que se indican aquí han sido extraídas de un informe anterior titulado "*Draft guidelines on freshwater statistics*"¹⁶. Las variables indicadas bajo el acápite de "Actividades" son la extracción y empleo de agua y su utilización en la corriente con fines de recreación y de transporte. Otros aspectos del uso del agua en la corriente para la generación hidroeléctrica se encuentran en la sección A.1.6.2, "Conversión de energía", y en A.1.4, "Pesca" (utilización de masas de agua como hábitat de peces). El empleo de las aguas como vertedero de los desechos producidos por el hombre está tratado separadamente también en la sección A.2.2.1, "Emisiones y descargas de desechos en los medios del ambiente". En la sección A.3, "Fenómenos naturales", se indican las calamidades causadas por el agua, como las inundaciones y deslizamientos de tierra. Cuando la falta de precipitaciones se convierte en un desastre natural (la sequía), ello se encuentra en la sección A.3. La figura II muestra las bases de datos complementarias del EEEMA: es decir, la disponibilidad de existencias e inventarios de recursos hídricos (sección D), los efectos del uso del agua y otras actividades socioeconómicas sobre los recursos hídricos y su calidad (sección B) y las reacciones sociales ante los desastres, la contaminación y el agotamiento relacionados con el agua (sección C). Las definiciones y clasificaciones utilizadas en este informe están basadas en la *Clasificación estadística uniforme de la CEPE del uso del agua*¹⁷.

Figura II. Las estadísticas del agua en el EEEMA



Las autoridades hidrológicas (incluidas las que tienen a su cargo los sistemas de riego), son una importante fuente de datos. En muchas regiones, la extracción de agua es una actividad informal o está organizada a nivel municipal o de las aldeas. Para obtener estimaciones de la extracción de agua pueden hacer falta encuestas de las municipalidades, la agricultura, los hogares y las empresas. Los datos sobre la utilización en la corriente pueden obtenerse de diversas fuentes, como las encuestas de hogares y de empresas (incluidas las turísticas) acerca de los índices de participación, y los gastos y ventas de los servicios recreativos. También pueden obtenerse informaciones estadísticas de las autoridades navieras y las empresas que se ocupan del transporte por aguas interiores.

A.1.7.1 Extracción de agua

La extracción de agua puede considerarse una sustracción (temporaria) del agua, que la retira de su ciclo natural. Esta actividad origina varios problemas ambientales (véase la figura II). Figuran entre ellos la sustracción de agua a un ritmo mayor que el de su reposición natural, sobre todo de los acuíferos, embalses y lagos. En las regiones secas, la extracción de agua para el riego puede afectar gravemente a la cantidad y la calidad del agua que llega a los usuarios del curso inferior (véase la sección B.1.2.1, "Recursos hídricos"). Otros problemas se refieren a la calidad del agua cuando finalmente vuelve a las corrientes, lagos y medios marítimos. Las aguas empleadas para la limpieza, la refrigeración y el riego transportan soluciones de sales, productos químicos, partículas del suelo y desechos biológicos que, si su cantidad excede de la capacidad de asimilación de las aguas que los reciben, dan lugar a una degradación general. Estos problemas están tratados en la sección A.2.1.1, "Emisiones y descargas de desechos en aguas interiores", la sección A.2.1.1, "Emisiones y descargas en aguas de mar", y la sección B.2.2, "Calidad del agua" y sus cambios como consecuencia de las descargas. El cuadro 3 muestra las extracciones anuales, de aguas de superficie y subterráneas, clasificadas según su propósito, respecto de Inglaterra y Gales.

El concepto de "extracción neta" debe considerarse en relación con las corrientes hidrológicas: en primer lugar, las pérdidas derivadas de la evapotranspiración; en segundo lugar, las transferencias entre cuencas hidrográficas destinadas a redistribuir aguas llevándolas de zonas "superavitarias" a las "deficitarias" y aumentar la capacidad de generación de electricidad. Los planes de desvío han sido objeto de críticas cada vez más fuertes por los perjuicios que causan a los ecosistemas y los cambios que provocan en el clima local. La presupuestación del empleo del agua y los acuerdos sobre la extracción permitida entre los usuarios de los cursos superior e inferior se remontan a las civilizaciones más antiguas. El desarrollo del riego, el gran volumen del agua utilizada en las grandes regiones metropolitanas y la extracción de agua en gran escala para actividades industriales y fines de refrigeración han provocado insuficiencias del abastecimiento del agua en muchos países. El reducido margen de seguridad entre el abastecimiento y la demanda adquiere especial evidencia durante los períodos de estiaje. De este modo, la insuficiencia del abastecimiento puede agudizarse por los cambios del estilo de vida, la tecnología industrial y las prácticas agrícolas; por ejemplo, la sustitución de los cultivos tradicionales que exigen cantidades reducidas de agua por variedades seleccionadas que la exigen en grandes cantidades. De este modo, el aumento de la demanda de agua puede provocar condiciones de sequía aun cuando el nivel de las precipitaciones se mantenga dentro del rango de sus oscilaciones naturales.

Cuadro 3. Aguas de superficie y subterráneas combinadas en Inglaterra y Gales, según su propósito

(en megalitros por día)

	Abasteci- miento de agua ^{a/}	Agricultura		Industrias		Total extraído
		Riego por dispersión ^{b/}	Otras	Junta Central de Generación ^{c/}	Otras ^{d/}	
1977	14 768	115	120	13 406	6 958	35 367
1978	15 830	79	151	12 539	6 627	35 226
1979	16 268	106	140	12 710	6 773	35 997
1980	16 039	92	133	13 088	4 634	34 062
1981	16 039	116	111	12 208	4 972	33 446
1982	16 331	139	117	11 587	4 729	32 903
1983	16 360	170	119	12 179	4 095	32 923
1984	16 394	199	122	11 757	3 893	32 365
1985	16 685	102	121	10 710	3 920	31 538
1986	16 617	169	123	12 744	4 099	33 752
1987	17 240	101	121	12 806	3 702	33 970

Fuente: Departamento del Medio Ambiente, *Digest of Environmental Protection and Water Statistics* (Londres, Imprenta de Su Majestad, 1989).

a/ El suministro de agua comprende el agua extraída por autoridades oficiales, empresas de suministro y pequeñas extracciones privadas.

b/ Incluyendo pequeñas cantidades para riego no agrícola.

c/ Excluyendo el agua mareal pero incluyendo la utilizada para generación hidroeléctrica (unos 5.600 megalitros por día en 1987).

d/ Excluyendo el agua mareal y la utilizada para generación hidroeléctrica y acuicultura.

En el texto se clasifican las extracciones de agua según la fuente y el propósito o uso. Las estadísticas sobre el abastecimiento de agua a los hogares y el acceso de éstos a los sistemas de saneamiento figuran en *Estadísticas de los Asentamientos Humanos* (B.1.2, "Acceso a la infraestructura y los servicios").

Variables	Clasificaciones	Observaciones
<u>Extracción de agua</u>		
a. Aguas de superficie (m ³)	Fuente	Incluyendo ríos, lagos y embalses
b. Agua subterránea (m ³)	Fuente	Incluyendo pozos y acuíferos
c. Transferencias entre cuencas hidrográficas (m ³)	Fuente	Con indicación de las cuencas
d. Extracción de aguas de otras fuentes (m ³)	Fuente	Incluyendo la desalinización y la captación directa de aguas pluviales
e. Exportación de agua (m ³)	Propósito	Acuerdos sobre distribución de aguas
<u>Uso del agua</u>		
f. Agricultura (m ³ , km ²)	Tipo de riego	Incluyendo la inundación, la pulverización y el goteo
g. Industrias (m ³)	Tipo de procedimiento	Principales industrias que utilizan el agua (incluyendo las minas y canteras) y nivel de reciclaje
h. Producción de energía (m ³)	Tipo de procedimiento	Para fines de refrigeración en particular
i. Hogares (m ³)	Tipo de purificación Ozono	Incluyendo las aguas no purificadas, filtradas y tratadas con sustancias químicas

A.1.7.2 Actividades en la corriente

Las actividades en las corrientes de agua se relacionan con las características físicas de las masas de agua y las actividades humanas circundantes. Las posibilidades de generación hidroeléctrica, por ejemplo, dependen del volumen de las corrientes, la altura de saltos y las oscilaciones estacionales. Las actividades humanas en las corrientes de agua tienen carácter más complejo, y se basan en factores como los atractivos de la masa de agua, la facilidad de acceso desde los centros poblados, el clima y la competencia de otros lugares. Un problema ambiental de importancia es el de la intensidad de utilización, sobre todo cuando pone en peligro la viabilidad de los ecosistemas acuáticos. Las descargas de desechos, las utilidades con fines de recreación y de transporte y la generación de energía han contribuido, cada uno de esos factores por separado o en combinación con otros, a la degradación de los ecosistemas acuáticos.

Las actividades en la corriente pueden clasificarse del siguiente modo:

a) La pesca, medida por la cantidad de pescado capturado, destacándose la composición por especies y distinguiendo entre la pesca comercial y la deportiva;

b) La recreación y el turismo, apreciados por el número de participantes en diversos tipos de actividades recreativas vinculadas con el agua. Incluyen la natación, la pesca, la navegación a remo o vela, el esquí acuático, etc.;

c) Las descargas de desechos, apreciadas en su medida física volcada en los sistemas hídricos. Esto se basa en la noción de la "capacidad de asimilación", que es función del volumen, la corriente y la situación física de las aguas que reciben los desechos. Las medidas son las toneladas de efluentes y la demanda biológica de oxígeno, clasificada por la composición y la fuente de las descargas;

d) El transporte, medido según la intensidad del uso en relación con las características de la masa de agua. Los derrames accidentales de sustancias tóxicas y de petróleo son hechos particularmente importantes;

e) La generación de energía, medida por la cantidad y la capacidad de la energía generada.

Las actividades en la corriente de los tipos a), c) y d) figuran en otros lugares de este informe (véase la figura II). En el cuadro que sigue se indican las variables referentes a la recreación y turismo y al transporte.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Participación en actividades deportivas y recreativas en el agua (personas)	Tipo de actividad Tipo de masa de agua	Incluyendo indicadores de la intensidad del uso
b. Turismo (cantidad)	Tipo de masa de agua	Por ejemplo: pernoctaciones en hoteles de balnearios
c. Tráfico por vías acuáticas (t, km, cantidad)	Tipo de tráfico Tipo de masa de agua	Sistemas de aguas interiores, incluidos los canales, número de pasajeros, peso total de las cargas

A.1.8 Uso de la tierra y reestructuración ambiental

Las estadísticas sobre el uso de la tierra registran la dimensión espacial de las actividades humanas. A veces se distingue entre las actividades de uso de la tierra según las condiciones observadas y según su destino formal o establecido oficialmente: por ejemplo, la conservación, los parques nacionales o la utilización militar. En esta sección se indican las variables necesarias para registrar las transformaciones del paisaje; es decir, las estadísticas sobre los cambios del uso de la tierra y las obras que se dirigen a la reestructuración ambiental en gran escala.

En la medida en que esas actividades tienen lugar en asentamientos humanos, las variables correspondientes se encuentran en la sección A.1.5, "Uso de la tierra en los asentamientos humanos", y A.1.2, "Construcción de edificios e infraestructura", de *Estadísticas de los Asentamientos Humanos*. La situación del uso de la tierra en un momento determinado se describe mediante mapas e inventarios sobre el uso de la tierra (véase la sección D.1.1.1, "Inventarios de cultivos, ganado y suelo"; D.2.3, "Litosfera" (uso de la tierra); D.1.2.1, "Existencias de bosques"; y D.4, "Inventarios de ecosistemas"). Las variables de la administración y planificación del uso de la tierra figuran en la sección C.1, "Administración y recuperación de recursos".

Los cambios del uso de la tierra tienen lugar a través de la acción de fuerzas económicas y tecnológicas, condiciones demográficas, decisiones políticas, valores culturales y fenómenos naturales del clima y acontecimientos geológicos. Los factores determinantes del modo en que la tierra es usada, objeto de abuso o protegida pueden desglosarse en cinco grandes funciones, a saber:

- a) Capacidad productiva de la tierra: fertilidad natural que apoya los procesos biológicos de crecimiento;
- b) Posibilidades que ofrece el lugar para el desarrollo de actividades humanas: por ejemplo, instalación de mercados;
- c) Valores estéticos, espirituales y culturales vinculados con el paisaje y la historia humana: por ejemplo, lugares históricos;
- d) Funciones ecológicas del mantenimiento del equilibrio de los sistemas naturales y del hábitat de la fauna y la flora;
- e) Morfología de la tierra o del paisaje como factor determinante de las cuencas hidrográficas, las condiciones meteorológicas y las vías naturales de transporte o los obstáculos a éste.

Los factores económicos desempeñan una función primordial en los cambios del uso de la tierra. Por ejemplo, los precios de la tierra pueden dar lugar a que determinadas tierras de elevada productividad agrícola queden cubiertas de asfalto y hormigón. La infraestructura jurídica e institucional influye también, modificándolas a menudo, sobre las opciones que se efectúan sobre el empleo de la tierra. En gran medida, la gestión del medio ambiente se refiere a problemas de conflictos y decisiones que tienen que ver con las diversas opciones sociales sobre el uso de la tierra: es decir, su utilización económica enfrentada con el criterio ecológico.

En la sección C se indican las variables que permiten vigilar las medidas adoptadas para administrar, proteger y conservar la tierra sobre la base de prioridades de las sociedades y valores culturales; por ejemplo, la creación de parques nacionales, franjas verdes para contener la urbanización, la protección de lugares de valor tradicional, etc.

Las estadísticas sobre el uso de la tierra suelen ser escasas y fragmentarias. Las principales fuentes son los organismos locales de planificación, los censos agrícolas, las instituciones cartográficas y la teleobservación. En algunas oficinas de estadística los datos sobre el uso de la tierra se consideran integrantes de la base de datos estadísticos nacionales y se compilan en forma sistemática y periódica. Los datos sobre la reestructuración ambiental permanente pueden obtenerse de los organismos de planificación del desarrollo y de las instituciones competentes en materia económica, de gestión de recursos y de transportes.

A.1.8.1 Cambios del uso de la tierra

Las variables que se indican aquí presentan la sustitución de un uso de la tierra por otro. Las bases de datos nacionales sobre el uso de la tierra y sus cambios exigen una clasificación normalizada del uso de la tierra y encuestas sistemáticas al respecto. La *Clasificación estadística uniforme de la CEPE del uso de la tierra* (véase el anexo II) está destinada fundamentalmente a países industrializados situados en regiones de clima templado, y probablemente pueda adaptarse a las condiciones y necesidades propias de los países en desarrollo. Las bases de datos que registran los cambios del uso de la tierra deben distinguir entre los cambios estructurales de los ecosistemas y aquellos que sólo reflejan cambios de actividad, como la construcción de vías férreas en tierras que ya están intensamente urbanizadas. Los cambios del uso de la tierra que suponen pasar de una a otra de las grandes categorías de actividades, como cuando se destinan bosques a la agricultura, suelen tener una importancia ambiental mayor que los cambios que se producen dentro de los sectores, como cuando se destinan al pastoreo tierras cultivadas.

Las estadísticas del uso de la tierra se compilan y actualizan periódicamente mediante encuestas de los organismos competentes, como las municipalidades, a partir de los elementos sobre uso de la tierra de los censos agrícolas y extrayendo datos de los mapas resultantes de los estudios y los datos de la teleobservación. La complejidad y el elevado costo que supone el desarrollo de bases de datos estadísticos detallados sobre el uso de la tierra, y la necesidad de actualizarlos periódicamente, ha desalentado en el pasado a las oficinas de estadística de dedicarse a esta esfera. Sin embargo, el volumen de trabajo se ha visto considerablemente reducido con la introducción de los sistemas de cartografiado computadorizado; es decir, sistemas de información geográfica (véase la sección D, párrafos de introducción). Los datos sobre el uso de la tierra tienen un interés fundamental para evaluar la situación del medio ambiente y, por esta razón, deben recibir alta prioridad en los programas de estadística del medio ambiente.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Conversiones importantes del uso de la tierra entre sectores de actividad (km ²)	Uso de la tierra ^{a/}	Por ejemplo: bosques que se destinan al uso agrícola
b. Cambios del uso de la tierra dentro de los sectores de actividad (km ²)	Uso de la tierra ^{a/}	Por ejemplo: bosques naturales que se destinan a la plantación de árboles
c. Cambios del uso de la tierra para fines especiales (km ²)	Uso de la tierra ^{a/}	Por ejemplo: turismo, deforestación, desertificación

a/ Véase el anexo II.

A.1.8.2 Reestructuración permanente del medio ambiente

Las variables que se indican aquí son, en lo fundamental, una ampliación de la base de datos sobre cambios del uso de la tierra (A.1.8.1) para registrar con mayor detalle los cambios estructurales permanentes que se producen en el medio ambiente. Se desarrollan siguiendo dos orientaciones diferentes. La primera es un inventario formal o registro de las grandes obras "de reestructuración ambiental". Comprenden las infraestructuras del transporte y la energía, el desarrollo de nuevos asentamientos, las obras de riego y los programas de recuperación ambiental. En segundo lugar, hacen falta estadísticas sobre la reestructuración del medio ambiente que, en determinados casos, pueden ser de pequeña escala pero que, combinados, pueden adquirir bastante importancia. Esto incluiría los fraccionamientos de predios en las periferias urbanas, los establecimientos industriales y las obras de drenaje en pequeña escala. Aunque estos datos están estrechamente vinculados con las inversiones de capital público y privado, se debe procurar una estimación del nivel de reestructuración informal del medio ambiente, sobre todo en cuanto atañe al desmonte para destinar tierras a la agricultura de subsistencia o a las tierras que pasan a ser habitadas (debido a migraciones).

Las grandes obras suelen ser actividades de construcción que se desarrollan a lo largo de varios años. La reestructuración ambiental en pequeña escala se manifiesta en ciertos tipos de datos económicos, como la construcción de nuevas viviendas, las inversiones en infraestructura urbana y de transportes y las mejoras de la tierra. Los datos económicos consisten en los gastos efectuados en determinados ejercicios económicos. Desde el punto de vista ambiental resultan de mayor interés los parámetros físicos que describen no sólo la superficie en la que se produce el cambio de uso de la tierra, sino también otros factores de presión ambiental, como el volumen de tierra extraída, la superficie de hábitat natural perdida, y la utilización de materiales y energía, como la cantidad de hormigón para la construcción de embalses. Una fuente valiosa de información es la "Declaración sobre efectos ambientales" de las grandes obras.

Se propone un registro de grandes obras como primer paso en la compilación de datos estadísticos sobre la reestructuración ambiental permanente. Tal registro podría compilarse mediante datos técnicos, costos económicos y declaraciones sobre efectos ambientales.

Respecto de las obras que se desarrollan durante varios años, pueden obtenerse actualizaciones extraídas de informes anuales sobre su desenvolvimiento. Las informaciones necesarias para elaborar el registro son las siguientes:

- a) Nombre de la obra (por ejemplo: su denominación oficial en los planes nacionales);
- b) Propósito de la obra (por ejemplo: riego, control de las inundaciones, generación de electricidad, transportes, nuevos asentamientos);
- c) Fechas de iniciación y terminación (si se trata de proyectos en varias etapas, las de inicio y terminación de sus componentes);
- d) Elementos del proyecto y sus etapas (por ejemplo: habilitación de accesos, preparación del terreno, construcción de la obra, construcciones auxiliares, etc.);
- e) Costo de la obra, desglosado por elementos;
- f) Mano de obra empleada, desglosada por elementos y etapas;
- g) Insumos de materiales y energía (incluyendo cantidades de materiales de construcción, combustibles y electricidad);
- h) Equipo utilizado (cantidad y capacidad de medios de transporte, excavación, grúas, explosivos, etc.);
- i) Superficie perturbada por la construcción (distinguiendo, por ejemplo, entre la perturbación grave del lugar de la obra, el alojamiento de los trabajadores y la zona despejada, de la perturbación mediana o leve de los caminos de acceso, la zona de riego o las líneas de transmisión eléctrica);
- j) Declaración sobre efectos ambientales (con inclusión de un sumario sobre sus conclusiones y las medidas propuestas para la protección del medio ambiente).

La reestructuración ambiental permanente puede comprender las siguientes actividades:

- a) Proyectos hidrológicos de objetivos múltiples (por ejemplo: riego, generación eléctrica y control de inundaciones);
- b) Proyectos hidrológicos de objetivo único (por ejemplo: generación eléctrica);
- c) Obras de generación de energía en gran escala (por ejemplo: termoeléctrica, termonuclear, hidroeléctrica);
- d) Desarrollo de minas;
- e) Ampliación de redes de transporte;
- f) Nuevos proyectos de asentamiento con fines agrícolas;

- g) Construcción de nuevos centros poblados;
- h) Desarrollo de zonas turísticas;
- i) Desarrollo de establecimientos industriales, especialmente en la industria pesada y la industria química;
- j) Infraestructuras necesarias para el acceso a los recursos naturales (por ejemplo: caminos);
- k) Recuperación ambiental (por ejemplo: plantas de tratamiento de aguas cloacales, planes importantes de reforestación, proyectos en gran escala de conservación del suelo y reasentamiento de habitantes de medios degradados).

Debe señalarse que los proyectos de recuperación ambiental son al mismo tiempo "reestructuración ambiental" y "reacciones ante efectos ambientales", y figuran por consiguiente en la sección C.1.3, "Rehabilitación de ambientes degradados" y C.2.3, "Descontaminación y recuperación del medio ambiente". La construcción de obras de infraestructura y el acceso a ellas están descritas en "Estadísticas de los Asentamientos Humanos" (secciones A.1.2 y B.1.2).

La habilitación de nuevas zonas mineras reviste particular importancia en la enumeración precedente. Forma parte de una secuencia de actividades que se ha indicado en la sección A.1.5, "Minerales, minas y canteras". La escala del desarrollo minero oscila los varios millones de toneladas de extracción anual para el abastecimiento de los mercados mundiales hasta la apertura de canteras para la utilización local de materiales de construcción. Estas últimas operaciones sólo tienen efectos localizados, como la eliminación de la capa superficial, el ruido y el polvo. Como este tipo de actividades suele desarrollarse en la proximidad de asentamientos, la reacción del público puede ser sumamente intensa, sobre todo si da lugar a la pérdida de tierras valiosas desde el punto de vista de la agricultura y la recreación. La minería en gran escala plantea problemas ambientales más vastos, especialmente cuando perturba ecosistemas únicos o culturas tribales.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Red de transportes (km, dólares)	Tipo y propósito	Incluyendo la red energética; p. ej., líneas de transmisión y oleoductos
b. Reestructuración hidrológica (m ³ , km ² , km, dólares)	Tipo y propósito	Incluyendo represas, embalses y canales
c. Construcción de centrales eléctricas (kw, dólares)	Tipo y propósito	Combustibles fósiles, nucleares, solar, recursos hídricos y eólicos, etc.
d. Nuevos asentamientos agrícolas (km ² , cantidad, dólares)	Tipo y propósito	Desmonte, riego, número de hogares asentados

e. Nuevas obras de construcción de viviendas y plantas industriales (km ² , dólares)	Tipo y propósito	Preparación de emplazamientos de nuevos centros poblados y plantas industriales
f. Desarrollo de infraestructura para minas, silvicultura comercial, etc. (km ² , dólares)	Tipo y propósito	Construcción de infraestructura para explotación de recursos
g. Desarrollo de centros turísticos importantes (cantidad, km ² , dólares)	Tipo	Gastos públicos y privados y capacidad de alojamiento
h. Proyectos de recuperación ambiental (km ² , dólares)	Tipo y propósito	Recuperación de ecosistemas, conservación de suelos, forestación, tratamiento de aguas residuales
i. Reestructuración ambiental del sector informal (km ² , cantidad)	Tipo y propósito	Incluyendo los desmontes y las migraciones a nuevas tierras

A.1.8.3 Selección de indicadores del uso de la tierra

Las variables que se indican aquí son indicadores económicos generales y factores de presión sobre la tierra. Estos últimos pueden examinarse, además, desde el punto de vista de la capacidad de dar sustento a habitantes, ganado y actividades humanas. La densidad de población, superpuesta con el uso de la tierra, representa un indicador válido de las posibles presiones sobre el medio ambiente. Una variante más perfecta puede incluir, por ejemplo, variables ponderadas según el consumo de energía por individuo. Otros indicadores pueden ser la intensidad de la producción agrícola, la densidad de la población ganadera y la concentración de la actividad industrial. Las bases de datos sobre el crecimiento demográfico y los desplazamientos de poblaciones están descritas en la sección A.1.1, "Crecimiento y cambio demográficos", en "Estadísticas de los Asentamientos Humanos".

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Precio promedial de la tierra por hectárea (dólares)	Uso de la tierra ^{a/}	Incentivo económico para los cambios del uso de la tierra
b. Valor total de las operaciones inmobiliarias (dólares)	Uso de la tierra ^{a/}	Análisis económico de los cambios del uso de la tierra
c. Densidad de población (habitantes/km ²)	Tipo de población ^{b/}	Capacidad de sustento

d. Intensidad de las actividades (producción/km²)

Tipo de actividad

Capacidad de sustento

a/ Véase el anexo II.

b/ Aquí deben incluirse no sólo las poblaciones humanas, sino también el ganado y, según el hábitat, la fauna y la flora silvestres.

A.2 EMISIONES, DESCARGAS DE DESECHOS Y APLICACION DE AGENTES BIOQUIMICOS

Los temas estadísticos A.1.1 a A.1.6 se refieren a actividades humanas desde el punto de vista de la explotación y extracción de recursos naturales; y los temas A.1.7 y A.1.8, a la utilización local y la reestructuración del medio ambiente. La sección A.2 indica variables que describen actividades vinculadas con la producción y el consumo humanos que afectan al medio ambiente. La descripción estadística de la producción y el consumo constituye una parte sólidamente establecida de la estadística económica y, por lo tanto, no será tratada aquí. La vinculación con las estadísticas del sector económico debe establecerse clasificando las fuentes de contaminación según las actividades económicas: por ejemplo, según la CIIU y otras clasificaciones de las actividades públicas y privadas para las cuentas nacionales. La generación de residuos como subproducto de los procesos de producción y de consumo (sección A.2.1) y la aplicación deliberada de agentes bioquímicos (sección A.2.2) producen efectos ambientales análogos. El tratamiento estadístico de los agentes bioquímicos en forma separada de las descargas de desechos se debe en parte a que los primeros están vinculados en gran medida con fuentes de contaminación "no localizadas", como los escurrimientos de la agricultura.

Las emisiones y descargas de residuos en los medios ambientales son las etapas iniciales del proceso de contaminación, a las que siguen las concentraciones en el ambiente que afectan a la "calidad ambiental" del medio, la exposición de la biota (que incluye a los seres humanos) a los contaminantes y su contaminación, las enfermedades vinculadas con la contaminación y la lucha contra ésta y el tratamiento de sus efectos. Estas etapas sucesivas de la contaminación se describen en esta sección A.2 (respecto de las emisiones y descargas); en la sección B.2, "Calidad del medio ambiente" (incluyendo B.2.4, "Calidad de la biota y los ecosistemas"); B.3.1 "Salud humana y contaminación"; y C.2, "Vigilancia y control de la contaminación", respectivamente. Los temas estadísticos que abarca esta sección son A.2.1, "Emisiones y descargas de desechos en los medios del ambiente"; y A.2.2, "Aplicación de agentes bioquímicos". Las emisiones de contaminantes de la atmósfera y la generación de desechos sólidos y su recolección están comprendidas en "Estadísticas de los Asentamientos Humanos", en la sección A.2.1, "Emisiones y descargas de desechos", debido a su especial concentración en las zonas urbanas.

A.2.1 Emisiones y descargas de desechos en los medios del ambiente

La medición más significativa de las emisiones de residuos (descargas en la fuente) es la que se realiza en el medio ambiente "receptor" o en los ecosistemas que sirven de "vertederos" intermedios o definitivos de esos residuos; es decir, como "descargas" que llegan a esos receptores. El concepto del medio ambiente como un "vertedero" de residuos parte del supuesto de que los desechos son asimilados y biodegradados por dilución (en el agua), por difusión (en la atmósfera) y por descomposición (en los ecosistemas). La identificación de las descargas de desechos con determinados medios está basada en las características físicas de los desechos (gaseosos, líquidos y sólidos), más que en su composición química o su toxicidad. Esas distinciones son menos significativas desde el punto de vista de los procesos de los ecosistemas, pero resultan útiles para el ordenamiento de los diferentes medios receptores. Sin embargo, los contaminantes del aire se precipitan en la tierra y en el mar, los residuos sólidos se filtran a los sistemas hídricos y los residuos líquidos se solidifican en los lechos de ríos y lagos. De este modo, las descargas de desechos representan tanto un problema de "recorrido" como de cantidades de emisiones y descargas.

Existen correlaciones entre la cantidad de descargas de residuos, la concentración demográfica y la actividad de producción y consumo, y los tipos de tecnología aplicados. Pueden obtenerse estimaciones de los residuos directamente midiendo las descargas y emisiones al final de su camino, o indirectamente mediante datos sobre la ubicación, la producción y el consumo y la densidad de los hogares. Las estadísticas directas sobre la emisión pueden obtenerse mediante encuestas de empresas y autoridades municipales. Las apreciaciones indirectas exigen la estimación del coeficiente de contaminación que relacionen la unidad de desechos con la producción y con el consumo de los hogares. El mejor modo de estimar las descargas de contaminantes no circunscritas es el método de los modelos. Por ejemplo, el "escurrimiento" de productos químicos de la agricultura estaría en función de su nivel de aplicación, las características hidrológicas del suelo, los índices estacionales de precipitaciones, etc. Otras fuentes no circunscritas de contaminantes del agua son la sedimentación atmosférica, la lixiviación de los vertimientos de desechos sólidos y sustancias químicas naturales en las formaciones geológicas; por ejemplo, los óxidos de mercurio. Las estimaciones de las descargas brutas tienen que ajustarse para tomar en consideración el tratamiento de las aguas de desechos, el reciclaje y la "tecnología de desechos escasos", para alcanzar cifras netas. La conversión a un denominador común, como por ejemplo una medida de la demanda biológica de oxígeno (DBO)¹⁸, resulta útil para evaluar las contribuciones relativas de las diferentes fuentes de contaminación.

A.2.1.1 Emisiones y descargas en aguas interiores

Desde los más antiguos asentamientos humanos, se han empleado las corrientes y los ríos como forma conveniente de eliminar los residuos humanos y animales. Con la excepción de algunos casos localizados de contaminación, los vastos "filtros hidrológicos" de la biosfera se consideraban suficientes para limpiar los residuos humanos. En la actualidad, el simple aumento cuantitativo de las descargas de desechos y la toxicidad de una parte importante de su contenido han puesto en tela de juicio la capacidad del medio ambiente para asimilar residuos en la forma tradicional. Las variables que se indican aquí presentan la vinculación analítica entre las actividades humanas y la calidad del agua, y los efectos secundarios de las aguas degradadas sobre los ecosistemas acuáticos y la salud humana. Estos datos deben

ponerse en referencia y compatibilizarse con los conjuntos de datos indicados en otros temas estadísticos de la figura II en lo relativo al agua.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
<u>Estimaciones directas de las fuentes de descargas</u>		
a. Hogares (t, DBO, m ³)	Cuenca hidrográfica Tipo de descarga	Medida de la descarga de efluentes
b. Industrias (t, DBO, m ³)	Cuenca hidrográfica Tipo de descarga Sector industrial	Medida de la descarga de efluentes
<u>Estimaciones indirectas de descargas según fuentes</u>		
c. Hogares (t, DBO, m ³)	Cuenca hidrográfica Contaminante	Sobre las bases de las pautas de consumo de los hogares
d. Producción (t, DBO, m ³)	Cuenca hidrográfica Contaminante Sector de producción	Sobre la base de coeficientes de contaminación
<u>Descargas circunscritas de desechos según sus fuentes</u>		
e. Agricultura (t, DBO)	Cuenca hidrográfica Contaminantes	Sobre la base de coeficientes de contaminación y prácticas agrícolas
f. Del aire al agua (t)	Cuenca hidrográfica Contaminante	Incluyendo las precipitaciones de lluvias ácidas
g. De la tierra al agua (t)	Cuenca hidrográfica Contaminante	Incluyendo la lixiviación de vertimiento de desechos sólidos
h. Del agua al agua (t, m ³)	Cuenca hidrográfica Contaminante	Estimaciones de descargas en confluencias y desembocaduras de ríos

A.2.1.2 Emisiones y descargas en aguas de mar

Las aguas de mar se distinguen de las aguas interiores por la utilización evidentemente distinta de las masas de agua, que incluye la noción de los "océanos" como vertedero final de todos los materiales solubles. Aunque las aguas de los mares forman parte del patrimonio mundial, la perspectiva nacional aplicada a las estadísticas ambientales puede referirse al "mar territorial" (con límite de 12 millas), o bien a la "zona económica exclusiva" (con límite de 200 millas). Se hace hincapié en la contaminación descargada directamente de los asentamientos urbanos ribereños y de las actividades industriales, e indirectamente por las

corrientes que provienen de las cuencas de captación y la sedimentación natural en las regiones de deltas. El transporte marítimo y la extracción de petróleo y de gas en aguas costeras han acentuado las amenazas a la ecología de las costas debido a los peligros de derrames de petróleo y sustancias químicas. El vertimiento en el mar ha sido considerado un método conveniente de eliminación de sustancias perjudiciales, materiales dragados, productos de sentina y residuos urbanos. También se ha utilizado el vertimiento en los fondos oceánicos profundos para eliminar materiales radiactivos. La contaminación del mar abierto se encuentra en general fuera de la jurisdicción nacional, pero ha sido objeto de acuerdos y protocolos contra la contaminación y los vertimientos. Las descargas contaminantes provenientes de mares interiores y regionales se están "reglamentando" cada vez más, a través de organismos internacionales, por los países que comparten una misma masa de agua, como por ejemplo, el Mediterráneo o el Caribe¹⁹.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Descargas provenientes de asentamientos ribereños (m ³ , DBO)	Sistema costero Contaminante	Incluyendo estuarios, bancos manglares y playas turísticas
b. Descargas de industrias costeras (m ³ , DBO)	Sistema costero Contaminante Industria	Bancos, manglares, playas turísticas
c. Vertimiento en los mares (t)	Tipo de desecho	Distinguir los vertimientos en fondos oceánicos profundos de los vertimientos en mares costeros
d. Derrames de petróleo y sustancias químicas (t)	Sistema marítimo	Incluyendo los provenientes de buques cisterna, perforaciones en el mar y tuberías
e. Descargas totales provenientes de cuencas de captación (t)	Ecosistema marítimo	Distinguir las sedimentaciones de las descargas de productos químicos

A.2.1.3 Descargas de desechos en tierra

Las estadísticas sobre la generación de residuos sólidos recogidos por las municipalidades figuran en "Estadísticas de los Asentamientos Humanos", en la sección A.2.1.d, "Desechos sólidos recogidos". Este tema estadístico se refiere a la utilización de la tierra para el vertimiento de desechos sólidos. Por consiguiente, se hace hincapié en la ubicación, el tamaño y el contenido de los lugares de eliminación de residuos urbanos e industriales, el tratamiento de los desechos peligrosos (por ejemplo, los desechos nucleares y las sustancias químicas tóxicas) y la eliminación informal de los "objetos inútiles". Estos últimos incluyen residuos como los plásticos, la espuma de estireno y las cubiertas de neumáticos que se encuentran en los lechos de las corrientes de aguas y las orillas de los ríos, los vertederos,

depósitos de automóviles abandonados y de restos de materiales de construcción situados en zonas alejadas²⁰.

Tienen especial importancia los desechos de la minería, relacionados también con los peligros de deslizamientos de tierras y de atarquinamiento de las corrientes de agua. Los desechos de rocas y de materiales de superficie suelen ser inertes y pueden utilizarse para rellenar minas de las que se han extraído los minerales. La tierra negra se mantiene separada algunas veces para utilizarla en la recuperación de suelos. Los problemas ambientales vinculados con los vertederos de desechos sólidos derivan no sólo de sus efectos en el entorno inmediato, sino que se extienden por vías de contaminación debido a filtraciones, envenenamientos de especies que se alimentan con residuos en descomposición y enfermedades causadas por condiciones insalubres. Los lugares peligrosos plantean problemas especiales por el riesgo que generan a los asentamientos humanos y los ecosistemas vulnerables. También existe peligro de que la contaminación se desencadene en esos lugares por consecuencia de catástrofes naturales imprevistas e incontrolables (como los terremotos, las inundaciones y los deslizamientos de tierras). El reciclaje como medio para reducir el problema de la eliminación de residuos en forma ecológicamente segura está descrito en "Estadísticas de los Asentamientos Humanos" (C.2.3.6, "Reutilización y reciclaje de los desechos sólidos") y figura también entre las reacciones públicas y no oficiales ante la contaminación en las secciones C.2.4 y C.4, respectivamente.

Los datos sobre la eliminación informal de residuos, incluyendo la cantidad, el contenido y el método de eliminación y reciclaje, pueden obtenerse mediante encuestas de hogares, encuestas agrícolas y de pequeñas industrias. Los datos sobre la eliminación organizada o formal suelen obtenerse mediante encuestas de municipalidades y empresas privadas que se ocupan de la administración de los vertederos. La basura esparcida, que por lo general representa más una molestia que un peligro, importa en la medida en que los residuos no biodegradables tienden a acumularse en el medio ambiente creando problemas especiales en zonas alejadas. Las mediciones efectuadas mediante las imágenes de teleobservación constituyen una de las fuentes de datos; otras pueden ser las encuestas por muestreo de las características de la basura esparcida en una zona determinada. Otras técnicas de estimación de los datos comprenden los modelos de generación de residuos basados en las pautas espaciales de producción y consumo.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Vertederos (t)	Tipo de lugar Contenido de desechos	Abiertos, de terraplén, de incineración municipal, industriales
b. Desechos peligrosos (t)	Técnica de eliminación Contenido de desechos	Enterramiento, incineración
c. Eliminación informal de desechos (t)	Técnica de eliminación Contenido de desechos	Encuestas de hogares, de aldeas y sobre desechos esparcidos
d. Generación de residuos minerales (t)	Tipo de residuos Tipo de mina	Residuos anuales y acumulados en tierra y bajo tierra

A.2.1.4 Emisiones y transporte a distancia de contaminantes del aire

Las emisiones y el transporte a distancia de contaminantes del aire son causantes de la acidificación de lagos, ríos y suelos y de mortandad en los bosques. A diferencia de la contaminación del aire en el medio urbano, que se produce principalmente alrededor de los asentamientos humanos (véase la sección B.2.1, "Concentración ambiental de contaminantes y desechos", en *"Estadísticas de los Asentamientos Humanos"*), el transporte y depósito a distancia se producen sobre todo fuera de los asentamientos y por esa razón se mencionan aquí. La dimensión internacional del problema ha impulsado programas y protocolos en un esfuerzo por reducir esta grave fuente de presiones sobre el medio ambiente. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Comisión Económica para Europa han estudiado un sistema de vigilancia de las emisiones y el transporte a distancia de contaminantes del aire. Las estadísticas sobre las principales fuentes de emisiones ácidas en la atmósfera tienen que vincularse con las referentes a los depósitos de sustancias secas y húmedas en el agua y el suelo (véanse las secciones B.2.2.1, "Calidad de las aguas interiores", y B.2.3, "Calidad del suelo y las tierras"). Esas informaciones pueden vincularse con los índices de cambio de los niveles de acidez de las aguas y los suelos. Los modelos de precipitaciones ácidas combinan esos datos con informaciones sobre la capacidad de absorción del suelo o del agua (alcalinidad), los registros meteorológicos (cuencas atmosféricas) y la observación de la fauna y la flora para determinar el daño y predecir las tendencias futuras. Los efectos de los depósitos ácidos tienen que relacionarse con la calidad y los eventuales cambios cuantitativos de la fauna y la flora y de sus ecosistemas (véase B.1.1, "Recursos biológicos", y B.2.4, "Calidad de la biota y los ecosistemas").

Las emisiones y transportes a distancia de contaminantes del aire están estrechamente relacionados con pautas meteorológicas que vinculan las "zonas de origen" con las "zonas receptoras". Esas pautas generales suelen ser transfronterizas, continentales y mundiales. Las principales fuentes artificiales de ácido sulfúrico son los centros de actividad de la industria pesada, como las operaciones en gran escala de fundición de metales no ferrosos, las centrales termoeléctricas y la utilización de carbón para la calefacción de los hogares. Estas últimas emisiones se encuentran más próximas al suelo y ejercen, por ello, efectos más localizados que las grandes chimeneas de las fuentes industriales. Una fuente importante de óxidos de nitrógeno (NO_x) es la quema de hidrocarburos en los motores de combustión interna. Las erupciones volcánicas, los grandes incendios forestales y la quema de pastizales son fuentes naturales de acidificación de las precipitaciones.

Los datos sobre emisión y sedimentación a distancia de contaminantes del aire se compilan a partir de diversas fuentes, entre las cuales figuran las series estadísticas sobre la producción, el consumo de combustibles, los transportes y los fenómenos naturales. Esos datos deben complementarse con parámetros tecnológicos (por ejemplo, la eficiencia del consumo de combustibles y los equipos de reducción de la contaminación) y con datos sobre las pautas meteorológicas. La dimensión transfronteriza requiere el acceso a datos de esa índole provenientes de otros países.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Fuentes nacionales de emisiones y transporte a distancia de contaminantes del aire (t)	Tipo de fuente	Incluyendo fuentes industriales, del hogar, de los transportes y naturales (incendios, volcanes)
b. Fuentes transfronterizas de emisiones y transporte a distancia de contaminantes del aire (t)	Tipo de fuente	Con indicación de países

A.2.2 Aplicación de agentes bioquímicos

Las estadísticas sobre utilización de agentes bioquímicos se refieren al empleo de fertilizantes artificiales para enriquecer los suelos y al uso de plaguicidas para proteger de enfermedades a animales y plantas. Otros productos químicos aceleran el crecimiento de la biota y preservan y mejoran la calidad y apariencia de los productos biológicos. La difusión de agentes bioquímicos genera efectos ambientales a través de los sistemas cíclicos y la acumulación de contaminantes en el agua, la tierra y en las especies (a través de la "cadena de los alimentos") (B.2 y B.3). El nitrógeno y el fósforo de los fertilizantes químicos aumentan en las corrientes de agua y en el agua potable (B.2.2). Se detectan residuos de plaguicidas en los alimentos destinados al consumo humano y en los tejidos animales (B.3.1 y B.2.4.1). Las reacciones de la política ambiental consisten, en parte, en vigilar la contaminación de los alimentos (C.2.1), en el control del empleo de agentes bioquímicos (C.2.2), en evaluar sus costos y beneficios y desarrollar productos menos tóxicos o de biodegradación más acelerada (C.4.1), y en parte en volver a métodos más naturales de conservación de la calidad del suelo y de lucha contra las plagas (por ejemplo, mediante depredadores naturales) (C.1.2).

Las variables indicadas para este tema se refieren al análisis espacial de la aplicación y la difusión de los agentes bioquímicos. Esto señala la necesidad de identificar, cuando es posible, las coordenadas geográficas de su aplicación, para su acumulación en cuencas de captación y zonas ecológicas. La utilización de agentes bioquímicos debe medirse, en lo posible, en cantidades de "ingredientes activos". El contenido de nutrientes que se encuentran en los fertilizantes suele establecerse en proporciones fijas de potasio (K), fósforo (P) y nitrógeno (N). Los plaguicidas, en cambio, son de mayor complejidad química y se venden utilizando nombres de marcas en lugar de sus fórmulas químicas. Esto obliga a relacionar las propiedades químicas con los nombres de marcas comerciales. Los plaguicidas pueden clasificarse según su propósito (insecticidas, herbicidas y fungicidas), o según su estructura química (compuestos orgánicos clorados y fosfatados, carbonatos, etc.).

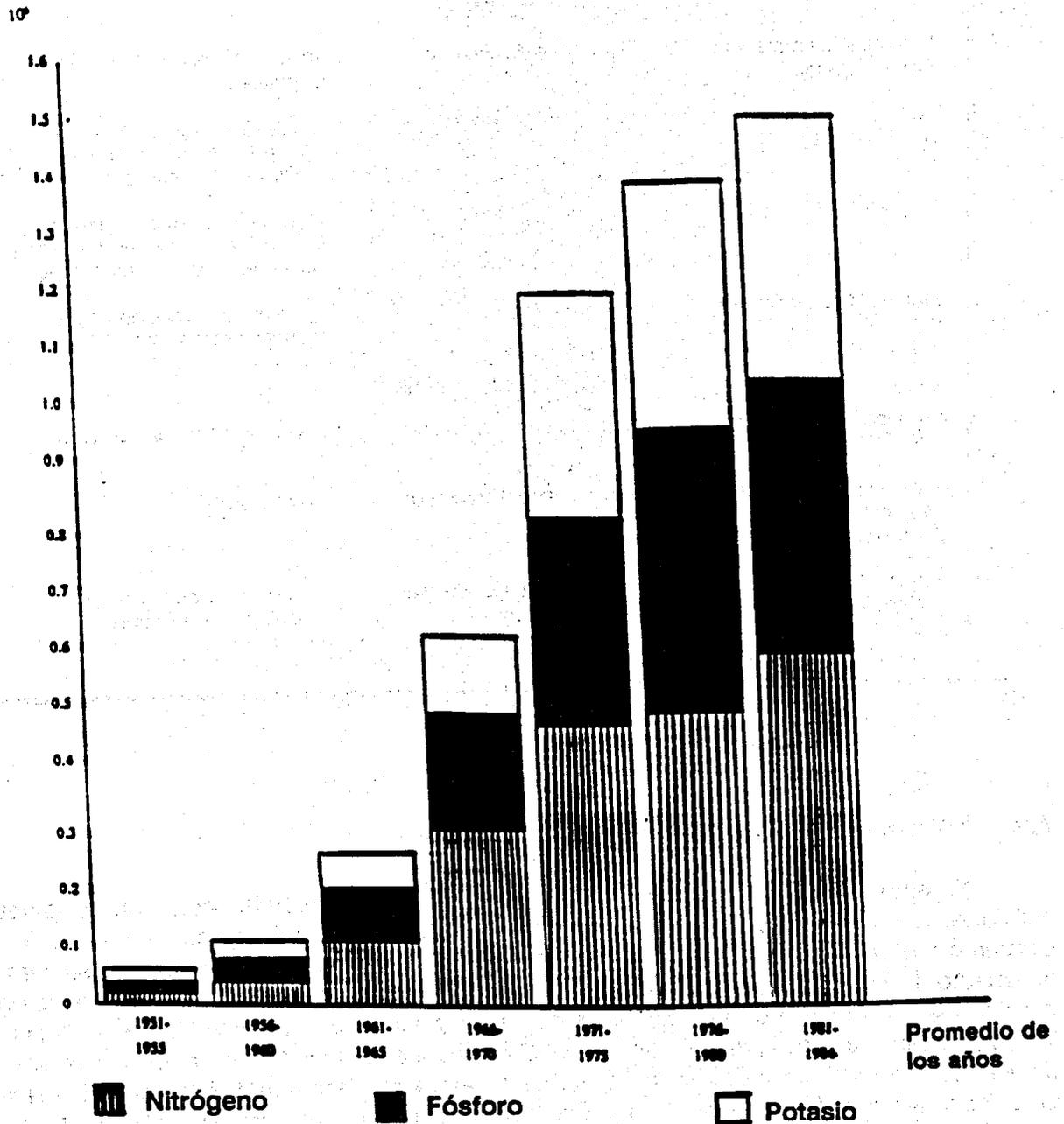
A nivel internacional se están realizando diversos esfuerzos de difusión de informaciones sobre los productos perjudiciales para la salud y para el medio ambiente. La "Lista consolidada de los productos cuyo consumo y/o venta han sido prohibidos, o sometidos a restricciones rigurosas o que han sido retirados del mercado o no han sido aprobados por los gobiernos" forma parte de un esfuerzo permanente de las Naciones Unidas para suministrar tales

informaciones. La lista, preparada conjuntamente por la Secretaría de las Naciones Unidas y otros organismos especializados de la Organización, constituyen un instrumento que ayuda a los gobiernos a mantener información actualizada sobre las decisiones adoptadas por otros gobiernos y les ayuda a examinar el alcance de las posibles medidas reglamentarias. En ella se complementa y se consolida la información elaborada en el sistema de las Naciones Unidas, incluido el Registro Internacional de Productos Químicos Potencialmente Tóxicos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Los datos sobre producción y comercio de agentes químicos manufacturados pueden obtenerse de encuestas de establecimientos industriales y estadísticas sobre el comercio internacional. Los datos sobre aplicación de agentes químicos en el suelo pueden extraerse de encuestas de los usuarios (agricultores, silvicultores, autoridades sanitarias públicas) y, más indirectamente, de los vendedores mayoristas y los abastecedores del sector público. Las encuestas sobre el empleo de agentes químicos deben tratar de determinar los ingredientes activos, la superficie y la cantidad de aplicación, el método de aplicación y los datos sobre utilización de fertilizantes naturales y métodos biológicos para la lucha contra las enfermedades y las plagas. Aunque la variable preferible es la cantidad de ingredientes activos, a veces sólo es posible obtener datos expresados en unidades monetarias.

Las variables que se indican en el texto son las cantidades de agentes químicos aplicadas por superficie e intensidad: por ejemplo, kilogramos por hectárea, volumen de la oferta interna y método de aplicación. Esto último se refiere en gran medida a la difusión espacial y a la exposición de seres humanos a los agentes químicos, como en el caso de rociado desde el aire. La oferta interna se basa en datos fáciles de obtener sobre los agregados nacionales de cantidades producidas disponibles y sobre el comercio internacional. La figura III presenta un ejemplo de serie cronológica de esa oferta respecto de tres tipos de fertilizantes, que permite alertar sobre las eventuales tendencias perjudiciales de la calidad de los suelos y las aguas.

Figura III. Oferta de fertilizantes en Hungría, por cantidades de agentes activos (1951-1984)



Fuente: Központi Statisztikai Hivatal, *A Környezet állapota és védelme* (Budapest, 1986).

Variables	Clasificaciones	Observaciones
<u>Aplicación</u>		
a. Fertilizantes naturales (t, km ² , kg/ha)	Tipo de fertilizante	Incluyendo estiércol y residuos vegetales
b. Fertilizantes químicos (t, km ² , kg/ha)	Tipo de fertilizante	Incluyendo la proporción de ingredientes activos de los fertilizantes compuestos
c. Plaguicidas (l, t, km ²)	Tipo de plaguicida	Incluyendo el empleo para la protección de la salud humana y del ganado; p. ej.: paludismo
d. Método de aplicación (kg, km ²)	Tipo de método	Incluyendo aplicación aérea, manual y mecánica
<u>Aplicación y sedimentación</u>		
e. Producción de agentes bioquímicos (t, dólares)	Tipo de agente bioquímico	Clasificación por ingredientes activos
f. Importación y exportación de agentes bioquímicos (t, dólares)	Tipo de agente bioquímico	Oferta interna ^{a/}
g. Empleo (insumos) de agentes bioquímicos (t, dólares)	Tipo de agente bioquímico Sector económico	Incluyendo la agricultura, silvicultura, salud pública, etc.

a/ Oferta = producción + importación - exportación.

A.3 FENOMENOS NATURALES

El tema estadístico de los fenómenos naturales, en el EEEMA, indica las variables de actividades vinculadas con las presiones no humanas ("naturales") de la producción, el consumo y el bienestar humanos, y también del medio ambiente. Reviste un especial interés el aspecto de los fenómenos naturales en cuanto se vincula con los efectos ambientales de las actividades humanas. Por ejemplo, las prácticas incorrectas de utilización de la tierra durante las sequías, sobre todo en la agricultura, pueden provocar la desertificación; el establecimiento de asentamientos humanos en zonas vulnerables y expuestas a terremotos ha causado pérdidas de vidas y destrucción de bienes. La actual preocupación por los cambios del clima (el efecto de invernadero) ilustra con elocuencia la forma en que las actividades humanas pueden influir sobre procesos naturales. Los historiadores han señalado a menudo la vinculación entre fenómenos naturales y grandes corrientes migratorias, el abandono de ciudades y la desaparición de civilizaciones antes florecientes. Las sequías prolongadas, las inundaciones desastrosas, los terremotos catastróficos y las erupciones volcánicas se inscriben en la historia humana al mismo título que las guerras y las pestes.

Los fenómenos singulares o excepcionales relacionados con calamidades naturales pueden distinguirse de las oscilaciones (anormales) del clima; es decir, las variaciones extremas respecto del promedio. El concepto de "normal" plantea el problema de los límites de los márgenes normales. Por ejemplo, el análisis de una serie cronológica prolongada puede revelar apartamientos respecto del promedio que desde el punto de vista meteorológico son "normales" pero que, con perspectiva socioeconómica, representan hechos "anormales". La sequía del Sahel de mediados del decenio de 1970 ofrece un buen ejemplo²¹. Se ha propuesto llevar registros de las calamidades naturales para anotar la frecuencia, la ubicación, la gravedad y los efectos ambientales y humanos de los fenómenos graves de naturaleza geológica, atmosférica, hidrológica y biológica. Estos últimos se refieren a los brotes importantes de enfermedades y a las infestaciones de especies biológicas. Los efectos de las calamidades naturales y de los accidentes provocados por el hombre en los asentamientos humanos y el bienestar del hombre figuran en *Estadísticas de los Asentamientos Humanos* (B.3.2, "Daños y accidentes relacionados con los asentamientos"). Otros efectos de calamidades naturales y provocadas por el hombre figuran en la sección B.3.2, "Efectos de los desastres ambientales"²².

Los registros de calamidades naturales incluyen fenómenos de los siguientes tipos:

- a) De dinámica física y geológica: terremotos, erupciones volcánicas, maremotos (tsunamis), deslizamientos de tierras y avalanchas;
- b) De dinámica atmosférica: vientos (huracanes, tornados) y tormentas de nieve e incendios;
- c) De dinámica hidrológica: inundaciones;
- d) De dinámica de las poblaciones biológicas: explosiones demográficas (como las infestaciones de insectos) y brotes importantes de enfermedades.

Los datos para un registro de las calamidades naturales pueden obtenerse de instituciones gubernamentales creadas para ocuparse de los desastres naturales. Otras fuentes pueden ser los informes periodísticos, las oficinas meteorológicas y los informes sobre daños de las compañías de seguros y las administraciones locales. La información sobre las condiciones meteorológicas graves puede extraerse del análisis de los registros meteorológicos. Otras fuentes, como las imágenes obtenidas mediante satélites, pueden complementar esos registros, por ejemplo al indicar la extensión de una zona de sequía.

Las variables que se indican en el texto se refieren a la extensión y la intensidad de los fenómenos naturales con el desglose ya indicado de la dinámica meteorológica (incluida la hidrológica), geológica y biológica. La flora y la fauna silvestres se han adaptado generalmente a márgenes normales de los fenómenos naturales, pero las condiciones extremas pueden generar peligros para su supervivencia. En los casos más graves pueden desmoronarse ecosistemas enteros y su recuperación, si alcanza a producirse, puede llevar muchos años. La actividad humana puede haber debilitado, sin advertirlo, la capacidad de recuperación de los sistemas naturales ante los fenómenos naturales. Ello podría ocurrir, por ejemplo, cuando las actividades humanas han reducido el volumen y la diversidad del hábitat natural o han degradado en cualquier otra forma el ecosistema (véanse las secciones B.1.1 y B.2.4). Estos datos son variables fundamentales para la explicación de los análisis espaciales de la

producción biológica y las condiciones del medio ambiente. Ello sugiere la construcción de bases de datos codificadas geográficamente: por ejemplo, la digitalización de los datos cartografiados. Pueden aplicarse diversas técnicas para delimitar los niveles de gravedad de los fenómenos: por ejemplo, zonas afectadas gravemente, moderadamente y levemente, y no afectadas. Tales mapas, superpuestos con la representación de otros factores como la producción agrícola, suministran las bases para la correlación espacial entre las actividades naturales y la producción económica y biológica.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
<u>Riesgos meteorológicos y climáticos</u>		
a. Precipitaciones: desviación respecto del promedio estacional (mm, km ²)	Geográficos	Incluyendo zonas de inundaciones y de sequías
b. Desviaciones de la temperatura respecto del promedio estacional (°C, km ²)	Geográficos	Incluyendo las zonas de temperaturas altas y bajas respecto del promedio estacional que afectan a los cultivos y las condiciones de vida
c. Nubosidad: desviación respecto del promedio estacional (h, km ²)	Geográficos	Incluyendo las zonas cuya falta de sol afecta a los cultivos, el turismo, etc.
d. Vientos (km/h, h, km ²)	Geográficos	Huracanes, tornados, tormentas de nieve, incluyendo velocidad, duración y zonas afectadas
e. Incendios (días, km ²)	Geográficos Causa	Causados por el hombre, por rayos y otros, incluyendo superficies afectadas y duración
<u>Riesgos geológicos</u>		
f. Terremotos y erupciones volcánicas (escala de Richter, km ² , hr)	Geográficos	Incluyendo intensidad, zona afectada y duración
g. Maremotos (m, hr, km ²)	Geográficos	Incluyendo altura, duración y zona afectada
h. Aludes y avalanchas (km ²)	Geográficos	Incluyendo superficie afectada
<u>Riesgos biológicos</u>		
i. Infestaciones de insectos (km ² , días)	Geográficos Tipo de infestación	Incluyendo superficie afectada y duración
j. Brotes de enfermedades (cantidad, km ² , días)	Geográficos	Incluyendo cantidades de biota afectada, superficie afectada y duración

B. EFECTOS AMBIENTALES DE LAS ACTIVIDADES Y LOS FENOMENOS

La sección B indica las variables necesarias para describir los efectos de las actividades humanas y los fenómenos naturales sobre el medio ambiente. Pueden distinguirse tres categorías de variables, referentes a los cambios cuantitativos de los recursos naturales (B.1), a los cambios de la calidad del medio ambiente (B.2) y a los efectos que se derivan para la salud y el bienestar (B.3). Entre los cambios de la disponibilidad de recursos naturales figuran los recursos biológicos (B.1.1) y los recursos cíclicos y no renovables (B.1.2). Los indicadores cualitativos se refieren, por un lado, al aire, el agua y la tierra (B.2.1, B.2.2 y B.2.3) y, por otro lado, a la biota y los ecosistemas (B.2.4). Por último, los efectos sobre la salud y el bienestar resultantes de la contaminación del medio ambiente y los fenómenos naturales se evalúan en la sección B.3. Los temas estadísticos relacionados con la contaminación del aire y la calidad de las condiciones de vida en los asentamientos humanos y los efectos de los desastres naturales sobre esos asentamientos y sobre el bienestar humano están comprendidos en la sección B.2 de *Estadísticas de los Asentamientos Humanos*, "Condiciones de los recursos vitales", y en la sección B.3, "Condiciones de salud y bienestar en los asentamientos humanos".

Las series cronológicas de efectos ambientales en determinadas zonas geográficas son el núcleo de la base de datos en que se apoya la información sobre el estado del medio ambiente. El análisis por series cronológicas en la esfera de las estadísticas socioeconómicas constituye una esfera perfectamente desarrollada, y lo mismo ocurre en menor medida con la regionalización de esas estadísticas. En cambio, no existe una experiencia comparable en la esfera, apenas naciente, de las estadísticas sobre el medio ambiente. El problema central reside en la insuficiencia de datos que permitan interpretaciones válidas de las tendencias en las distintas zonas geográficas. El surgimiento de la tecnología de la cartografía computadorizada, en los llamados "sistemas de información geográfica", ha mejorado considerablemente la capacidad de análisis espacial; pero esas técnicas, en última instancia, no pueden ser más seguras que los datos con que trabajan.

Los datos sobre la calidad del medio ambiente suelen calificarse como "débiles" por la necesidad de representar vastas zonas mediante datos sobre puntos determinados, o de reflejar situaciones complejas del medio ambiente a través de variables o indicadores más o menos "representativos". Revisten especial interés los indicadores que pueden considerarse síntomas de mal estado del ecosistema; es decir, de una reducción de su capacidad de sustento de la vida. Se los califica a veces como indicadores de advertencia: por ejemplo, los índices de pérdida de suelo (como indicadores de disminución futura de la producción agrícola), o las manifestaciones de cambios en especies fundamentales de los sistemas ecológicos (por lo que significan respecto de la tendencia del estado general del sistema). La interpretación de los datos observados es muchas veces incierta, porque los modelos de comportamiento del medio ambiente tienden a describir relaciones no lineales (oscilaciones erráticas y desmoronamientos súbitos) cuyas causas y efectos son difíciles de precisar. La vigilancia del medio ambiente es el principal instrumento para comprobar su estado. Se han dedicado grandes esfuerzos a elaborar sistemas de vigilancia del medio ambiente. Sin embargo, hay que buscar equilibrios entre un sistema conveniente de muestreo y la reducción al mínimo de los costos de la obtención de datos. Los problemas que deben examinarse al determinar el contenido de información de los sistemas de vigilancia se analizan en la sección C.2.1.

B.1 AGOTAMIENTO Y AUMENTO DE LOS RECURSOS

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo ha destacado la urgencia de que las naciones administren sus propias bases de recursos en forma sostenible y cooperen entre sí para conservar los "bienes comunes del mundo"⁶. Las tierras abandonadas por la agricultura, la sustitución de biota superior por otra inferior, la desaparición de existencia de peces y el aumento de los índices de desertificación y deforestación son testimonios mudos de cómo los recursos no se mantienen en un nivel sostenible. La gestión sostenible incluye el concepto del equilibrio a largo plazo de los recursos renovables y la sustitución de los recursos no renovables. De ese modo, en la sección B.1 se indican las variables fundamentales necesarias para apoyar un sistema de información sobre la administración sostenible de los recursos y, en última instancia, la política de desarrollo. El método empleado consiste en estudiar los incrementos y las reducciones de las existencias de recursos biológicos y las ganancias y las pérdidas de agua, suelos y recursos minerales. Tales datos deberían ser compatibles, en la mayor medida posible, con las bases de datos sobre existencias de la sección D. Esa compatibilidad permite, en particular, la presentación coherente de los cambios de las existencias entre momentos distintos, junto con el volumen "total" de las existencias o reservas de recursos naturales, o en sistemas de contabilización física de los recursos (véase el anexo I).

B.1.1 Recursos biológicos

El agotamiento biológico resulta en parte de la explotación y en parte de la mortalidad natural. Esta última significa las supresiones biológicas que no representan "extracciones" deliberadas para atender necesidades humanas: de alimentos, fibras, combustibles y otros productos materiales para su empleo por el hombre. Desde el punto de vista ambiental, la medida adecuada es la "sustracción bruta" de materiales biológicos. Por ello, también debe contabilizarse la explotación natural (por ejemplo, en el pastoreo) y la mortalidad (por enfermedades, efectos climáticos y depredación). Tales reducciones naturales también podrían verse agravadas por las precipitaciones ácidas.

El concepto de "explotación excesiva" se aplica generalmente a las situaciones en que el ritmo de la sustracción supera al ritmo natural de recuperación. La explotación excesiva se vincula normalmente con recursos naturales "de dominio público", como los bosques tropicales, las existencias de peces y la fauna y la flora silvestres. Sin embargo, los sistemas bioproductivos "controlados", como la agricultura o la silvicultura de plantación, también deben considerarse sujetos a explotación excesiva cuando las actividades de producción y de explotación alcanzan tal intensidad que se reduce la capacidad de la base de apoyo para la explotación futura. Esto representa, en parte, un problema de la compleja dinámica de los ciclos artificial y natural de los nutrientes y su degradación cualitativa en el agua, el suelo y los microorganismos. La experiencia humana de mantenimiento de sistemas modernos de agricultura de alto rendimiento sólo cuenta, a lo sumo, una antigüedad de 40 ó 50 años. Lo que no es seguro es que tales métodos de alto rendimiento puedan mantenerse indefinidamente por medio del permanente aporte de fertilizantes, plaguicidas y tecnología. Otro motivo de agotamiento de recursos biológicos, de gravedad tal vez cada vez mayor, es la competencia de la fauna y la flora con el hábitat humano y los usos conexos de la tierra. Ese agotamiento puede considerarse permanente cuando, por ejemplo, se destinan bosques a la agricultura. La

pérdida de recursos biológicos debida a la contaminación o a los efectos de los productos químicos es otro factor que se examina en la sección B.2.4.1, "Calidad de la biota".

En la regeneración natural de la fauna y la flora pueden observarse pautas de crecimiento particulares. Esas pautas dependen de la capacidad propia de cada especie, de las relaciones entre presas y depredadores, de la capacidad de sustento del medio ambiente y de la existencia de umbrales de población (poblaciones que no pueden recuperarse si descienden por debajo de determinado nivel). Otro factor es la adaptabilidad de la fauna y la flora a los cambios del medio. Viene al caso, a este respecto, la adaptación cada vez mayor de la fauna y la flora silvestres a los ambientes urbanos (por ejemplo, al aprender a vivir de desechos humanos).

Existen dos métodos posibles para desarrollar bases de datos sobre el agotamiento y la acumulación de recursos biológicos. Cuando se lleva un registro separado de los incrementos y las reducciones de las existencias (por ejemplo, del ganado en la agricultura), es posible distinguir la producción neta de la producción bruta. El segundo método consiste en estimar los cambios de las existencias sobre la base de las diferencias entre dos momentos distintos. Este segundo método utiliza estimaciones de las existencias brutas (véase la sección D.1, "Recursos biológicos"), mientras que el primero vigila los cambios de las existencias: por ejemplo, mediante estudios estadísticos de la agricultura, la silvicultura y la pesca (véanse las secciones A.1.1 a A.1.4). Las poblaciones silvestres pueden estimarse a partir de modelos basados en los ciclos vitales y los índices de supervivencia, o mediante relevamientos aéreos y terrestres. Otras fuentes son la interpretación de datos de teleobservación, particularmente para estimar las superficies rociadas o la reducción de la difusión de la vida vegetal. Debe señalarse que los cambios anuales de los inventarios biológicos, con la posible excepción de la agricultura, son de escaso interés si se tiene en cuenta la lentitud de los procesos de cambio y las posibilidades de grandes márgenes de error en tales datos. Para apreciar los cambios de los inventarios de recursos biológicos es preciso considerar períodos de cinco a 10 años.

B.1.1.1 Recursos agropecuarios

Los recursos biológicos de la agricultura son los cultivos y el ganado. A diferencia de los recursos silvestres, que se acumulan a lo largo de eras de desarrollo evolutivo, los recursos biológicos de la agricultura están seleccionados, controlados y manipulados genéticamente para propósitos humanos (véase la sección A.1.1, "Agricultura"). La agricultura moderna se caracteriza cada vez más por los rápidos cambios de la composición de las existencias biológicas. Los estímulos que impulsan esos cambios son los precios de los productos, la política oficial y la revolución científica de la agricultura. La ciencia ha introducido nuevas variedades de selección e híbridos en los animales; la economía ha alterado la "composición" de la producción tendiendo por lo general a una mayor especialización.

Las variables del cuadro complementan los datos sobre existencias de la sección D.1.1. Los cambios del volumen y la composición de las existencias se presentan como cambios de la biomasa y de la superficie cultivada²³. Se ponen en primer plano los cambios de largo plazo (análisis de tendencia) a fin de suprimir las oscilaciones anuales de la producción debidas a condiciones meteorológicas o anomalías estadísticas.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Cambio (neto) de superficie (km ²)	Tipo de cultivo	Se relaciona con los datos sobre existencias de D.1.1.1
b. Cambios de la biomasa anual de los cultivos (t)	Geográfica	Indicador bruto de cambio en el inventario de los cultivos
c. Cambio (neto) de la población de ganado (cabezas)	Tipo de ganado	Incorporaciones menos mortalidad
d. Cambio (neto) de superficie de plantas perennes (km ²)	Tipo de planta	Nuevas plantaciones menos sustracciones de plantas

B.1.1.2 Bosques

Los cambios de los inventarios de los bosques pueden medirse desde el punto de vista de la composición por especies, la productividad natural y la productividad comercial. La explotación de determinadas especies y los usos "locales" de los bosques ya han sido descritos en la sección A.1.2, "Bosques". Los cambios de los inventarios de bosques que ahora se indican suministran una base de datos para analizar el tipo de bosque, su edad y su productividad, y la expansión y reducción de las superficies destinadas a la silvicultura. Las variables indicadas en el texto son complementarias de las variables de los inventarios que figuran en la sección D.1.2.1. Los cambios netos de superficie y biomasa de las superficies arboladas pueden considerarse indicadores del índice de deforestación.

Los cambios netos de los inventarios se estiman directamente a partir de un equilibrio entre el índice de agotamiento (sustracción de árboles + pérdidas naturales) y el índice de regeneración (plantación + regeneración natural). La productividad de los bosques determina los índices de regeneración. Así, un lugar que cuente con suelos ricos, una estación de crecimiento prolongada y suficiente humedad presentará un índice de crecimiento mayor que otro cuyas condiciones sean más difíciles. Lamentablemente, no suele disponerse de buenos datos sobre las condiciones de cada lugar, con la excepción de los bosques cultivados, y se hace preciso basarse en promedios aproximados acerca de las condiciones del clima y condiciones del suelo. Los departamentos competentes en materia forestal suelen utilizar modelos de regeneración para determinar la "corta anual permisible". Cuando no es fácil obtener datos sobre los cambios de los inventarios, pueden efectuarse estimaciones mediante la comparación de datos obtenidos por teleobservación en diferentes momentos. Las medidas de cambio neto pueden calcularse, en principio, a partir de las bases de datos indicadas en la sección A.1.2.1, "Explotación forestal, pérdidas naturales y reforestación".

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Cambio neto de la composición por especies y edades (cantidad, km ²)	Tipo de bosque	Destacando el tipo ecológico de bosque
b. Cambio neto de la biomasa forestal (t)	Geográfica	Indicador del cambio de densidad de la cubierta forestal
c. Cambio neto de la madera comercial en pie (m ³ , km ²)	Tipo de madera	Indicador del grado en que el bosque permite la explotación sostenible
d. Cambio neto de superficie arbolada (km ²)	Tipo de bosque	Indicador de forestación y deforestación
e. Cambio neto de superficie de bosques (km ²)	Tipo de bosque	Indicador de la sustitución del bosque natural por el de plantación

B.1.1.3 Fauna acuática

Los indicadores del cambio neto de las existencias de fauna acuática se calculan a partir de las estadísticas de su captura (véase la sección A.1.4.1) y de los modelos de la dinámica de su población (véase D.1.3, "Existencias de pesquerías"). Los datos del cuadro son en lo fundamental estimaciones realizadas por especialistas en oceanografía y biología del agua dulce para determinar las cuotas de captura permisible. Esos cálculos exigen informaciones sobre las condiciones naturales, como las corrientes marinas, la temperatura del agua, los niveles de los nutrientes disponibles, las relaciones de presas y depredadores (por ejemplo, el consumo de pescado por focas y aves) y los vectores de enfermedades. Teniendo en cuenta los problemas que plantean los datos relacionados con estos cálculos, sus resultados sólo pueden considerarse estimaciones aproximadas de los cambios generales de las poblaciones de animales acuáticos.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Cambio neto de las poblaciones de animales marinos (t)	Tipo de especie ^{a/}	Indicador de sostenibilidad
b. Cambio neto de las poblaciones de peces de agua dulce (t)	Tipo de especie ^{a/}	Indicador de sostenibilidad
c. Cambio neto de las poblaciones de invertebrados acuáticos (t)	Tipo de especie ^{a/}	Indicador de sostenibilidad

d. Cambio neto de las poblaciones acuáticas cultivadas (t)

Tipo de especie^{a/}

Indicador del desarrollo de la acuicultura

^{a/} Véase Clasificación Internacional Estadística Uniforme de Animales y Plantas Acuáticos en *Anuario de la FAO de estadísticas de pesca - Capturas y desembarques*, vol. 68 (Roma: FAO).

B.1.1.4 Fauna y flora

Los cambios de los inventarios de la fauna y la flora "silvestres" se miden mediante estimaciones de la población o del alcance del hábitat. Las principales dificultades se plantean en la estimación de la población animal, porque se mantiene en gran medida oculta a la observación humana, con escasas excepciones constituidas por los rebaños y las especies "administradas" para fines de caza, como los patos. Sin embargo, la preocupación suscitada por la protección de las especies amenazadas ha acelerado los esfuerzos por evaluar las poblaciones sujetas a riesgos. Los cambios que alteran el alcance del hábitat suelen ser más fáciles de obtener, ya que pueden estimarse a partir de las informaciones sobre la ubicación de las especies y la frecuencia con que se observa su presencia. La introducción y la expansión de especies exóticas (no originarias del lugar) tiene especial importancia para la estabilidad de los ecosistemas, así como el crecimiento controlado de la población debido a la falta de controles naturales (por ejemplo, derivada de las relaciones entre depredadores y sus presas). Los datos del cuadro procuran advertir los peligros de grave agotamiento o extinción de especies. También pueden considerarse parte de un método de contabilización de las especies cuando se vinculan con los datos sobre existencias que figuran en la sección D.1.4, "Caza y captura con trampas", ya que esas actividades pueden ser una causa importante de agotamiento de especies, ya expuesta en la sección A.1.3.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Cambio neto de ciertos hábitat de la flora y de su población (cantidades, km ²)	Tipo de especie ^{a/}	Indicador de especies amenazadas
b. Cambio neto del hábitat de grandes mamíferos y de su población (cantidades, km ²)	Tipo de especie ^{a/}	Indicador de especies amenazadas, incluidos los mamíferos acuáticos
c. Cambio neto del hábitat de algunos pequeños mamíferos y de su población (cantidades, km ²)	Tipo de especie ^{a/}	Indicador de especies amenazadas
d. Cambio neto del hábitat de aves y de su población (cantidades, km ²)	Tipo de especie ^{a/}	Indicador de especies amenazadas

e. Cambio neto del hábitat de peces (cantidades, km ²)	Tipo de especie ^{g/}	Indicador de especies amenazadas
--	-------------------------------	----------------------------------

^{g/} Véase Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos, *Libro Rojo*; y el proyecto de Marco Internacional Uniforme de la CEPE para el Desarrollo de Estadísticas de la Fauna, la Flora y el Hábitat (CES/548/Add.4/Rev.1).

B.1.2 Recursos cíclicos y no renovables

Las existencias de recursos naturales pueden concebirse como inventarios materiales o como bienes de capital. En este informe, la distinción entre los recursos biológicos agotables (no renovables), los "condicionalmente renovables" y los cíclicos (renovables) se refiere a esa diferenciación. Los recursos cíclicos se vinculan con los ciclos biosféricos del aire, el agua y la tierra, aunque este último se refiere a ciclos geológicos y períodos de tiempo distintos de los ciclos diurnos y anuales. A pesar de su aparente indestructibilidad física, pueden degradarse hasta el punto en que dejan de actuar como "medios de producción" eficaces. Por ello, este tema estadístico se refiere a las pérdidas y ganancias de la capacidad de producción de las existencias de agua, tierras y recursos minerales del subsuelo. El otro gran sistema cíclico, el de la atmósfera, no se presta fácilmente para esta clase de contabilización cuantitativa, salvo tal vez en un sentido mundial²⁴.

La principal fuente de datos sobre los cambios de las existencias de recursos hídricos son los estudios hidrológicos y las autoridades que tienen a su cargo la planificación de las cuencas hidrográficas. Las autoridades competentes en materia de riego y los departamentos de agricultura llevan datos sobre los volúmenes de agua destinados a la agricultura. La disponibilidad de agua para las poblaciones urbanas puede extraerse de estudios de las plantas de tratamiento del agua. Los datos sobre los cambios de las existencias de suelos pueden compilarse utilizando varias fuentes, entre ellas los departamentos de agricultura (por ejemplo, los programas especiales para la conservación del suelo), las organizaciones de relevamiento y cartografía, las instituciones regionales de planificación, los centros de teleobservación y los departamentos competentes en materia de medio ambiente (por ejemplo, para estimaciones sobre la sostenibilidad del uso del suelo). Los departamentos de minas y energía suelen llevar registros detallados de las reservas de combustibles minerales y fósiles y pueden calcular índices de agotamiento respecto de ciertos tipos de combustibles minerales y fósiles a los efectos de la planificación a largo plazo. Otras fuentes de datos son los organismos internacionales de energía, las asociaciones de minería y las encuestas de empresas. Los datos sobre la producción pueden obtenerse con facilidad de numerosas fuentes, entre ellas las oficinas de estadística.

B.1.2.1 Recursos hídricos

Los cambios cualitativos de los recursos de agua dulce pueden vigilarse a través de los cambios que sufre el nivel de las aguas de superficie, las corrientes y la capa freática. Los sistemas de almacenamiento de agua pueden evaluarse observando su ritmo de renovación. En un extremo se encuentran las corrientes torrentosas y en el otro, el agua acumulada a lo

largo de muchos siglos en acuíferos y glaciares. Los lagos y los embalses están en una situación en cierto modo intermedia, con ciclos de renovación de varios años. En consecuencia, la renovabilidad del agua está condicionada a las características propias del ciclo hidrológico y al ritmo de extracción por el hombre. El agua extraída de ciertos acuíferos, por ejemplo, puede compararse con la minería. Las alteraciones del nivel de la capa freática indican el resultado neto de la extracción y la reposición, afectadas por el riego, el drenaje y los cambios en las pautas de las precipitaciones (véase la sección D.2.2, "Clima"). La seguridad del abastecimiento de agua es un problema decisivo en las regiones de escasez. En las zonas de grandes precipitaciones o de lluvias imprevisibles, el exceso de agua puede provocar la sobresaturación del suelo e inundaciones. La reacción del hombre ante el exceso de agua es el drenaje y el bombeo y la distribución del agua trasladándola a zonas deficitarias. La figura II presenta un panorama de las influencias recíprocas entre los diversos temas de las estadísticas sobre el agua.

Además de las variables relativas a los cambios de nivel de las aguas de superficie, la capa freática, el caudal de las corrientes y los índices de agotamiento de los acuíferos, también se tienen en cuenta en el cuadro que sigue las pérdidas y ganancias de la capacidad de almacenamiento de agua. Deben distinguirse los cambios de la capacidad general y local. Esta última se refiere a los sistemas de almacenamiento de pequeña escala, como los tanques de las aldeas o los depósitos de agua de las ciudades; lo primero, en cambio, se refiere al equilibrio hídrico de toda una cuenca de captación que, a veces, puede ser de carácter multinacional. La medida de la capacidad de los nuevos depósitos, así como las pérdidas de capacidad de los ya existentes debidas a filtraciones, atarquinamiento o a su supresión, también deben incluirse. El desarrollo de esta capacidad de almacenamiento puede considerarse una parte de las estrategias de reacción de administración y conservación de recursos hídricos (véase la sección C.1.2). En las zonas con abundancia de agua, puede tener interés la cuestión inversa (la capacidad de drenar tierras inundadas). Otro tema que ha recibido el interés cada vez mayor de los hidrólogos es la variación estacional y de largo plazo de las nevadas y de la capacidad de almacenamiento de agua de los glaciares y las cubiertas de nieve permanente. Los niveles y las corrientes se miden por la desviación respecto de los valores medios. Los cambios de la capacidad de almacenamiento se aprecian en los cambios de volumen, y el drenaje se mide por la superficie drenada o el volumen de agua sustraída.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Cambios del nivel medio de las aguas de superficie y subterráneas (m)	Tipo de almacenamiento Cuenca hidrográfica	Indicador de agotamiento
b. Cambios del caudal medio de las corrientes (m ³ /seg.)	Tipo de corriente Cuenca hidrográfica	Importante para evaluar la calidad del agua
c. Cambio neto de la capacidad de almacenamiento de aguas (m ³)	Tipo de almacenamiento Cuenca hidrográfica	Incluyendo acuíferos y depósitos artificiales (a nivel local y de la cuenca hidrográfica)

d. Nuevas construcciones y pérdida de la capacidad de almacenamiento de aguas (m ³)	Tipo de almacenamiento Cuenca hidrográfica	Incluyendo pérdidas de capacidad por atarquinamiento
e. Cambio neto de las superficies drenadas (km ² , m ³)	Propósito Cuenca hidrográfica	Incluyendo el bombeo de agua debajo del nivel del mar y la desecación de tierras con fines agrícolas

B.1.2.2 Suelo y tierras

Los efectos de los sistemas cíclicos naturales del aire y del agua y de las actividades humanas dan lugar a pérdidas y ganancias de suelos. A este respecto se destacan dos tipos de procesos: la pérdida de suelos debida a la erosión y las pérdidas o ganancias que se deben al uso de la tierra. Los cambios de las tierras disponibles para determinados empleos pueden determinarse a partir de estadísticas del uso de la tierra como las propuestas en la sección A.1.8.1. Aquí se propondrá un criterio más específico, distinguiendo entre los cambios del uso de la tierra que la llevan de empleos productivos a otros no productivos y los inversos. Por empleo "productivo" se entiende aquí el de la producción "natural" o biológica. En cambio, desde el punto de vista económico o del valor de mercado, los cambios del uso agrícola al industrial o residencial pueden considerarse un aumento del empleo "económicamente productivo" de determinado predio. Los datos de esta sección se vinculan con las secciones A.1.1.1, "Producción agrícola y ganadera" (prácticas de labranza), A.1.8.1, "Cambios del uso de la tierra", y C.1.3, "Rehabilitación de ambientes degradados".

Los datos sobre el índice de erosión de los suelos pueden obtenerse de muestras de predios clasificadas según el tipo de suelo, las pendientes, los niveles de precipitación, etc.; de mediciones por muestreo de la profundidad del suelo, efectuadas en diferentes momentos; y de niveles del atarquinamiento en los ríos y corrientes. Puede obtenerse un indicador aproximado del índice de erosión del suelo (por cuenca hidrográfica) de la medición de la carga de sedimento arrastrada por los ríos. Este dato es particularmente útil para estimar las pérdidas causadas por la erosión aguas arriba debido a la deforestación y a los cultivos en laderas escarpadas. Además de la estimación de la erosión efectiva del suelo, también reviste interés la elaboración de mapas del riesgo de erosión (véase la sección D.2.3, "Litosfera").

Los datos sobre pérdidas y ganancias de la productividad biológica de la tierra pueden obtenerse vigilando las pérdidas y ganancias en las siguientes esferas:

- a) Pérdidas de tierras agrícolas que se destinan a la urbanización, la industrialización y los transportes;
- b) Pérdidas de tierras agrícolas por procesos de desertificación;
- c) Ganancias de tierras agrícolas mediante el riego, la desecación de pantanos y la conservación y rehabilitación de suelos;
- d) Pérdidas de bosques que se destinan a la agricultura, y viceversa;

- e) Pérdidas de tierras agrícolas (abandonadas) que se convierten en zonas silvestres;
- f) Pérdidas de tierras agrícolas y bosques por deforestación, accidentes de contaminación y otros hechos provocados por el hombre y fenómenos naturales;
- g) Pérdidas de tierras agrícolas y arboladas por fenómenos naturales como las corrientes de lava, la elevación del nivel del mar o la desviación del curso de los ríos.

Desde luego, resulta difícil obtener cifras exactas sobre las pérdidas y ganancias del suelo. Sin embargo, el objetivo consiste en lograr indicadores aproximados de las grandes tendencias del cambio que sufre la productividad biológica de la tierra. Los balances de pérdidas y ganancias pueden elaborarse, en parte, a partir de las bases de datos que figuran en las secciones A.1.1, "Agricultura"; A.1.8, "Uso de la tierra y reestructuración ambiental"; A.3, "Fenómenos naturales"; D.1.1, "Existencias agropecuarias"; y D.2.3, "Litosfera".

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Pérdidas de suelo productivo debidas a la conversión del uso de la tierra (km ²)	Tipo de suelo	Incluyendo las pérdidas debidas a la urbanización y a la reestructuración ambiental (p. ej.: represas)
b. Pérdidas de suelo productivo debidas a la erosión (km ² , t)	Tipo de suelo	Estimadas mediante modelos de erosión o mediciones de la carga de sedimentos
c. Pérdidas y ganancias de tierra productiva (km ²)	Tipo de suelo Uso de la tierra	Categorías de balance

B.1.2.3 Recursos minerales (incluidos los energéticos)

Hay tres factores que deben tenerse en cuenta al estimar la disponibilidad (o el agotamiento) de los recursos no renovables: su posibilidad de agotamiento, la incertidumbre acerca de sus existencias (reservas), y su oferta económica en función del precio y la tecnología. La reacción humana al carácter no renovable de los recursos consiste en la conservación de energía, la exploración parsimoniosa de los recursos agotables y el pleno aprovechamiento de las posibilidades de reciclaje de materiales (véanse las secciones C.1.2 y C.4). El concepto de una reserva determinada, sujeta a un índice anual de disminución que conduce al agotamiento inevitable de las reservas en determinado número de años, es demasiado simplista. Un cuadro más realista debe tomar en consideración las incertidumbres sobre las existencias de las reservas, el aumento de los costos de extracción debido a la necesidad de explotar reservas más pobres o a la mayor dificultad de acceso, modificada por los progresos tecnológicos, la disponibilidad de sucedáneos y el descubrimiento de nuevos recursos. Aun así, en el cuadro que sigue se propone un índice de agotamiento de las reservas como indicador aproximado del agotamiento. Ese índice mide la proporción de las reservas iniciales que se van eliminando según los datos de producción anual como la relación entre la producción acumulada y las

reservas iniciales, actualizándose estas últimas con los nuevos descubrimientos y la revisión de las estimaciones sobre la base de los precios y la tecnología. De este modo, subsiste la posibilidad de que el "índice de agotamiento" registre una disminución si los nuevos descubrimientos y la revisión de las existencias de reservas son mayores que el ritmo de extracción. También es posible obtener un índice de la vida útil dividiendo las reservas existentes por la producción anual.

Los datos necesarios para estimar el índice de agotamiento pueden obtenerse de las siguientes fuentes:

a) Datos sobre las reservas (véanse las secciones D.2.4.1, "Reservas minerales", y D.3.1.1, "Reservas de hidrocarburos y uranio");

b) Datos sobre nuevos descubrimientos (véanse las secciones A.1.5.1, "Prospección de minerales", y A.1.6.1, "Descubrimiento, desarrollo y extracción de fuentes de energía");

c) Datos sobre las revisiones de la estimación de las reservas (véase el cuadro);

d) Datos sobre la producción anual (véanse las secciones A.1.5.2, "Producción de minerales", y A.1.6.1, "Descubrimiento, desarrollo y extracción de fuentes de energía").

Las cuentas de recursos naturales se apoyan en estas bases de datos, y permiten obtener una descripción agregada de las existencias y sus cambios, desde el principio hasta el cierre del período contabilizado (véase el anexo I).

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Reservas iniciales (t, barriles, m ³)	Tipo de reserva	Reservas acumuladas, ajustadas anualmente según las revisiones
b. Producción acumulada (t, barriles, m ³)	Tipo de reserva	Sumatoria de e) (en todos los años de extracción)
c. Reservas remanentes (t, barriles, m ³)	Tipo de reserva	(c) = (a) - (b)
d. Revisiones de las reservas (t, barriles, m ³)	Tipo de reserva	Nuevos descubrimientos y ajustes de las estimaciones de reservas utilizables
e. Producción anual (t, barriles, m ³)	Tipo de reserva	Extracción anual
f. Índice de agotamiento (%)	Tipo de reserva	(f) = (b/a) (100)
g. Índice de vida útil (años)	Tipo de reserva	(g) = (c)/(e)

B.2 CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE

La sección B.2 presenta las variables que miden los cambios cualitativos del ambiente, entre ellos la calidad de sus medios, la biota y sus influencias recíprocas con los medios del ambiente en los ecosistemas. Las mediciones de las propiedades cualitativas de la atmósfera, el agua y la tierra suelen referirse a normas y criterios generalmente aceptados. Las mediciones estadísticas pueden establecerse a partir de la amplitud o la frecuencia de las desviaciones respecto de esas normas. La degradación de los medios del ambiente puede analizarse también desde el punto de vista de las "pérdidas de funciones ambientales", como la sustentación de la vida humana y no humana y los valores culturales o estéticos asignados a la utilización del medio ambiente por el hombre. En la sección B.3 se consideran algunos aspectos referentes al bienestar, en especial los efectos sanitarios, de la degradación de la calidad del medio ambiente. Los criterios y normas sobre la calidad ambiental son, por consiguiente, tanto culturales como científicos y pueden variar con la apreciación del público y los objetivos políticos.

Las estadísticas de la calidad del medio ambiente plantean problemas importantes, entre ellos los siguientes:

- a) La falta de experiencia y conocimientos científicos sobre la dinámica de los ecosistemas y los efectos de largo plazo de la degradación ambiental sobre la salud humana;
- b) La inexperiencia respecto de los métodos y técnicas de obtención de datos, interpretación de los parámetros observados y métodos de verificación de su validez estadística;
- c) La falta de datos de referencia y de series cronológicas de largo plazo que permitan evaluar el significado de las desviaciones cíclicas diferenciándolas de los cambios permanentes (estructurales).

En consecuencia, para presentar estadísticas sobre la calidad del medio ambiente es preciso elaborar plenamente métodos y técnicas de obtención de datos y precisar las limitaciones de su utilización.

La medición de la calidad del medio ambiente surgió a mediados del decenio de 1960, impulsada por la preocupación por la contaminación industrial del agua y la atmósfera y la contaminación química de la biota. En los países en desarrollo, esas preocupaciones tienen origen más reciente y la vigilancia sistemática apenas está comenzando a efectuarse. En general, la elección de los parámetros se ha efectuado en función de las necesidades reglamentarias, las limitaciones tecnológicas y el costo de la obtención de datos. Esos parámetros varían con los nuevos conocimientos, los cambios en los criterios de prioridad y las mejoras de las técnicas de medición, lo cual genera incoherencias en las series cronológicas y la incompatibilidad de sus indicaciones referidas a lugares distintos. Por lo tanto, en la elaboración y planificación de sistemas de vigilancia del medio ambiente debe incorporarse la perspectiva estadística que hace hincapié en la coherencia, la comparabilidad y la validez de los resultados estadísticos.

El costo de la vigilancia del medio ambiente ha inhibido el desarrollo de formas de muestreo espacial y temporal estadísticamente válidas. Ello ha dado lugar a que se procuraran parámetros que permitiesen la integración, con los cuales bastaran unas pocas observaciones

para obtener un cuadro general de la calidad del medio ambiente. Los indicadores ecológicos, como el tamaño medio de las especies, parecen ser uno de los métodos más prometedores para resolver este problema. Otra posibilidad consiste en desarrollar un sistema de "detección de la calidad del medio ambiente" a partir de imágenes de teleobservación, como las señales del espectro de los satélites que indican la presencia de enfermedades de las plantas. Este tipo de vigilancia puede desarrollarse con rapidez con el análisis computadorizado del espectro de teleobservación, fórmula particularmente atractiva para los países en desarrollo.

B.2.1 Contaminación de la atmósfera

Como se indicó en la sección A.2.1.4, la calidad del aire en las ciudades está descrita en *Estadística de los Asentamientos Humanos* (sección B.2.1, "Concentración ambiental de contaminantes y desechos") debido a sus efectos locales. En cambio, la concentración de contaminantes en la atmósfera se presenta aquí como "contaminación general". De este modo, cabe efectuar una distinción entre la contaminación de la atmósfera a nivel mundial o transnacional, la calidad del aire a nivel local y la calidad del aire en ambientes cerrados, en el nivel más pequeño²⁵.

La contaminación de la atmósfera puede exponerse mediante la planialtimetría, indicando la relación entre la fuente y las pautas características de dispersión. Las corrientes de aire, las precipitaciones, la temperatura, la topografía general y la capa superficial son factores que influyen en las pautas de dispersión. La calidad y precisión de los datos respectivos se relacionan con la ubicación y la densidad de las estaciones de vigilancia y la calidad de los modelos de dispersión. Existe, desde luego, cierta necesidad de optar entre el costo y la precisión. Las variables básicas de la contaminación del aire deben relacionarse, siempre que sea posible, con los parámetros atmosféricos registrados por la red del sistema meteorológico: visibilidad, precipitaciones y radiaciones. Esos parámetros figuran en la sección D.2.2, "Clima".

Uno de los grandes problemas que plantea la contaminación de la atmósfera es el efecto de los depósitos ácidos en la biota y en su hábitat, resultante de la acidificación de los lagos, el suelo, la languidez de los bosques y la menor resistencia a las enfermedades de algunas plantas y animales. Esos efectos se describen más abajo en las secciones B.2.2.1, "Calidad de las aguas interiores", B.2.3.1, "Calidad del suelo", y B.2.4, "Calidad de la biota y los ecosistemas". La vinculación entre la contaminación de la atmósfera y los efectos locales permite evaluar las consecuencias de los fenómenos mundiales a nivel nacional y local. Entre esos fenómenos figuran emisiones que repercuten en cambios del clima, los fluorocarburos y sus efectos en la capa de ozono, consecuencias para la biota humana y no humana y, en el caso de los accidentes nucleares y los ensayos de armas nucleares, la dispersión de radiaciones provocadas artificialmente.

Los cambios del clima y la disminución de la capa de ozono son problemas mundiales y, en consecuencia, la mejor forma de abordarlos es mediante modelos mundiales. El aumento alarmante de los niveles de radiación de estroncio 90 y de cesio en el decenio de 1960 dio lugar a que se iniciara su vigilancia mundial. La prohibición de los ensayos nucleares en la atmósfera ha reducido considerablemente esa fuente de peligros para la salud, aunque podría volver a alcanzar niveles elevados por acontecimientos imprevistos, como los accidentes de centrales nucleares. La reciente formulación de protocolos internacionales para reducir los fluorocarburos en la atmósfera se basa en las pruebas científicas cada vez más concluyentes de que los

contaminantes industriales son causantes de la disminución de la capa de ozono (filtro natural de la radiación solar) en la estratosfera.

El cuadro que sigue presenta dos variables principales: las concentraciones de ciertos contaminantes generales, que incluyen las precipitaciones ácidas, y las radiaciones. Las variaciones espaciales del nivel de radiación que llega al suelo son importantes para evaluar la exposición de los seres humanos y demás especies biológicas a niveles de radiación que pueden ser nocivos. Aunque la radiación artificial preocupa especialmente porque sus fuentes se perciben de inmediato, la radiación natural presenta cada vez mayor interés por su vinculación con el cáncer de la piel y otros problemas sanitarios.

Existen varios programas internacionales destinados a medir la contaminación general de la atmósfera, como la Vigilancia Atmosférica Global (VAG), de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), que incluye el Sistema mundial de observación del ozono (GO₃OS) y la Red de control de la contaminación general atmosférica (BAPMoN). Los datos de la BAPMoN constituyen una importante fuente de informaciones para el Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (SIMUVIMA), del PNUMA. Otro programa de interés a este respecto es el Programa en cooperación para la vigilancia y la evaluación del transporte de los contaminantes atmosféricos a larga distancia en Europa, de la CEPE. En el plano nacional, son fuentes de datos las oficinas meteorológicas y los organismos competentes en materia de medio ambiente y salud pública.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Concentración de determinados contaminantes (partes por millón, g/m ³ , pH)	Tipo de contaminante	Incluyendo el SO ₂ , NO _x , el nivel de pH en las precipitaciones ácidas, el Pb, el O ₃ , los clorofluorocarburos, y las partículas en suspensión, en las estaciones de medición
b. Radiaciones en la atmósfera (GBq/km ²)	Tipo de radiación Coordenadas geográficas	Naturales y artificiales

B.2.2 Calidad del agua

En este informe se distingue la calidad del agua en el medio marítimo y costero de la calidad de las aguas interiores (lagos, ríos y aguas subterráneas). El concepto de calidad del agua parece ser más complejo que el de calidad de la atmósfera, ya que los parámetros del primero dependen de los diversos propósitos y usos del agua. Por ejemplo, el agua rica en nutrientes puede ser beneficiosa para ciertas especies bióticas, pero inaceptable como agua potable o con fines de recreación.

Una causa importante de degradación del agua es su utilización como agente de limpieza y "vertedero" de desechos industriales y de los hogares. Las costas de los mares, los

estuarios y las costas de los grandes lagos son lugares especialmente preferidos para ubicar industrias altamente contaminantes porque parecen representar una solución fácil del problema de la eliminación de residuos. Sin embargo, esos usos han puesto en peligro la supervivencia de los delicados ecosistemas determinados por el encuentro de las tierras y las aguas. Los atributos de un clima conveniente y las virtudes estéticas de las costas se han añadido a la competencia por el uso de la tierra con la creciente demanda de la recreación y el turismo. Los derrames de petróleo y otros contaminantes transportados por corrientes marinas han originado grandes problemas a nivel local, regional y mundial. Las lluvias ácidas han originado altos niveles de acidez en lagos y ríos, poniendo en peligro o destruyendo la biota de esos sistemas acuáticos. La figura II presenta las relaciones entre el uso y la ordenación del agua y su calidad y disponibilidad.

Las principales fuentes de estadísticas sobre la calidad del agua dulce se encuentran en las bases de datos de los organismos que se ocupan de la calidad del agua. Son, en algunos países, los organismos competentes en materia de protección del medio ambiente; en otros pueden ser autoridades que se ocupan específicamente del agua o administraciones locales. Los estudios hidrológicos incluyen, cada vez más corrientemente, parámetros sobre la calidad del agua. Pueden obtenerse otros datos del análisis de las imágenes de teleobservación, como la clorofila a. Existen diversos programas regionales de obtención de datos sobre la calidad del agua de mar coordinados por el Centro Operacional del Programa sobre Mares Regionales del PNUMA, la Comisión de Helsinki y las Comisiones de París y de Oslo. Otras fuentes de datos son las actividades internacionales de vigilancia e investigación coordinadas por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental. En el plano nacional constituyen fuentes de datos los organismos o departamentos que se ocupan de la contaminación del mar, la observación meteorológica y la protección del medio ambiente, la pesca y la teleobservación.

B.2.2.1 Aguas interiores

Los criterios sobre la calidad del agua están basados en premisas relativas a las propiedades físicas, biológicas y químicas convenientes del agua, que pueden variar en alto grado incluso en su estado natural. El desarrollo de estadísticas sobre la calidad del agua deriva de la preocupación por la contaminación causada por el hombre en los sistemas hídricos a través de los vertimientos de contaminantes de la industria, la agricultura y los asentamientos humanos (sección A.2.1.1). Los contaminantes que más preocupan son las toxinas, como los metales pesados y los plaguicidas, las materias orgánicas, las descargas de nutrientes, como los escurrimientos de fertilizantes, la sedimentación de precipitaciones ácidas y los agentes patógenos como los coliformes. La lista sigue creciendo con cada nuevo descubrimiento de contaminantes y los efectos conexos sobre la salud humana y los ecosistemas acuáticos. Sólo una pequeña parte de los contaminantes conocidos son objetos de vigilancia²⁸.

La obtención de datos estadísticos debe orientarse a suministrar bases de datos que permitan vincular las concentraciones de contaminantes, indicando los cambios de las "condiciones medias", con las estadísticas sobre emisiones, y de ese modo con las actividades en cuanto a fuentes de contaminación. Como se indica en la figura II, las estadísticas sobre la calidad del agua se relacionan con las bases de datos sobre el uso del agua para actividades humanas (A.1.7), emisiones y descargas de desechos en aguas interiores (A.2.1.1), vigilancia y control de la contaminación (C.2) y sistemas hidrológicos (D.2.1), por medio de identificadores geográficos comunes obtenidos de la cartografía ecológica (véase la sección D.4). Los índices

de la calidad del agua procuran generalizar los datos resultantes de la vigilancia a los fines de evaluar la calidad del agua para determinados usos, como el hábitat acuático, la potabilidad y la recreación. Otros índices más generales evalúan el estado general de la calidad del agua respecto de diferentes masas de agua (véase la sección B.2.2.3).

Los programas de vigilancia de la calidad del agua suelen destinarse a los fines de la reglamentación y la fiscalización de su cumplimiento. En otras palabras, la elección de los contaminantes, los puntos de vigilancia y la frecuencia de la toma de muestras se basan en los mínimos indispensables para ejercer el control necesario, por ejemplo, de las plantas de cloración y alcalinización respecto de la contaminación de mercurio. Se procura que las estadísticas ambientales representen con exactitud el grado de contaminación del agua (es decir, de su distribución) y el ritmo de sus modificaciones (a través de series cronológicas). Sin embargo, la vigilancia de la calidad del agua para fines reglamentarios no corresponde necesariamente a promedios estadísticos. Harían falta lugares de extracción de muestras escogidos aleatoriamente o, si tal cosa resultara demasiado onerosa, lugares especialmente seleccionados aguas arriba y aguas abajo de las principales fuentes de contaminación, y una coherencia de las series cronológicas y un número suficiente de observaciones para que pudieran obtenerse distribuciones de frecuencia y promedios que tuvieran validez de estadística.

Además de los problemas del muestreo, se plantea también la cuestión de la elección de los parámetros y los métodos de obtención de los datos. Es preciso tener en cuenta los siguientes factores al desarrollar indicadores de la calidad del agua:

a) Selección de puntos de vigilancia representativos de distintos niveles de calidad del agua: por ejemplo, niveles alto, medio y bajo de contaminación;

b) Elección de parámetros que puedan vincularse con determinadas actividades humanas, como los residuos de plaguicidas o de fósforo y nitrógeno procedentes de la agricultura de la cuenca hidrográfica;

c) Selección de los contaminantes que pueden relacionarse con determinados objetivos ambientales, como la salud humana o la preservación de ecosistemas acuáticos: por ejemplo, organismos patógenos, DOB, niveles de pH y metales pesados;

d) Elección de medidas estadísticas, además de los valores medios, como la frecuencia de las observaciones por encima de determinados niveles, los contaminantes detectados en porcentaje del total de las muestras o las desviaciones respecto del promedio.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Propiedades físicas y químicas (microgramos/l, %, pH)	Masa de agua	Incluyendo la turbiedad, salinidad, acidez y conductividad
b. Concentración de contaminantes químicos (ppm, microgramos/l)	Masa de agua Compuestos químicos ^{2/}	Presión sobre los ecosistemas acuáticos y la salud humana

c. Indicadores sobre nutrientes: p. ej., clorofila a (microgramos/l)	Masa de agua	Indicador de eutrofización
d. Concentración de materia orgánica: p. ej., DBO ₅ (mg/l)	Masa de agua	Nivel de oxígeno en suspensión
e. Concentración de patógenos (microgramos/l, cantidad/l)	Masa de agua Tipo de patógeno	Indicadores de potabilidad del agua (p. ej., cantidad de coliformes fecales)
f. Areas en que el agua puede contener vectores de enfermedades de transmisión acuática (km ²)	Masa de agua	Por ejemplo: esquistosomiasis
g. Índice de calidad del agua (valor de índice)	Propósito Masa de agua	Incluyendo índices sobre el hábitat acuático, la potabilidad y la recreación (véase B.2.2.3)

a/ Existen varias listas internacionales de contaminantes del agua; entre ellas, la Guía de Operaciones del Agua del SIMUVIMA, la Estadística sobre la Calidad del Agua de la CEPE (véase el anexo III) y las Normas Internacionales de la OMS para el Agua Potable.

B.2.2.2 Agua de mar

Se han elaborado acuerdos internacionales para la protección del medio ambiente y protocolos sobre el vertimiento en los mares como reacción ante la contaminación del mar²⁷. De igual modo, los países han emprendido programas de cooperación para la descontaminación y rehabilitación de mares, ríos y lagos interiores y para elaborar normas uniformes de control de la contaminación. Es preciso vigilar todo el espectro de las actividades que se cumplen en las costas y sus efectos sobre los ecosistemas acuáticos costeros y sus proximidades para una planificación y control racionales de esos sistemas (véase la sección C.2).

Algunos de los factores que influyen en la degradación de los mares son los siguientes:

- a) Los accidentes marítimos, sobre todo de los buques cisterna y los barcos que transportan sustancias químicas de alta toxicidad;
- b) Los vertimientos de desechos peligrosos;
- c) Los escurrimientos de suelos, sobre todo en las cuencas hidrográficas altamente industrializadas;
- d) La extracción de minerales e hidrocarburos en el mar;
- e) Los depósitos de compuestos orgánicos, metales y nutrientes de la atmósfera.

La intensificación de las actividades humanas a lo largo de las costas también representa una importante amenaza a la calidad del medio marino. Esa intensificación deriva de los procesos

de urbanización, industrialización y turismo en las zonas costeras y del desarrollo de la agricultura y la acuicultura, que convierten pantanos y planicies en sistemas bioproductivos (p. ej., manglares en tanques de peces).

El transporte de contaminantes por corrientes marinas y a través de la atmósfera hasta lugares muy distantes pone en peligro incluso el hábitat acuático de zonas remotas como en los mares árticos y los arrecifes de coral tropicales. La explotación de los recursos marinos, que en el pasado se limitó fundamentalmente a la pesca, es objeto de exploraciones en la actualidad con vistas a la extracción de minerales de los fondos marinos. En otras palabras, los problemas planteados por la calidad del agua de mar han dejado de ser cuestiones esencialmente locales y regionales para convertirse en problemas de todo el sistema oceanográfico.

La vigilancia de la calidad del agua de mar no está tan bien establecida como la del agua dulce. Lo característico es que esa actividad se considere un elemento integrante de los estudios marinos y oceanográficos más generales. Los parámetros incluidos comprenden los contaminantes químicos, los recursos biológicos y la microbiota superficial y del lecho marino. Esos datos son útiles para evaluar las condiciones en un momento determinado, así como para realizar análisis por series cronológicas. Las tendencias de la calidad del agua de mar también pueden extraerse de la interpretación de secuencias de imágenes de teleobservación (p. ej., el crecimiento y la densidad de las algas) o mediante la vigilancia de los agentes patógenos encontrados en el pescado.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Parámetros físicos y químicos y concentraciones (ppm, microgramos/l)	Organismos marinos Compuestos químicos ^{a/}	Incluyendo la sedimentación y los niveles de contaminación
b. Indicadores biológicos (cantidad, %)	Tipo de especie	Indicadores biológicos de contaminación: p. ej., fitoplancton, mejillones, peces
c. Indicadores de agentes patógenos (cantidad, %)	Tipo de enfermedad	Indicando las clausuras de lugares de captura de moluscos y crustáceos y enfermedades de los animales
d. Indicadores ecológicos (cantidad, %)	Tipo de indicador	Diversidad de especies, volumen de la biota, productividad biológica
e. Derrames de petróleo (km ²)	Tipo de fuente	Incluyendo materiales de sentina y restos de naufragios y erupciones de pozos, etc.

^{a/} Los contaminantes que originan mayor preocupación están enumerados en numerosas convenciones regionales sobre la protección del medio marino: p. ej., las Convenciones de Barcelona y Helsinki.

B.2.2.3 Indices de la calidad del agua

La calidad del agua se define por diversas características biológicas, químicas, físicas y bacteriológicas del agua y se mide por el valor de múltiples variables respectivas. El gran número de variables referentes a la calidad del agua hace conveniente combinar los datos para captar mejor la situación y los cambios de la calidad de las masas de agua. Una posibilidad para reducir el número de variables consiste en escoger indicadores claves representativos de grandes características cualitativas. Por ejemplo, se han utilizado datos biológicos escogidos para juzgar la aptitud de ciertas aguas fluviales para determinados usos. En un estudio sobre los Grandes Lagos Inferiores se logró apreciar de este modo el estado del ecosistema a través de un número relativamente reducido de indicadores sintomáticos²⁸.

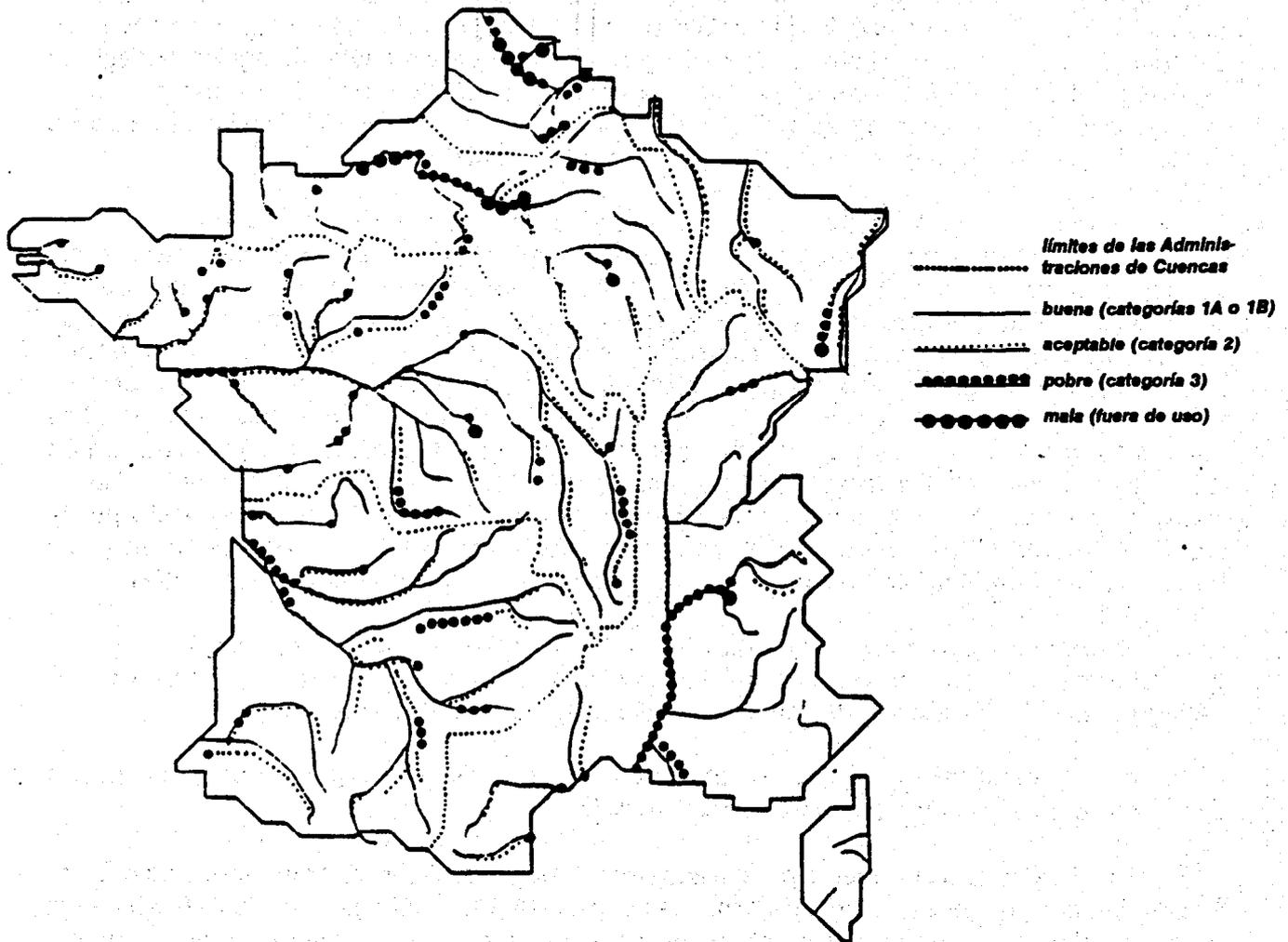
El método de los indicadores, sin embargo, se encuentra todavía en una etapa experimental. Para lograr un cuadro somero de la calidad del agua, el primer paso suele consistir en definir un número limitado de categorías de calidad del agua para cada una de sus variables o determinar por lo menos una norma aplicable a cada uso (es decir, fijar dos categorías abiertas, situadas "por encima" o "por debajo" de cierto nivel). La OMS propone normas de calidad (denominadas valores orientadores) para evaluar la aptitud del agua para su consumo humano y para todos los propósitos habituales de utilización en los hogares. Las categorías generales de calidad del agua o el estado general de limpieza o contaminación de las aguas suelen oscilar entre "no contaminada" y "gravemente contaminada", o entre "excelente" y "mala", como ocurre en el proyecto de categorías cualitativas propuesto por la CEPE. En la parte B del anexo III se presenta una descripción (cualitativa) de categorías y sus definiciones desde el punto de vista de los márgenes de las variables correspondientes.

Otra etapa de la combinación de variables es la de su reunión en un índice que por lo general (aunque no necesariamente) se vincula con las categorías ya mencionadas de calidad del agua. Entre los métodos de cálculo de índices figuran los siguientes:

- a) Determinar como valor índice, en cada una de las variables vigiladas, la cantidad que corresponde a la categoría cualitativa más baja;
- b) Calcular un promedio ponderado de las categorías de las distintas variables cuando su ponderación (es decir, la importancia que se atribuye a las variables por sus efectos en la contaminación general o en determinado uso del agua) suelen establecerse subjetivamente;
- c) La aplicación de métodos de análisis multivariados, como el análisis de componentes, para reducir el ámbito multidimensional del conjunto de variables a un índice en sólo una o dos dimensiones (a los efectos de su presentación gráfica).

La figura IV es una presentación cartográfica del índice cualitativo general de los principales cursos de agua de Francia, sobre la base de mediciones obtenidas en estaciones permanentes y redes que están a cargo de las autoridades de cada cuenca hidrográfica. Estos métodos, aunque permiten obtener un panorama inmediato del estado de la calidad del agua y de sus cambios, omiten gran parte de la información en que se basan, y ello hace necesario seguir consultando esos datos para la planificación y las decisiones referentes al medio ambiente y al agua.

Figura IV. Calidad de los principales ríos de Francia en 1995



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, State of the Environment, France, 1987 Report (Neuilly, 1988).

B.2.3 Calidad del suelo y las tierras

La calidad del suelo (B.2.3.1) afecta directamente a la productividad de los sistemas biológicos, ya que la degradación de los suelos reduce el rendimiento de la vida vegetal. En el caso de la agricultura, la disminución de la producción tendría que compensarse con la introducción de nutrientes en forma de fertilizantes. El concepto de "calidad de la tierra" (B.2.3.2), en cambio, se relaciona aquí con valores culturales y estéticos del uso de la tierra por el hombre. La degradación de la calidad de la tierra se refleja no sólo en una menor "capacidad de sustento" de la biota, sino también en mayores conflictos respecto del uso de la tierra que tienden a generarse con el aumento de la densidad demográfica. En este informe se ha mantenido la distinción entre la calidad del suelo y de la tierra porque da oportunidad para ver en la tierra un bien de capital que presta servicios económicos y culturales y considerar el suelo como un medio de producción (agrícola). Los cambios cualitativos de esos bienes afectan tanto a su productividad como a su capacidad de prestar servicios. Sin embargo, la distinción entre los cambios cuantitativos y cualitativos del suelo es objeto de controversias (véase más adelante). La rehabilitación de la tierra (C.1.3), los programas de conservación del suelo (C.1.2) y la planificación del uso de la tierra (C.1.1) constituyen reacciones humanas ante cambios cualitativos del suelo y la tierra.

Los organismos competentes en materia de planificación del uso de la tierra y de conservación del suelo y los programas especiales sobre rehabilitación de tierras pueden ser fuentes de datos sobre la calidad del suelo y de la tierra. Ciertos aspectos, como la desertificación y la salinización, pueden evaluarse mediante imágenes de teleobservación. Los datos sobre el uso de la tierra vinculados con calidades estéticas (como los paisajes atractivos) pueden obtenerse de las instituciones que se ocupan del turismo y la conservación de los paisajes y la naturaleza. Los mapas nacionales de ecosistemas también son una fuente útil para desarrollar bases de datos cualitativos sobre la tierra.

B.2.3.1 Calidad del suelo

El problema de la calidad del suelo es complejo. Los cambios del clima y los fenómenos geológicos (por ejemplo: la ceniza volcánica) contribuyen a grandes procesos de degradación o mejora de los suelos en los que se efectúan cultivos o se cría ganado. Las prácticas agrícolas y las pautas del uso de la tierra se combinan a menudo acentuando sus efectos, para acelerar o frenar procesos de cambio cualitativo del suelo. La utilización de mejores métodos de cultivo en cuanto a la labranza y las prácticas de enriquecimiento del suelo han detenido o frenado la degradación. al mismo tiempo, la degradación de los suelos vinculada con el síndrome de desertificación y causada por la erosión y la lixiviación de nutrientes parece encontrarse en aumento en gran parte de los países en desarrollo. En los países industrializados preocupan otros problemas, entre ellos los efectos de la contaminación atmosférica (precipitaciones ácidas) y residuos de plaguicidas, la pérdida de humus debida a la aplicación de fertilizantes artificiales y la compactación del suelo causada por la maquinaria agrícola pesada. De este modo, la degradación del suelo puede vincularse con prácticas de labranza inadecuadas y con el empleo inapropiado de la tierra para la producción agrícola y ganadera (p. ej., en laderas empinadas en las que se provoca la erosión) (véanse las sección A.1.1.2 y A.1.8), riego (salinización, alcalinización y saturación), aplicación excesiva de sustancias químicas (p. ej., residuos de plaguicidas) (A.2.2), contaminación del aire (acidificación) (A.2.1), prácticas de explotación en los bosques (p. ej., el desmonte, la apertura de caminos de saca, el empleo de equipo pesado)

(A.1.2), urbanización e industrialización (p. ej., eliminación de la capa superficial, reducción de la tierra destinada al uso agrícola), y crecimiento demográfico y migraciones (A.1.8; véanse también las secciones A.1.1, "Crecimiento y cambio demográficos", y B.1.3, "Expansión y dispersión de los asentamientos" en *Estadísticas de los Asentamientos Humanos*).

La erosión del suelo puede mirarse como una pérdida cuantitativa de suelo productivo y también, según el grado de erosión, como una disminución de la calidad del suelo. Lo primero se registra en la sección B.1.2.2, "Suelo y tierras" (agotamiento). Lo segundo se indica en esta sección, desglosado en categorías de "intensidad de erosión". Desde luego, esa distinción es algo arbitraria y habrá que resolver sobre ella a los efectos del empleo analítico de los datos: es decir, confrontando la evaluación cualitativa del medio ambiente con la contabilización del agotamiento de recursos. El mejoramiento de los suelos puede atribuirse a las prácticas agrícolas favorables (p. ej., aplicación de fertilizantes, prácticas de labranza y actividades de protección del suelo) y a actividades orientadas a frenar la desertificación y la erosión (p. ej., forestación, cultivo en terrazas y programas de rehabilitación de suelos) (C.1.2.3).

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Desertificación (km ²)	Tipo de uso de la tierra	Superponer el trazado de las zonas desertificadas con las categorías de uso de la tierra
b. Superficie erosionada (km ²)	Tipo de uso de la tierra	Distinguir zonas de nivel alto, medio y bajo de erosión; superponer su trazado con el de las categorías de uso de la tierra
c. Superficies afectadas por la toxicidad del suelo (km ²)	Tipo de contaminante	Incluyendo plaguicidas y productos químicos industriales
d. Suelos afectados por precipitaciones ácidas (km ²)	Tipo de suelo	Medida del pH de "fuentes no naturales"
e. Suelos afectados por el riego (km ²)	Tipo de suelo	Áreas de salinización, alcalinización y saturación

B.2.3.2 Calidad de la tierra

La medida de la calidad del paisaje se vincula estrechamente con la medición de la "calidad de la vida", en cuanto al valor de los servicios de la naturaleza, como ocurre con el valor de los paisajes de setos en el campo de Inglaterra, o los arrozales en terrazas de Filipinas. Las virtudes estéticas generales de la tierra suelen encontrarse en los mapas turísticos (p. ej., los caminos panorámicos). A los ecologistas les preocupa la medición de la "capacidad de sustento" del medio ambiente, y a los planificadores del uso de la tierra, la evaluación de las necesidades (a menudo contradictorias) del empleo de la tierra. Se han utilizado diversas "técnicas de calificación" para designar zonas destinadas a la protección y la conservación ambientales (C.1.1). El Japón ha elaborado un sistema nacional de cartografía de la calidad de

la tierra, conocido como "censo verde". El sistema comprende un método para calificar las zonas desde el punto de vista de la interferencia del hombre en la naturaleza. En uno de los extremos, un lugar edificado se calificaría en el nivel 0, mientras que en el otro extremo un lugar apenas perturbado por el hombre (p. ej., una zona de montañas remota) recibiría la calificación de 10. Todas las demás zonas quedarían en niveles intermedios, distinguiéndose la agricultura intensiva, el campo cultivado entre arboledas, los parques nacionales protegidos, etc.

Resulta difícil determinar variables de la calidad de la tierra con independencia del uso al que esté destinada. De este modo, sería preciso asignar calidades relativas diferentes según el uso agrícola, forestal, de hábitat silvestre o los diversos destinos (o zonas) de uso urbano, industrial y turístico. Otro método consiste en calificar la calidad de la tierra directamente a partir de un punto de vista cultural y estético. Un tercer criterio consiste en calificarla según sus cualidades biofísicas o su capacidad de admitir en forma duradera un máximo de población humana y no humana (según los niveles de vida).

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Indicadores cualitativos del uso de la tierra (km ²)	Tipo de uso de la tierra	Criterios independientes para cada categoría de uso de la tierra
b. Calidad del paisaje ^{a/} (km ²)	Tipo de uso de la tierra	Calificación basada en criterios estéticos
c. Calidad biofísica de la tierra (km ²)	Tipo de uso de la tierra	Calificación basada en criterios biofísicos de capacidad de sustento

^{a/} Las calificaciones de la calidad del paisaje se basan en una combinación de criterios sobre atributos humanos, ambientales, naturales y de reestructuración. Son ejemplos de zonas de baja calificación las plantas industriales y las minas desafectadas, y de alta calificación las selvas vírgenes, lagos y montañas, o los campos cultivados que presentan atractivos estéticos.

B.2.4 Calidad de la biota y los ecosistemas

Se efectúa una distinción entre los indicadores de la calidad de la biota y los indicadores más generales de equilibrio del ecosistema. Desde luego, los dos temas están relacionados entre sí y sólo se los distingue con fines estadísticos: los indicadores del equilibrio del ecosistema son en lo esencial variables derivadas de modelos del ecosistema, mientras que los indicadores de la calidad de la biota son valores cuantitativos obtenidos mediante diversos tipos de estudios. Ambas categorías de datos se relacionan con la corriente y las existencias de recursos biológicos. Entre ellos figuran las poblaciones y el hábitat de especies "silvestres" que figuran en la sección B.1.1.4 sobre agotamiento o aumento de la fauna y la flora, y los cambios de existencias de recursos "ordenados", que figuran en la sección B.1.1.1, "Recursos agropecuarios"; la sección B.1.1.2, "Bosques"; y la sección B.1.1.3, "Animales acuáticos". Pero no siempre es fácil distinguir entre los aspectos cualitativos y cuantitativos. Su determinación y descripción representan una importante tarea respecto de los inventarios de los recursos biológicos (D.1) y los ecosistemas (D.4).

Los indicadores para apreciar los cambios de la situación cualitativa de la biota (B.2.4.1) son mediciones de su volumen medio, su longevidad, la incidencia y la frecuencia de las enfermedades y diversas medidas de la eficiencia vinculadas con la producción, los índices de crecimiento y el equilibrio natural de la distribución de las especies. La evaluación cualitativa del estado de los ecosistemas (B.2.4.2) incluye datos sobre las condiciones ambientales para la "supervivencia de las especies", que identifican síntomas de mala salud, medidas de la capacidad de recuperarla después de sufrir presiones ambientales, la suficiencia de la población para el éxito de la reproducción e indicadores de la diversidad de las especies. La evaluación cualitativa muchas veces no se basa únicamente en "criterios científicos", sino que puede incluir un fuerte componente cultural que se refleja en preferencias y prioridades de las autoridades de ordenamiento de la vida silvestre y del público respecto de los sistemas naturales. Por ejemplo, se prefieren los lagos de aguas claras a los de coloración verde causada por las algas, así como el hábitat en el que pueden vivir grandes mamíferos se prefiere al que sólo permite la supervivencia de los pequeños, y los viejos bosques naturales se prefieren a las plantaciones de árboles jóvenes.

Los datos sobre los parámetros de la biota y de los ecosistemas resultan en gran medida de actividades de investigación especializadas, y su inclusión en los sistemas estadísticos se presta a discusiones. Sin embargo, se han llevado a cabo apreciaciones generales en los informes sobre el estado del medio ambiente, en trabajos de cartografía ecológica y en estudios especializados destinados a calificar las cualidades relativas de la tierra y los recursos biológicos, como el "censo verde" del Japón. Otras fuentes de datos son las instituciones de administración de los recursos: p. ej., en las zonas boscosas afectadas por enfermedades, el análisis de los datos de teleobservación y los estudios sobre la producción agropecuaria.

B.2.4.1 Calidad de la biota

Las estadísticas sobre los aspectos cualitativos de la biota se encuentran todavía en su etapa de formación. La demanda de evaluaciones del estado del medio ambiente ha centrado la atención de las ciencias biológicas en técnicas y métodos para vigilar, a escala amplia, la "salud" de la biota y la "productividad" de los ecosistemas. Suele distinguirse entre la biota que se cultiva esencialmente a los fines de la explotación humana, la que no ha sido cultivada pero posee "valor económico" y la silvestre, que ni ha sido cultivada ni tiene un valor principalmente "económico". La extinción cada vez más frecuente de determinadas especies (véase la sección B.1.1), la disminución del hábitat (B.2.4.2) y la consiguiente reducción de las poblaciones silvestres (B.1.1.4) son hechos intensamente difundidos a fines del siglo XX que ponen de relieve el valor social cada vez más elevado que se atribuye a la existencia de la biota silvestre.

Los cambios cualitativos de la biota cultivada plantean la cuestión, bastante problemática, de la naturaleza de las manipulaciones humanas tendientes a acentuar los atributos favorables a la explotación económica. La manipulación genética puede, en realidad, reducir otras cualidades de la biota, como la resistencia a las enfermedades o a la sequía. Las variables referentes a la pérdida de cultivos y de ganado por la situación del medio ambiente procuran captar este aspecto cualitativo de la agricultura moderna. Los datos sobre residuos tóxicos presentes en la biota y sobre su volumen promedial son indicadores cualitativos menos

controvertidos. Los últimos han sido considerados indicadores generales de degradación de los ecosistemas. El cuadro 4 presenta datos sobre especies marinas contaminadas en aguas nacionales, compilados por un organismo internacional, la Comisión para la Protección del Medio Marino del Mar Báltico. Estos datos se han utilizado también como indicadores generales de la calidad del medio ambiente en el que se encontraban las especies contaminadas (véase, p. ej., la sección B.2.2, respecto de la calidad del agua de mar).

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Pérdida de biota cultivada debida a enfermedades, insectos o desastres naturales (% afectado, km ²)	Tipo de biota	Indicando variedad de selección o ganado híbrido
b. Residuos tóxicos presentes en la biota (mg/l, % detectado)	Tipo de especies ^{g/}	Indicadores de la contaminación biológica
c. Cambios del volumen promedio de la biota (kg, m)	Tipo de especies ^{g/}	Indicadores de degradación de la biota

g/ Véanse las secciones B.1.1.4 y D.1.4.

B.2.4.2 Estado de los ecosistemas

Los indicadores cualitativos de los ecosistemas se caracterizan por ser sintéticos y referirse a su integridad, y se aplican a la productividad y la eficiencia del sistema y su capacidad de soportar factores externos. Los indicadores que se enumeran en el cuadro se indican como ejemplos para medir la integridad del ecosistema, problema de interés cada vez mayor para el ordenamiento del medio ambiente. Sin embargo, todavía falta experiencia sobre la medición del estado de los ecosistemas en la escala necesaria para permitir una evaluación global del estado del medio ambiente. Los indicadores que siguen, por lo tanto, sólo responden a fines de ilustración y su presencia en los sistemas de estadísticas ambientales aún necesita seguir analizándose:

a) **Productividad primaria:** es una medida de la eficacia de la conversión de energía solar en nutrientes y materia vegetal. Este concepto se mide en forma de "energía acumulada" (p. ej., calorías por m²) o bien como biomasa (p. ej., toneladas de materia viva por km²). Debe distinguirse la "nueva producción" (p. ej., el crecimiento anual) de la producción acumulada (p. ej., las existencias locales de biomasa). Los sistemas biológicos maduros suelen tener una productividad primaria baja pero un alto volumen de biomasa; mientras que los sistemas inmaduros presentan la situación inversa (p. ej., en los bosques talados periódicamente);

b) **Enumeraciones de especies raras o amenazadas:** su aumento es un buen ejemplo de indicador que advierte la disminución general del hábitat silvestre y de la diversidad de las especies;

Cuadro 4. Concentración de metales pesados en especies animales de zonas marítimas de Finlandia (1979-1984)

Zona costera	Especie		Cadmio mg/kg	Mercurio promedio	Plomo	Cobre	Zinc
Bahía de Botnia	Mesidotea entomon	1981	0,144	-	0,060	8,80	5,00
	Mitylus edulis	1983	0,183	0,057	0,173	22,20	21,00
	Arenque del Báltico	1979	0,007	0,019	0,050	0,67	5,40
		1981	0,004	0,015	0,065	0,51	2,85
		1982	0,001	0,040	0,010	0,43	5,05
		1983	0,006	0,013	0,010	0,41	7,20
1984		0,010	0,016	0,010	0,36	4,85	
Mar de Botnia	Mesidotea entomon	1979	0,163	0,022	0,343	30,03	41,63
		1981	0,107	0,016	0,073	28,07	10,53
		1983	0,038	0,010	0,072	28,30	18,00
	Arenque del Báltico	1980	0,004	0,015	0,015	0,39	2,60
		1981	0,003	0,029	0,060	0,59	3,60
		1982	0,001	0,018	0,010	0,42	5,45
		1983	0,009	0,016	0,015	0,44	5,75
	Bacalao	1979	0,015	0,025	0,033	4,45	7,79
		1980	0,029	0,028	0,157	8,02	12,05
		1982	0,017	0,025	0,026	6,09	10,38
		1983	0,022	0,029	0,018	5,88	11,30
	Golfo de Finlandia	Mesidotea entomon	1983	0,026	0,017	0,123	9,47
Macoma báltica		1979	0,132	0,017	0,660	8,50	85,80
		1980	0,127	0,014	0,793	13,33	-
		1983	0,121	0,015	0,126	8,00	57,20
Arenque del Báltico		1979	0,006	0,025	0,062	0,50	4,28
		1980	0,006	0,016	0,025	0,45	2,62
		1981	0,007	0,026	0,050	0,67	2,93
		1982	0,001	0,027	0,010	0,29	3,48
		1983	0,005	0,015	0,010	0,35	4,68
		1984	0,007	0,026	0,010	0,25	4,33
Bacalao		1979	0,060	0,045	0,070	8,77	13,71
		1980	0,036	0,048	0,240	7,35	10,95
		1981	0,019	0,027	0,063	4,28	15,64
		1982	0,027	0,029	0,025	8,61	13,04
		1983	0,050	0,037	0,022	11,76	20,56
		1984	0,054	0,034	0,030	9,52	17,14

Fuente: Tilastokeskus, Ympäristötilasto (Helsinki, 1987).

c) **Diversidad de las especies:** da una medida de la variedad de las especies del ecosistema. Esto se basa en el supuesto de que la mayor diversidad de las especies hace aumentar las probabilidades de que cada una de ellas sobreviva en condiciones desfavorables. El simple cómputo de los diferentes tipos de especies resulta mucho más fácil de realizar que la determinación de los niveles de población, y por ello se utiliza a menudo como indicador de diversidad de las especies. Esta mide también la "madurez" del sistema, como en el caso de la selva del Amazonas, con su gran variedad de ámbitos altamente especializados. Otro factor de interés es la relación entre las especies endémicas y las exóticas. Las regiones que presentan altos niveles de especies endémicas tienen especial valor desde el punto de vista genético;

d) **La pérdida de biota silvestre, según sus causas:** las pérdidas resultantes de desastres naturales o provocados por el hombre, como los brotes de enfermedades, las infestaciones de insectos y las calamidades naturales (como las sequías), pueden interpretarse como signos de "mala salud" de los ecosistemas o de falta de resistencia de la biota a las presiones que sufre. Sin embargo, no siempre resulta posible distinguir claramente de las pérdidas "cuantitativas", derivadas de la explotación excesiva o de los cambios del uso de la tierra, y estos indicadores deben utilizarse con cuidado;

e) **Capacidad de adaptación:** es una medida de la capacidad de los ecosistemas para recuperarse de los factores externos. Esto se basa en la noción de la recuperación del equilibrio tras la asimilación de una perturbación externa, como un derrame de petróleo. Los sistemas robustos son evidentemente más resistentes que los sistemas frágiles; los sistemas simples tienden a recuperarse más rápidamente que los complejos; y los sistemas vastos pueden absorber perturbaciones de nivel mayor que los pequeños. Los ecosistemas complejos que se han desarrollado a lo largo de milenios en un estado relativamente intacto (como las pluviselvas tropicales) están expuestos a no recuperarse nunca.

Una condición previa para el desarrollo de indicadores ecológicos es el cartografiado de los ecosistemas (véase la sección D.4). También tiene importancia decisiva, para la determinación de esos indicadores, la comprensión de la dinámica de cada ecosistema. Uno de los objetivos es dar respuesta a interrogantes como la de si el sistema es frágil o robusto, o si la configuración espacial basta o no para mantener un hábitat viable. Aunque ciertos indicadores sobre esas cuestiones pueden presentarse perfectamente en compendios estadísticos, su compilación efectiva todavía representa probablemente más una actividad de investigación -de "ecología estadística"- que parte de un programa rutinario de "estadística ecológica".

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Productividad primaria (t/km ² , cal./m ²)	Tipo de ecosistema ^{2/}	Indicador de productividad natural
b. Lista de especies raras y amenazadas (cantidad)	Tipo de ecosistema ^{2/} Tipo de especie ^{2/}	Indicador de advertencia de declinación general
c. Número de especies diferentes (cantidad)	Tipo de ecosistema ^{2/}	Indicador de diversidad

d. Pérdida de biota (silvestre) debida a causas naturales y provocadas por el hombre ^{a/} (% afectado, km ²)	Tipo de ecosistema ^{a/} Tipo de especie ^{a/}	Indicadores de capacidad de adaptación a las presiones ambientales
e. Plazo de recuperación (años)	Tipo de perturbación ^{a/} Tipo de ecosistema ^{a/}	Indicador de capacidad de adaptación

a/ Véase la sección D.4, "Inventarios de ecosistemas".

b/ Véase, p. ej., el *Libro Rojo* de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos, en el que se distingue entre las especies amenazadas, vulnerables, raras, indeterminadas, fuera de peligro e insuficientemente conocidas.

c/ Incluyendo las zonas de pérdidas de árboles por precipitaciones ácidas, las dificultades de reproducción debidas a la contaminación (p. ej., el halcón común) y las debidas a las pérdidas de hábitat (p. ej., el oso panda).

d/ Véase la sección D.1.4, "Inventarios de la fauna y la flora", para una descripción de la clasificación de especies.

B.3 SALUD HUMANA Y DESASTRES AMBIENTALES

La sección B.3 se ocupa de los efectos de las condiciones ambientales y de los desastres naturales y provocados por el hombre sobre la salud y el bienestar humanos. Con respecto al ambiente urbano (p. ej., la calidad del aire, el ruido y las enfermedades, relacionados con las condiciones de vivienda) y a los efectos de los desastres naturales sobre los asentamientos humanos (p. ej., daños sufridos por los edificios y lesiones o pérdidas de vidas), los efectos sobre la salud y el bienestar están incluidos en *Estadísticas de los Asentamientos Humanos* (B.3.1, "Exposición y efectos sanitarios", y B.3.2, "Daños y accidentes relacionados con los asentamientos"). El presente tema sólo abarca, por lo tanto, los efectos más generales de la contaminación de los alimentos y las enfermedades transmitidas, así como los efectos de los desastres sobre el medio ambiente natural que no se vinculan directamente con las condiciones ambientales de los asentamientos humanos.

Se obtienen datos sobre la salud humana a partir de estadísticas de salud pública que suelen llevar las autoridades sanitarias. En los países que cuentan con programas especiales para evaluar los efectos ambientales sobre la salud pueden compilarse informaciones más directas a partir de encuestas por muestreo. Se pueden obtener datos históricos sobre los efectos de los fenómenos naturales en los servicios meteorológicos y geológicos. Los registros de las organizaciones que se ocupan de situaciones de emergencia (incluidas las fuerzas armadas) son una importante fuente de información a este respecto. Los registros sobre seguros, incluido el seguro agrícola, también ofrecen una buena fuente de datos sobre los costos que afectan a la producción y las pérdidas de bienes. Otras fuentes son los organismos de investigación cuando se trata de los efectos de desastres ambientales provocados por el hombre. Los datos estadísticos sobre las áreas afectadas pueden obtenerse mediante imágenes de teleobservación, sobre todo cuando se trata de acontecimientos que abarcan grandes territorios, como los incendios forestales, las inundaciones, las infestaciones, etc.

B.3.1 Salud humana y contaminación

La salud es un concepto integral, y resulta casi imposible enumerar por separado las vinculaciones entre la salud humana y los estilos de vida culturales, el patrimonio genético y el

estado del medio ambiente. Las relaciones de causa y efecto entre la exposición a los peligros ambientales y el subsiguiente deterioro de la salud y el bienestar general sólo pueden determinarse, por lo tanto, en los casos más evidentes. Las limitaciones del alcance de las estadísticas sanitarias no permiten por lo general evaluar totalmente la incidencia de la morbilidad y la mortalidad relacionadas con el medio ambiente. Además, la relación de causa a efecto puede manifestarse con claridad sólo después de algún tiempo. A ello se añade que muchos síntomas de la exposición a un ambiente malsano son de carácter "no específico", como ocurre con la tensión, la fatiga y las alergias. A pesar de tales ambigüedades, existe un interés considerable en establecer las relaciones de la salud humana con las condiciones del medio ambiente.

En principio, todas las causas de enfermedad son ambientales, sobre todo si se tiene en cuenta que hasta la susceptibilidad y la inmunidad genéticas son productos de cambios a largo plazo de las condiciones ambientales pretéritas. También el aumento de la longevidad puede atribuirse, principalmente, a una menor exposición a peligros ambientales por medio de los programas de salud pública como los de purificación del agua y de tratamiento de aguas residuales (C.2.4), de lucha contra los vectores de enfermedades y de educación sanitaria. Estos grandes avances de la salud pública se ven amenazados ahora por lo que podría calificarse como tecnologías con peligros sanitarios, como ocurre en el caso de los riesgos de exposición a las radiaciones, de exposición a sustancias cancerígenas, y los peligros del tránsito y el transporte (véase la sección B.3.2, "Daños y accidentes relacionados con los asentamientos", en *Estadísticas de los Asentamientos Humanos*). Además, la reestructuración ambiental, el desmonte y el desarrollo de represas y zanjas de riego (A.1.8.2) han acentuado, en algunas regiones del mundo, la incidencia de enfermedades ambientales vinculadas con el agua y la malnutrición. Los efectos ambientales de la urbanización sobre la salud y el bienestar humanos, especialmente en los asentamientos marginales, han sido desarrollados en *Estadísticas de los Asentamientos Humanos* (B.3).

Los indicadores estadísticos escogidos para representar los efectos de los cambios de calidad del medio ambiente sobre la salud humana se dividen en dos categorías: los obtenidos de las administraciones competentes en materia de alimentos y medicamentos, y los extraídos de estadísticas de mortalidad y morbilidad.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Residuos de productos químicos en los alimentos y el agua (ppm)	Tipo de contaminante	Nivel medio de las muestras o número de muestras que exceden de los "límites de seguridad"
b. Alimentos excluidos debido a peligros sanitarios (kg)	Causa de la prohibición	
c. Niveles de radiación en los alimentos (pCi/l)	Tipo de radiación	Principalmente en la leche (p. ej., estroncio 90 y cesio 137)
d. Contaminantes en los tejidos humanos (ppm)	Tipo de contaminante	Sobre la base de muestras de autopsia

e. Mortalidad y morbilidad derivadas de enfermedades transmitidas en el medio ambiente (cantidad, índice por 10 ⁵)	Tipo de enfermedad	Indicadores de efectos sanitarios del medio ambiente, incluidas la fiebre tifoidea, el cólera y la esquistosomiasis
f. Mortalidad y morbilidad causadas por la malnutrición (cantidad, índice por 10 ⁵)	Causa de malnutrición	Indicadores de pobreza y escasez de alimentos (factores coadyuvantes de las enfermedades ambientales)

B.3.2 Efectos de los desastres ambientales

Esta sección reúne estadísticas sobre los efectos de los desastres ambientales, que por lo general se consideran "fenómenos ocasionales". Se distingue entre los fenómenos naturales y aquellos que pueden calificarse de accidentes provocados por el hombre. Surgen varias dificultades para distinguir un "fenómeno" de una situación normal o crónica. Las principales características distintivas son la gravedad y la duración y, en algunos casos, la ubicación: accidentes producidos en zonas de población muy densa o poco densa. Los meteorólogos han desarrollado un sistema de clasificación de la velocidad del viento para advertir los eventuales peligros para la navegación y otras actividades y han aplicado el criterio de la duración para definir las situaciones de sequía. Los sismólogos han elaborado la escala de Richter para calificar la gravedad de los terremotos. Como se indica en la sección A.3, "Fenómenos naturales", la característica singularidad de los fenómenos impide aplicar métodos estadísticos de muestreo y otras técnicas válidas para grandes números. Sin embargo, las observaciones infrecuentes también permiten calcular probabilidades de riesgo.

El cuadro presenta los efectos de los desastres naturales y causados por el hombre en el medio ambiente. Las lesiones y pérdidas de vidas y de bienes originadas por esos desastres (incluidos los accidentes de tránsito y de trabajo) figuran como parte de las condiciones peligrosas en los asentamientos humanos (véase *Estadísticas de los Asentamientos Humanos*, sección B.3.2, "Daños y accidentes relacionados con los asentamientos").

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Pérdida de recursos biológicos cultivados (cantidad, km ² , dólares)	Tipo de fenómeno Tipo de recurso	Pérdidas de cultivos, ganado y plantaciones forestales (p. ej., por sequías, inundaciones o invasión de langosta)
b. Pérdidas de la fauna y la flora (cantidad, km ² , dólares)	Tipo de especie Tipo de fenómeno	Incluyendo las pérdidas de recursos forestales y acuáticos
c. Efectos en la tierra, el suelo, el aire y el agua (km ² , ppm, dólares)	Tipo de efecto	Incluyendo la contaminación por erupciones volcánicas y desastres causados por el hombre (guerras)

C. REACCIONES ANTE LOS EFECTOS AMBIENTALES

La sección C constituye la "reacción humana" ante las situaciones que se consideran indeseables desde el punto de vista de la estructura general de actividades, efectos y reacciones, del EEEMA. La reacción humana procura, en principio, revertir las tendencias negativas logrando un nuevo equilibrio en las relaciones de las actividades humanas, el mantenimiento de sistemas ecológicos equilibrados y la perdurabilidad del empleo de los recursos naturales. Como se señaló en la introducción, los conceptos de sostenibilidad y de racionalidad ambiental del desarrollo expresan preocupaciones generalizadas en el mundo por el agotamiento de los recursos naturales y la pérdida de los servicios que presta el medio ambiente en la asimilación de desechos. La política de los países, así como la cooperación internacional, deberá abordar esas cuestiones conforme a sus efectos geográficos a nivel subnacional, nacional e internacional²⁹.

La reacción humana puede ser colectiva o individual. Las medidas individuales son las que se vinculan con los agentes microeconómicos de los hogares y las empresas, mientras que las medidas colectivas suelen corresponder a instituciones estatales. La política gubernamental refleja la "voluntad colectiva" de proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente y los recursos naturales; en otras palabras, de contrarrestar la degradación y el agotamiento del medio ambiente, expuestos en la sección B. Las medidas de reacción que procuran corregir los efectos ambientales pueden distinguirse de las preventivas, que buscan evitar desde el principio que sucedan tales efectos. Estas últimas han sido consideradas más eficaces (menos onerosas) que las de descontaminación del medio ambiente. En último análisis, esas medidas preventivas requerirán la cooperación de todos los agentes individuales que actúan sobre el medio ambiente, reflejando un cambio importante de las actitudes de las personas y de su comportamiento en relación con él. Ello implica modificaciones en los procesos de producción y de consumo, en la tecnología aplicada a las actividades descritas en la sección A, así como cambios de valores culturales.

Las reacciones, pues, pueden clasificarse a grandes rasgos en defensivas o correctivas (es decir, de descontaminación o corrección) o bien preventivas (es decir, modificativas o reglamentarias del comportamiento humano). Otra distinción importante es la que diferencia las reacciones del sector público y del privado. Las reacciones del sector público se traducen en leyes, reglamentos y gastos públicos relacionados con el medio ambiente. Las reacciones del sector privado corresponden al cumplimiento por los particulares y las empresas de las reglamentaciones, y a las reacciones a los incentivos y desincentivos económicos: por ejemplo, la instalación de equipos destinados a reducir la contaminación o el reciclaje de desechos por las personas y los hogares. Otra reacción individual consiste en evitar los ambientes que se deterioran (o eludirlos), según la capacidad de soportar los gastos respectivos.

Pueden distinguirse tres categorías principales de medidas ambientales:

a) La protección ambiental se refiere al problema de mejorar y conservar la calidad de los sistemas cíclicos naturales (del aire y del agua), los ecosistemas y la salud humana y la calidad de la vida en cuanto se relacionan con la calidad del medio ambiente de hábitat humano y los sistemas naturales;

b) La conservación ambiental se refiere a la explotación de valiosos bienes naturales y culturales (mediante el desarrollo de un sistema de parques nacionales y lugares históricos), recursos renovables y no renovables (a través de la conservación de energía, del suelo, del agua, la fauna y la flora) y de la reserva genética, a través de la conservación de las especies raras y amenazadas;

c) El desarrollo sostenible y ambientalmente racional plantea el problema de los objetivos ambientales de manera más integral, enfocando la conciliación de los objetivos ambientales y económicos. El desarrollo sostenible propugna por la asimilación de los aspectos exteriores del medio ambiente, correspondientes a las funciones de producción y de consumo, el fomento de las tecnologías ambientalmente racionales, la transmisión intergeneracional de los recursos (es decir, su gestión en forma sostenible y la cooperación internacional para el empleo y el ordenamiento sostenibles de los recursos naturales y del patrimonio común).

Las reacciones colectivas e individuales abarcan a los gobiernos, las empresas, las instituciones, las familias y los individuos. Desde el punto de vista estadístico, las reacciones deben definirse de modo cuantificable; es decir, mediante variables mensurables como los gastos, las superficies protegidas o las cantidades de material reciclable. Las reacciones individuales, sin embargo, reflejan valores personales y culturales que sólo pueden evaluarse en encuestas de opinión y de actitudes. La cuestión de cómo interpretar "datos subjetivos" es controvertida (véase la sección C.4.2). Una importante medida de reacción colectiva es la elaboración de leyes, reglamentos y medios de coerción. Esos datos pueden obtenerse de registros administrativos y pueden incluir el número de inspecciones sobre el cumplimiento de normas, multas aplicadas por infracciones y el trámite de las denuncias públicas por inconvenientes ambientales.

Los costos de la protección del medio ambiente se califican a veces como "gastos defensivos". Son los gastos relacionados con el mantenimiento de la calidad del medio ambiente y del empleo sostenible de los recursos efectuados por empresas, hogares e instituciones públicas. Los gastos defensivos y otros costos ambientales de la degradación y el agotamiento efectivo de los bienes de "capital natural" han sido incorporados en un sistema integrado de contabilidad económica y ambiental que desarrolla actualmente la Oficina de Estadística de Secretaría de las Naciones Unidas³⁰. La medición de los gastos ambientales depende del lugar en que se trace la línea que separa los gastos ambientales de los de otro tipo. En la contabilidad tradicional de los gastos, los relativos al medio ambiente se definen como gastos de funcionamiento y gastos de capital para el tratamiento de aguas residuales, equipos de reducción de la contaminación y gastos de eliminación de aguas servidas y materiales peligrosos. Los gastos de administración y de aplicación de las normas se incluyen a veces, cuando las dependencias estatales competentes en materia de protección y conservación del medio ambiente están definidas con claridad. Los gastos ambientales correspondientes a otras instituciones públicas, como los de programas de conservación de suelos de los departamentos de agricultura, o de reforestación de los departamentos correspondientes, suelen ser más difíciles de precisar en la contabilidad general.

Las mediciones de la infraestructura física destinada a mantener la calidad del medio ambiente y al ordenamiento de los recursos naturales pueden clasificarse del siguiente modo:

a) Superficies protegidas por las leyes, como los parques nacionales, las reservas naturales y otras limitaciones ambientales del uso de la tierra (p. ej., las zonas verdes alrededor de las ciudades);

b) La infraestructura de "capital fijo", como la capacidad instalada de equipo de reducción de la contaminación, plantas de tratamiento de aguas residuales, equipos de limpieza (de emergencia) y servicios de eliminación y reciclaje de residuos;

c) La red de estaciones de vigilancia;

d) Los servicios destinados al ordenamiento y la investigación de los recursos ambientales y naturales, como los criaderos de peces, viveros y laboratorios.

Las variables que se indican en la sección C corresponden a cuatro esferas temáticas:

a) C.1, "Administración y recuperación de recursos" (gestión de los recursos naturales);

b) C.2, "Vigilancia y control de la contaminación" (mantenimiento de la calidad del medio ambiente);

c) C.3, "Prevención de calamidades naturales y reducción de sus riesgos";

d) C.4, "Reacciones del sector privado" (individuos, hogares y empresas).

Las tres primeras categorías son reacciones colectivas y corresponden normalmente a medidas de las autoridades y gastos públicos. La cuarta categoría es la reacción del sector privado. Las variables de C.4, desde el punto de vista temático, pueden ser difíciles de distinguir de las de C.1: por ejemplo, en el caso de la forestación pública y privada.

C.1 ADMINISTRACION Y RECUPERACION DE RECURSOS

La administración de recursos, en el sentido tradicional, procura optimizar la producción (económica) de recursos naturales con el objetivo de aumentar los ingresos de las industrias basadas en ellos: la agricultura, la silvicultura, la pesca, la minería, etc. La administración de los recursos, en el sentido de "reacción ante los efectos ambientales", reorienta y amplía al mismo tiempo la cuestión llevándola a la gestión de los bienes naturales en favor de las generaciones actuales y futuras; es decir, a los objetivos de un desarrollo sostenible y del mejoramiento de la calidad del medio ambiente. Esos objetivos pueden alcanzarse mediante la planificación de largo plazo de las corrientes de energía y de materiales, la conservación de la tierra y del agua y la protección del medio ambiente. La gestión ampliada de los recursos (gestión con objetivos múltiples) incluye los siguientes aspectos:

a) La protección y conservación de ecosistemas, incluido el patrimonio genético;

b) La recuperación de los sistemas degradados;

c) La producción económica sostenible que se apoya en la base de recursos naturales;

d) La conservación y la eficiencia en el empleo de recursos biológicos, suelos, agua y energía;

e) El uso de la tierra en armonía con valores ecológicos y culturales, es decir, reduciendo al mínimo los conflictos que plantea el uso de la tierra;

f) La promoción de una ética de la conservación mediante la enseñanza, la información pública, la investigación y los incentivos y desincentivos económicos.

Se han desarrollado estadísticas de los recursos naturales para los fines relativamente estrechos de la explotación económica. Las estadísticas convencionales tendrán que modificarse y ampliarse para que permitan la evaluación de las estrategias de objetivos múltiples. Esas estadísticas deben abarcar, además de las tendencias de los gastos, del empleo y la esfera de la gestión de los recursos, programas de rehabilitación, de conservación de recursos materiales y energéticos, de investigación y de educación. Todo ello puede complementarse con información general sobre el sistema jurídico y reglamentario, las actitudes respecto del medio ambiente (véase la sección C.4.2) y la cooperación internacional orientada a la administración de los recursos.

Los datos pueden obtenerse, en su mayor parte, de los registros administrativos de los ministerios y organismos que se ocupan de la gestión de los recursos. Esto incluye los ministerios competentes en materia de agricultura, silvicultura y pesca, así como los organismos que se ocupan de la protección y conservación de la naturaleza. En los países en los que existen organismos nacionales de planificación, los informes anuales y los planes especiales por sectores representan una rica fuente de datos sobre la asignación de recursos presupuestarios a programas de gestión, recuperación y conservación de recursos. Debe señalarse que la gestión de los recursos suele ser competencia de administraciones regionales y locales: los registros administrativos de los organismos de nivel subnacional también deben consultarse, por lo tanto, para obtener un cuadro completo.

C.1.1 Protección y conservación de la naturaleza

Las variables que se indican aquí corresponden a los esfuerzos y al nivel de protección de bienes naturales y culturales de alto valor, hábitat singulares y especies silvestres. Los diferentes niveles de protección dependen de varios factores, como la actividad preexistente en las zonas protegidas (p. ej., la caza tribal o el pastoreo), la utilización con fines múltiples (como la corta de árboles y el hábitat silvestre) y las posibilidades de acceso para fines de recreación y turismo. Recientemente la necesidad de proteger los ecosistemas acuáticos ha adquirido especial urgencia con la intensificación de la explotación de minerales e hidrocarburos de los fondos marinos, las actividades recreativas y la creciente presión que sufren las zonas intermareales por la extracción de recursos biológicos, la reestructuración de las costas, la contaminación de los estuarios y la utilización de las mareas para la generación eléctrica (véase la sección B.2.2.2). En particular, estas variables deben permitir la evaluación de los progresos que se logran respecto de las metas y las recomendaciones sobre la conservación de los ecosistemas, formuladas en la Estrategia Mundial de Conservación³¹. El cuadro 5 presenta los cambios de las diferentes categorías de tierras protegidas en Indonesia, en un período de 10 años.

Cuadro 5. Tendencias de las zonas de conservación terrestre y marítima en Indonesia (1976/1977 - 1987/1988)

Año	Zonas de conservación terrestres										Zonas de conservación marítimas				
	Reservas naturales		Reservas silvestres		Parques de recreación		Parques de caza		Parques marinos		Total	Parques nacionales			
	Unidades Superficie ^{a/}		Unidades Superficie ^{a/}	Unidades Superficie ^{a/}											
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
1976/1977	121	212 006	28	1 543 097	11	869	3	126 470	1	1 000	164	1 883 442	-	-	
1977/1978	124	220 829	29	1 546 097	11	869	3	126 470	2	3 500	169	1 897 765	-	-	
1978/1979	138	3 553 536	38	2 444 434	20	35 036	7	227 470	3	4 600	206	6 265 076	-	-	
1979/1980	154	3 792 566	48	4 284 058	28	132 502	8	231 221	3	4 600	241	8 444 947	-	-	
1980/1981	162	6 204 041	56	4 489 258	35	133 954	10	325 921	3	4 600	266	11 157 774	5	986 294	
1981/1982	166	6 279 451	64	4 645 137	49	142 534	10	325 921	3	4 600	292	11 397 643	5	986 294	
1982/1983	174	6 781 173	66	4 905 358	52	171 574	10	325 921	5	7 480	307	12 191 506	16	4 406 671	
1983/1984	174	6 784 150	67	4 913 223	54	173 592	10	326 291	5	8 600	310	12 205 656	16	4 406 671	
1984/1985	177	6 827 780	67	4 913 223	55	175 592	10	326 291	5	8 600	311	12 251 486	19	4 665 326	
1985/1986	180	6 908 480	69	5 009 977	55	178 730	10	326 291	5	8 600	319	12 432 078	19	4 665 326	
1986/1987	184	6 778 604	72	5 045 833	63	195 705	12	364 541	6	14 600	337	12 399 283	19	4 665 326	
1987/1988	177	5 913 357	70	5 698 519	60	260 018	13	327 507	7	72 930	327	12 272 331	19	4 776 951	

Fuente: Oficina Central de Estadística, Estadísticas ambientales de Indonesia, 1988 (Yakarta, 1988).

a/ Hectáreas.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Sistema de parques nacionales (km ²)	Ecológica ^{a/}	Indicador de porcentaje de los ecosistemas
b. Otras zonas protegidas (km ²)	Nivel de protección ecológica ^{a/}	Incluyendo reservas naturales, rutas de emigración protegidas y ecosistemas acuáticos
c. Fauna y flora silvestres protegidas (cantidad)	Tipo de especie ^{b/}	Sobre la base de la lista de especies raras y amenazadas ^{c/}
d. Gastos públicos y personal dedicados a la protección y conservación de la naturaleza (dólares, cantidad)	Propósito	Indicadores: porcentaje del total de gastos, guardias por hectárea protegida
e. Superficie abarcada por la planificación del uso de la tierra (km ²)	Tipo de planificación	Incluyendo la planificación de los recursos de la región y de la cuenca

^{a/} Véase la sección D.4, "Inventarios de ecosistemas".

^{b/} Véase la sección D.1.4, "Inventarios de la fauna y la flora".

^{c/} Véase, p. ej., el *Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos*.

C.1.2 Administración y conservación de recursos naturales

Los aspectos económicos del empleo y la administración de los recursos naturales están descritos como datos de actividades en la sección A.1, "Utilización de recursos naturales y actividades conexas". Aquí se trata principalmente de la conservación de los recursos no renovables y de su empleo eficiente (de largo plazo). Las estadísticas propuestas son fundamentalmente indicadores de la medida en que los recursos se administran de manera sostenible. Las variables indicadas son, sobre todo, medidas de los programas de conservación desde el punto de vista de las áreas abarcadas, el gasto público, el porcentaje de la población que participa, etc. Los programas comprenden la conservación del suelo, el agua y la energía, el ecodesarrollo (desarrollo rural integrado)³², el control administrativo del empleo de los recursos, la utilización de fuentes de energía renovables y las funciones conexas de educación, investigación y apoyo internacional. Algunas de estas actividades se llevan a cabo en el sector privado -especialmente el reciclaje de materiales- y pueden tratarse como inversiones para la productividad de los recursos o como contribuciones operacionales (véase la sección C.4).

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Conservación del suelo, el agua, la energía, la pesca y los bosques (dólares, km ² , %)	Tipo de programa	Abarcando desde programas de aldea hasta programas de conservación nacionales
b. Ecodesarrollo (dólares, km ² , %)	Tipo de proyecto	Incluyendo lucha biológica contra las plagas, agricultura y silvicultura orgánicas y ecodesarrollo de las aldeas
c. Control de la explotación de recursos (dólares, km ²)	Tipo de control	Empleo y extracción de recursos Cupos y limitaciones
d. Energía renovable (dólares, km ² , %)	Tipo de proyecto	Incluyendo arboledas de las aldeas, calefacción solar, gas de metano y conversión de residuos orgánicos
e. Investigaciones, vigilancia y educación (dólares, km ² , %, cantidad)	Tipo de programa	Por ejemplo: inventario, teleobservación y programas de educación
f. Cooperación técnica (dólares)	Tipo de programa	Apoyo internacional a actividades de conservación

C.1.3 Rehabilitación de ambientes degradados

Las variables relacionadas con la rehabilitación son las inversiones en gran escala (reestructuración ambiental; véase la sección A.1.8), destinadas a recuperar el medio ambiente de la degradación causada por la explotación excesiva de los recursos renovables y no renovables y de otras actividades humanas. Sin embargo, siempre que sea posible corresponde incluir también las actividades desarrolladas a nivel de las aldeas: por ejemplo, mediante un desglose de los datos del cuadro. Tienen especial interés los programas y proyectos orientados a la recuperación del hábitat silvestre; de las tierras agrícolas degradadas, de las minas abandonadas (véase la sección A.1.5.2) y la inversión de las tendencias, o al menos la "contención", de los procesos de desertificación y deforestación. Estos programas se integran a veces en proyectos de desarrollo económico en gran escala. Uno de los métodos posibles consiste en vincular los datos sobre superficies de difusión de la desertificación (B.2.3.1), deforestación (B.1.1.2) y población y disminución de la fauna y la flora amenazadas (B.1.1.4) con los referentes al nivel y el índice de recuperación. Esto permitiría obtener un "balance" de pérdidas y ganancias para evaluar los efectos netos.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Tierras agrícolas (dólares, km ²)	Tipo de programa	Destinadas a explotaciones agotadas y abandonadas (recuperación de suelos)
b. Tierras deforestadas (dólares, km ²)	Tipo de programa	Por ejemplo: reforestación en gran escala de tierras antes arboladas
c. Tierras desertificadas (dólares, km ²)	Tipo de programa	Por ejemplo: esfuerzos en gran escala para frenar la desertificación, incluido el traslado de poblaciones
d. Sistemas acuáticos, costeros y pantanosos (dólares, km ²)	Tipo de programa	Recuperación de sistemas
e. Fauna y flora (dólares, km ² , cantidad)	Tipo de programa	Rehabilitación del hábitat de especies amenazadas
f. Otras zonas (dólares, km ²)	Tipo de programa	Incluyendo minas, establecimientos industriales y lugares dañados por guerras, etc.

C.2 VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CONTAMINACION

En esta sección se indican conjuntos de indicadores estadísticos de reacciones colectivas a la contaminación ambiental. Las reacciones individuales, o "acción defensiva", de los hogares y las empresas se indican en la sección C.4, "Reacciones del sector privado". Las estadísticas sobre reacciones respecto de la contaminación del aire urbano, las actividades de vigilancia del aire y la recolección y eliminación de residuos sólidos urbanos e industriales, incluido el reciclaje, figuran en *Estadísticas de los Asentamientos Humanos* (véanse las secciones C.2.1, "Normas ambientales", C.2.2, "Vigilancia", C.2.3, "Tratamiento, eliminación, y reutilización de las descargas" y C.2.4, "Gastos para el control de la contaminación"). Las variables que se indican aquí son las relacionadas con la contaminación, la vigilancia y el control del agua, la contaminación de los alimentos y el apoyo estatal a esas actividades, como la investigación y desarrollo.

La principal fuente de datos está en los registros administrativos de los organismos de protección del medio ambiente y las cuentas de gastos públicos, incluidas las de las administraciones locales. Las autoridades de abastecimiento de agua y las encuestas estadísticas especiales sobre los servicios de tratamiento del agua pueden suministrar datos sobre variables físicas referentes a la capacidad, el número de hogares que reciben servicios, etc.

C.2.1 Investigación y vigilancia sobre la contaminación

Los gobiernos están acentuando sus esfuerzos de investigación y vigilancia del medio ambiente y sobre otras informaciones necesarias para protegerlo. La investigación es el primer paso para comprender los vínculos entre las actividades humanas y la contaminación del medio ambiente, y suministra las bases para el desarrollo de sistemas de vigilancia, normas ambientales y programas de protección del medio. La diferencia entre la investigación y la vigilancia no siempre resulta nítida. La fiscalización sistemática con fines de aplicación de los reglamentos puede distinguirse, sin embargo, de la vigilancia relacionada con la evaluación de las tendencias y el estado del medio ambiente.

La vigilancia incluye la creación y el mantenimiento de una red de fiscalización de la contaminación, la obtención y la organización de datos y el análisis de sus registros. La interpretación de imágenes de teleobservación y los programas especiales por muestreo de regiones o de poblaciones, destinados a detectar niveles y tendencias de la contaminación ambiental y sus efectos, también deben incluirse. Entre los puntos que deben tenerse en cuenta al elaborar un sistema de vigilancia figuran los siguientes³³:

a) Variabilidad del medio ambiente: las señales del medio ambiente contienen ruido, en el espacio y en el tiempo;

b) No convergencia: a diferencia de los modelos equilibrados de la teoría estadística clásica, las series cronológicas a veces no son convergentes, sino que reflejan el comportamiento de sistemas caóticos en los cuales la variable más importante puede ser la amplitud y no la tendencia;

c) Correlaciones espaciales y temporales: los elementos ambientales están correlacionados en el espacio y en el tiempo. El contenido informativo de un sistema de vigilancia del medio ambiente no siempre es tan grande como puede parecer debido a la tendencia de cada medida a ser singular en el espacio y en el tiempo (es decir, no apta para su generalización). Habida cuenta del considerable costo que supone la creación de sistemas de vigilancia, éste no es un problema menor;

d) Relaciones de causalidad: como es notorio, la existencia de un coeficiente de correlación significativo supone una relación pero no necesariamente de causalidad. Si uno de los objetivos de la vigilancia consiste en comprender los fenómenos o formular predicciones, no basta con vigilar únicamente los elementos de interés, ni siquiera con ampliar la vigilancia para incluir otros elementos que presenten altas correlaciones. Es preciso vigilar el comportamiento de los procesos en cuyo funcionamiento se basan las comprobaciones. Pero a medida que se amplía la comprensión, puede resultar necesario un sistema de vigilancia cada vez más vasto;

e) Sesgo en la perspectiva: el diseño de los sistemas de vigilancia puede basarse en una concepción parcial y hasta errónea del comportamiento del medio, o puede estar limitada por factores tecnológicos y de costo. Los datos, por lo tanto, pueden no ser totalmente válidos y pueden servir para perpetuar mitos existentes.

Las variables que se enumeran a continuación son las que registran actividades de investigación y vigilancia en las esferas de la contaminación y los alimentos. Esos datos deben incluir gastos públicos para investigaciones ambientales, el nivel de vigilancia de la calidad del

agua, incluyendo análisis de laboratorio de muestras extraídas, y los gastos públicos, el personal de inspección y los servicios de fiscalización de la contaminación de alimentos. Otras actividades de vigilancia se relacionan principalmente con los gastos y los servicios dirigidos a la detección de la contaminación de la fauna, la flora y el suelo.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Investigaciones sobre la contaminación (dólares, cantidad)	Tipo de investigación	Incluyendo gastos y número de especialistas en centros de investigación estatales y universidades
b. Estaciones de fiscalización de la calidad del agua (dólares, cantidad)	Tipo de contaminante ^{g/}	Incluyendo el nivel del alcance nacional por cuenca hidrográfica
c. Fiscalización de la contaminación de alimentos (dólares, cantidad)	Tipo de servicio Tipo de contaminante	
d. Otras actividades de vigilancia (dólares, cantidad)	Propósito	Incluyendo la vigilancia de la acidificación del ecosistema

g/ Véase la sección B.2.2.1, "Calidad de las aguas interiores".

C.2.2 Normas, medidas de control y aplicación coercitiva

Las variables que se indican en esta sección se vinculan con medidas y gastos de la administración y la aplicación coercitiva de reglamentaciones ambientales. Las principales esferas de reglamentación son el contenido y la calidad de las emisiones, la producción, el transporte, el uso y la acumulación de sustancias peligrosas, y los niveles permitidos de agentes de conservación, aditivos y residuos de plaguicidas y las condiciones sanitarias de producción y distribución de los alimentos. Deben consultarse las listas de emisiones para la enumeración de las sustancias controladas y las normas sobre efluentes.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Lista de sustancias controladas y normas (cantidad, ppm)	Propósito	Salud humana, calidad del ambiente y protección de la biota; con exclusión de los ambientes cerrados; incluyendo normas sobre niveles máximo, tolerable, y conveniente

b. Actividades de inspección y números de infracciones (cantidad)	Propósito Actividad	Incluyendo número de inspecciones, número de funcionarios y proporción de casos de incumplimiento
c. Licencias otorgadas y cantidades utilizadas de productos químicos limitados (cantidad, t, kg)	Tipo de producto químico ^{a/}	Principalmente plaguicidas, pero puede incluir agentes de conservación de alimentos y maderas

a/ Véase la sección A.2.2, "Aplicación de agentes bioquímicos".

C.2.3 Descontaminación y recuperación del medio ambiente

Las operaciones de descontaminación pueden ser una reacción ante acontecimientos súbitos, como los derrames de petróleo o los accidentes industriales, o ante una acumulación progresiva de contaminantes en el medio, como por ejemplo en los vertederos de desechos. La recuperación puede mirarse como una reacción tendiente a restablecer funciones del medio ambiente en lugares fuertemente contaminados. Las variables se relacionan con los costos (incluidas las indemnizaciones), las superficies afectadas y otros factores ponderables de descontaminación y la recuperación. Debe señalarse que las operaciones de descontaminación contienen también un elemento de emergencia, y en ese sentido se asemejan a la atenuación de los efectos de las calamidades naturales, sobre todo cuando las operaciones exigen medidas rápidas para salvar vidas humanas y animales. La recuperación ambiental, en cambio, suele mirarse como una operación de largo plazo que exige, en algunas situaciones, varios decenios de esfuerzo sostenido, como en el caso de los Grandes Lagos Inferiores en América del Norte.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Operaciones de emergencia (cantidad, km ² , dólares)	Tipo de contaminante Tipo de ecosistema	Sobre la base de los informes de las operaciones
b. Actividades de descontaminación (cantidad, km ² , dólares)	Tipo de contaminante Tipo de ecosistema	Sobre la base de los informes de las actividades de descontaminación
c. Recuperación (cantidad, km ² , dólares)	Tipo de contaminante Tipo de ecosistema	Sobre la base de los informes sobre la marcha de las actividades de recuperación

C.2.4 Instalaciones públicas de lucha contra la contaminación

Una importante reacción ante los ambientes contaminados es la construcción y el funcionamiento de instalaciones públicas de lucha contra la contaminación. La distinción entre

las reacciones colectivas e individuales no siempre resulta clara. Por ejemplo, pueden destinarse fondos públicos directamente al desarrollo de servicios de lucha contra la contaminación por las empresas, o indirectamente a través de incentivos fiscales. Las industrias de pequeña escala suelen compartir instalaciones municipales de lucha contra la contaminación, aunque las municipalidades pueden aplicar tasas especiales para sufragar los mayores costos del tratamiento de residuos. El mayor elemento de la inversión pública reside en la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales. En la actualidad se están desarrollando instalaciones cada vez más especializadas para el tratamiento de los desechos peligrosos y su eliminación "segura": los problemas de los desechos sólidos urbanos -la eliminación de la basura- figuran en *Estadísticas de los Asentamientos Humanos* (C.2.3, "Tratamiento, eliminación y reutilización de las descargas"). Se proponen dos tipos de cifras sobre los gastos: las inversiones anuales de capital y los gastos de funcionamiento. Pueden incluirse además otras medidas, como la capacidad de las instalaciones, el tipo de tratamiento, el número de personas que reciben servicios y el personal empleado.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Tratamiento del agua (dólares, cantidad, t, m ³)	Tipo de tratamiento Cuenca hidrográfica	Mecánico, químico y biológico (incluyendo capacidad en m ³ , población atendida y nivel de tratamiento)
b. Eliminación de fangos residuales (t)	Cuenca hidrográfica	Incluyendo el reciclaje (p. ej., como fertilizante)
c. Tratamiento de desechos peligrosos y centros de eliminación (dólares, cantidad, t, m ³)	Tipo de tratamiento	Incluyendo la reelaboración, incineración e inhumación segura en profundidad
d. Gastos públicos trasladados a las empresas para la lucha contra la contaminación (dólares)	Tipo de actividad	Subvenciones, incentivos fiscales

C.3 PREVENCIÓN DE CALAMIDADES NATURALES Y REDUCCIÓN DE SUS RIESGOS

Las reacciones humanas ante las fuerzas naturales poderosas pueden ser:

- a) Científicas, incluyendo el estudio de los orígenes y la génesis de los fenómenos naturales con el fin de predecir su oportunidad, su frecuencia y su ubicación;
- b) Técnicas, orientadas a la prevención de las calamidades naturales por métodos como los sistemas de control de las inundaciones y los métodos de construcción resistentes al viento y a los terremotos;

c) **Biológicas**, similares a las anteriores en cuanto son esencialmente preventivas pero que utilizan a la naturaleza como "agente moderador". Entre los métodos empleados figuran la forestación de las zonas superiores de las cuencas hidrográficas, la creación de una cubierta vegetal permanente para impedir la erosión y la lucha biológica contra las plagas (véase la sección C.1.2.b);

d) **Administrativas**, relacionadas con la creación de sistemas de vigilancia, la reglamentación y la planificación del uso de la tierra, la elaboración de planes de emergencia y de almacenamiento de alimentos y materiales (esto último también puede incluir una política de seguridad alimentaria basada en la acumulación del superávit y su redistribución en los años deficitarios);

e) **Humanitaria**, habitual en la actualidad en relación con las reacciones internacionales ante grandes desastres naturales. La capacidad de respuesta depende, en cierto grado, de los servicios de emergencia con que se cuenta localmente.

Las variables indicadas en esta sección suministran una selección de indicadores de "actividades de reacción" expresadas en gastos, infraestructura física y superficie abarcada. Las variables describen medidas tendientes a evitar inundaciones, operaciones de vigilancia para predecir y seguir el curso de los fenómenos naturales violentos (en el caso de los desastres que se desplazan); las medidas de emergencia para mitigar sus efectos, incluidas las evacuaciones, y para tratar los "efectos ulteriores" como la ayuda médica, el alojamiento de emergencia y la alimentación, la descontaminación y la recuperación. Otras actividades preventivas y de mitigación de efectos son fundamentalmente administrativas, como la elaboración de códigos (p. ej., para la construcción resistente a los terremotos), la planificación del uso de la tierra, el uso limitado de las llanuras inundables o la prevención de incendios. Debe señalarse que las medidas de la sección C.1, "Administración y recuperación de recursos", pueden contribuir a mitigar las calamidades naturales, especialmente en lo que respecta a las inundaciones, las sequías y los deslizamientos de tierras. El cuadro 6 presenta datos físicos (movimiento de tierras en pies cúbicos) y monetarios sobre el programa nacional de lucha contra las inundaciones aplicado como reacción ante la periódica manifestación de ese fenómeno en el Pakistán.

Las fuentes de datos incluyen las administraciones de abastecimiento de agua, los departamentos de planificación y las autoridades oficiales que tienen a su cargo las operaciones de emergencia. En algunos países, esas autoridades pueden ser las fuerzas armadas. Las administraciones locales y regionales y las organizaciones no gubernamentales también pueden constituir fuentes de datos. Puede utilizarse la interpretación de imágenes de teleobservación para evaluar las áreas abarcadas por las medidas preventivas, como en el caso de la lucha contra las inundaciones.

Cuadro 6. El programa de lucha contra las inundaciones en el Pakistán en el sexto plan

Organismo	Movimientos de tierra				Cantería			Costo de remodelación de represas, etc., estudios de viabilidad, consultoría, etc. ^{b/}
	Cantidad MPC ^{a/}	Importe Mill. Rs. ^{b/}	Cantidad MPC ^{a/}	Importe Mill. Rs. ^{b/}	Cantidad MPC ^{a/}	Importe Mill. Rs. ^{b/}	Cantidad MPC ^{a/}	
Distrito federal	200	120	5	38			-	
Punjab	600	360	15	112			-	
Sind	500	300	15	112			-	
Beluchistan	50	30	5	38			515	
Provincia de la frontera noroccidental	150	90	15	112			-	
Zona Federal Administrativa Tribal, Azad Jammun y Cachemira	100	60	5	38			-	
Total	1 600	960	60	450			515	

Fuente: Oficina Federal de Estadística, Estadísticas ambientales del Pakistán (Karachi, 1984).

a/ Millones de pies cúbicos.

b/ Millones de rupias.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Investigación y vigilancia (dólares, cantidad)	Tipo de actividad	Incluyendo fenómenos sísmicos, meteorológicos e hidrológicos
b. Infraestructura física para la lucha contra las calamidades naturales (dólares, cantidad, km ²)	Tipo de infraestructura	Incluyendo represas, canales, sistemas de drenaje, diques y abrigos
c. Actividades biológicas (dólares, km ²)	Tipo de actividad	Incluyendo la plantación de árboles para controlar corrientes de agua
d. Servicios de emergencia instalados (dólares, cantidad)	Tipo de servicio	Incluyendo materiales médicos, medios de transporte y reservas de alimentos
e. Reglamentaciones administrativas	Tipo de reglamentación	Lista de reglamentaciones, incluidos los códigos sobre la edificación, limitaciones del uso de la tierra, etc.

C.4 REACCIONES DEL SECTOR PRIVADO

Este tema trata de las reacciones no gubernamentales, de las empresas y de los hogares. Esas reacciones comprenden la incorporación de los costos ambientales en las cuentas de la producción, los cambios de actitud y de comportamiento y las alteraciones de las pautas de producción y de consumo. El reciclaje de residuos se considera no sólo desde el punto de vista de la sostenibilidad del desarrollo y de la suficiencia de los recursos materiales y energéticos, sino también como una reducción, en el caso de los desechos sólidos, del problema de su eliminación. La escasez de lugares adecuados en las zonas altamente urbanizadas ha hecho imperativo que se reduzca la corriente de desechos. Se hace una distinción entre el reciclaje de los hogares, urbano e industrial.

Las fuentes de datos son encuestas sociales y económicas, registros administrativos, registros fiscales de subvenciones de incentivos tributarios para la reducción de la contaminación industrial y bases de datos desarrolladas para el control de las sustancias peligrosas. Los medios de difusión y las instituciones no gubernamentales realizan con frecuencia encuestas de opinión y de actitudes.

C.4.1 Empresas

El fundamento para que las empresas deban cargar con el costo de la reducción de la contaminación y del agotamiento de los recursos naturales se basa en los principios de "el que contamina, paga" y "el que usa, paga". Las variables que describen el costo de la contaminación atmosférica de las ciudades y la eliminación de los desechos sólidos se encuentran en la sección C.2.4 ("Gastos para el control de la contaminación") y C.2.3 ("Tratamiento, eliminación y reutilización de las descargas") de *Estadísticas de los Asentamientos Humanos*. Las posibilidades de incorporar estos y otros costos ambientales en

una versión modificada de las cuentas nacionales se estudian en los análisis sobre la contabilidad del medio ambiente (véase el anexo I).

En esta sección se indican las variables que describen los costos que representa para las empresas el tratamiento del agua; por ejemplo, para plantas de tratamiento de aguas residuales, depósitos y tanques de decantación y (además) los costos resultantes de las reglamentaciones sobre el uso del agua apta para el consumo y el transporte y eliminación de sustancias ambientalmente peligrosas, incluidos los desechos nucleares. Para lograr un cuadro general del costo que impone a las empresas la reducción de la contaminación es preciso incluir los desembolsos por investigación y desarrollo de tecnologías ambientalmente racionales, las inversiones en tales tecnologías (por ejemplo, procedimientos poco contaminantes y de escasa generación de desechos, reciclaje de desechos y gastos de sustitución de sustancias ambientalmente nocivas). Esos costos también pueden incluir los gastos de desarrollo y comercialización de productos de consumo destinados a adaptarse mejor al medio ambiente, como ocurre en el método orgánico de producción y elaboración de alimentos, los envases y botellas reciclables, los materiales plásticos biodegradables y los sustitutos de los fluorocarburos. Los productos obtenidos de desechos y que se venden como insumos a otros productores pueden considerarse "subproductos" o bien como "productos reciclados".

Suele ser difícil separar los costos que genera a las empresas la protección del medio ambiente de los demás costos de producción. Se plantean tres problemas a este respecto. En primer lugar, las empresas pueden destinar gastos a cambios de procedimientos que, en realidad, reducen el costo total de la producción; en segundo lugar puede ocurrir que se presenten gastos normales de funcionamiento como gastos ambientales; y en tercer lugar, los gastos originados por simples cambios de las "vías de contaminación", que no significan la solución ni la reducción de los efectos de contaminación, deben evaluarse según su contribución efectiva a la protección del medio ambiente. Por ejemplo, el costo de la construcción de grandes chimeneas para dispersar las emisiones en una zona más vasta puede no constituir la solución más eficaz para tratar los desechos y los contaminantes del medio ambiente. Tales aspectos tienen que examinarse en la elaboración de los estudios sobre la reducción de la contaminación.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Tratamiento de aguas residuales (dólares, m ³)	Tipo de industria Tipo de tratamiento	Instalaciones de tratamiento de propiedad de empresas privadas
b. Mayores costos de la manipulación de desechos peligrosos (dólares, t)	Tipo de industria Tipo de sustancia ^{a/}	Producción, distribución y eliminación
c. Reciclaje de materiales (dólares, t, %)	Tipo de industria Tipo de material	Reutilización y reciclaje ^{b/}
d. Inversiones y mayores costos de tecnologías ambientalmente racionales y de economía de recursos naturales (dólares)	Tipo de procedimiento Tipo de industria	Incluyendo la eficiencia energética y la reducción de materiales y desechos

e. Costos de los productos de consumo ambientalmente favorables (dólares)	Tipo de producto	Incluyendo investigación y desarrollo y costos de materiales sustitutivos
---	------------------	---

- a/ Sobre la base de inventarios de las sustancias peligrosas para el medio ambiente.
- b/ Véase la sección C.2.3.b de *Estadísticas de los Asentamientos Humanos*.

C.4.2 Hogares

La reacción ambiental de los hogares se refleja en cambios de las pautas de comportamiento de los consumidores. El grado de conciencia cada vez mayor por la calidad del medio ambiente se refleja en modificaciones de las pautas de los gastos de consumo. Un criterio más ecológico respecto del ocio y la recreación y el interés creciente por los materiales naturales representan síntomas significativos de un estilo de vida más consciente de los aspectos ambientales. Algunas de esas pautas de comportamiento son "defensivas" en el sentido de que procuran proteger la salud o evitar la degradación del medio ambiente, mientras que otras son más positivas, como se percibe en el dicho "actúe en su lugar pero piense en el mundo".

Las variables que traducen este tipo de comportamiento son cambios de la estructura de los gastos de los consumidores, el reciclaje de los desechos de los hogares, la adquisición de productos favorables al medio ambiente y las medidas de conservación de energía. Debe señalarse que la política oficial de educación y concientización respecto del medio ambiente procura impulsar esas reacciones (véase la sección C.1.2). Las encuestas de opinión y de actitudes dan una indicación de las concepciones del público respecto de las cuestiones ambientales. El cuadro 7 ilustra sobre la forma en que se concibe la gravedad de los problemas ambientales a través de una encuesta de opinión efectuada en el Canadá.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Pautas de consumo (dólares)	Tipo de consumo ^{a/}	Empleo de encuestas sobre gastos de consumo
b. Materiales reciclados (t)	Tipo de material	Eliminación de desechos en forma ecológicamente segura
c. Pautas de comportamiento (%)	Tipo de medida	Empleo de estudios de comportamiento: p. ej., porcentaje de la población que participa en programas de reciclaje
d. Actitudes y opiniones (%)	Tipo de encuesta	Series cronológicas

a/ Obténganse detalles sobre la distinción entre productos: p. ej., gasolina con y sin plomo, envases de plástico y de papel, tamaño de los automóviles.

Cuadro 7. Opiniones del público^{a/} sobre los problemas ambientales más importantes del Canadá a nivel nacional y de las provincias (1981) (porcentajes)

Problema	Canadá	Región del Atlántico	Quebec	Ontario	Región occidental
<u>A nivel nacional</u>					
Contaminación del agua	22	13	26	23	22
Precipitaciones ácidas	18	24	14	18	18
Contaminación del aire	9	9	10	12	5
Contaminación industrial	8	6	9	6	12
Contaminación (no especificada)	7	7	8	8	4
Contaminación del aire y del agua	6	7	5	5	6
Vertederos de desechos y sustancias químicas	3	3	1	4	3
Destrucción de bosques	2	4	4	1	2
Destrucción de animales	1	0	2	1	1
Urbanización y falta de espacios verdes	1	1	1	1	1
Contaminación de la tierra y el suelo	1	1	2	1	2
No sabe, otras respuestas	22	25	18	20	24
<u>A nivel provincial</u>					
Contaminación del agua	27	11	43	21	26
Precipitaciones ácidas	15	12	10	27	6
Contaminación del aire	8	6	6	11	8
Contaminación industrial	9	5	8	9	10
Contaminación (no especificada)	6	6	8	7	4
Contaminación del aire y del agua	6	3	5	5	7
Vertederos de desechos y sustancias químicas	4	2	2	5	4
Destrucción de bosques	6	36	2	1	5
Destrucción de animales	2	2	2	1	2
Urbanización y falta de espacios verdes	1	0	1	1	3
Contaminación de la tierra y el suelo	1	1	1	1	2
No sabe, otras respuestas	15	16	12	11	23

Fuente: Oficina de Estadística del Canadá, *Human Activity and the Environment, A Statistical Compendium* (Ottawa, 1986).

^{a/} La muestra era de 1.960 personas en total.

D. EXISTENCIAS E INVENTARIOS

Las existencias indican el estado de la economía y del medio ambiente, mientras que las corrientes describen los cambios respectivos. Las variables estadísticas que miden los cambios se indican en las secciones A, B y C. En esta sección se indican las variables de evaluación de las existencias de inventario de los recursos ambientales. En la sección B se presentaron los cambios cualitativos y cuantitativos de esos recursos.

Un aspecto importante, al desarrollar esta categoría de existencias e inventarios del EEEMA, es la relación con las cuentas de recursos naturales (CRN). Las bases de datos de existencias e inventarios de recursos naturales suministran el fundamento para la elaboración de las CRN. Estas, a su vez, suministran la contrapartida física de las cuentas monetarias del medio ambiente representando los vínculos entre las estadísticas ambientales presentadas en el EEEMA y los sistemas de contabilización tales como el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN). Esas vinculaciones se detallan en el anexo I.

Conviene distinguir entre existencias de capital y de inventario a los efectos del análisis de la productividad nacional. La teoría económica define el capital como un "medio de producción" y los inventarios como los "bienes producidos" pero todavía no utilizados, es decir, bienes disponibles para el consumo intermedio o final. Análogamente, las existencias de capital natural pueden definirse como los bienes ambientales que no han sido consumidos en el proceso de producción y consumo pero que suministran servicios necesarios para la producción de otros bienes y servicios o para el consumo final (p. ej., la recreación). Los ecosistemas, los sistemas cíclicos naturales (del agua o del aire), las tierras y la reserva genética presentan las características de las existencias de capital natural. Las existencias de inventario natural pueden consistir en recursos biológicos y en reservas subterráneas de minerales y combustibles fósiles. Esos inventarios están disponibles para su introducción en la producción económica o para el consumo directo, como los alimentos.

La clasificación de los recursos naturales en existencias de capital y de inventario resulta ambigua por la multiplicidad de propósitos de los recursos naturales. Por ejemplo, el ganado que se cría para la reproducción debe considerarse un bien de capital, mientras que su sacrificio lo convierte en un material de insumo (de las industrias de elaboración de alimentos). Los cambios de la función también son factores que deben tenerse en cuenta. Por ejemplo, el agua puede considerarse un componente del "sistema vital" o un bien de capital destinado a la recreación. Es preciso aplicar, por lo tanto, una perspectiva plural para desarrollar las bases de datos de existencias e inventarios. Lo ideal sería que las bases de datos sobre recursos naturales fueran capaces de reclasificar los bienes desde el punto de vista de su función ambiental y económica. Por ejemplo, el objetivo de la reclasificación de los inventarios de bosques desde el punto de vista de los ecosistemas consiste en estimar su "capacidad de sustento" como hábitat silvestre.

Las estadísticas sobre existencias de recursos naturales presentan el inventario actual de los recursos naturales. Esas bases de datos, sin embargo, tienen que complementarse con datos históricos y de referencia para hacer posible la evaluación del estado actual de las existencias de recursos. Esos datos pueden incluir registros históricos del alcance del hábitat de la fauna y la flora, datos sobre el uso de la tierra extraídos de registros históricos, como los referentes a la cubierta forestal de hace 50 y 100 años, los archivos sobre variables del clima

y los inventarios de las zonas silvestres no perturbadas por la actividad humana (es decir, en condición original). Las estadísticas sobre el estado actual de las existencias de recursos naturales tienen importancia fundamental para el análisis del desarrollo sostenible. Parece conveniente que esas bases de datos se sigan complementando con una selección de indicadores que describan y vigilen los cambios de capacidad de la infraestructura para la explotación de los recursos naturales y la tecnología utilizada. Esas informaciones complementarían útilmente los datos sobre la explotación efectiva de los recursos (véase la sección A) y sus efectos (sección B) con informaciones sobre las posibilidades de utilización o el agotamiento de los recursos.

En términos generales, las existencias de recursos naturales pueden dividirse en tres grandes categorías:

- a) Recursos biológicos: sistemas cíclicos de reproducción y de crecimiento natural (D.1; parte de D.3.2.1);
- b) Recursos no renovables: minerales y combustibles fósiles (D.2.4, D.3.1);
- c) Sistemas cíclicos: atmósfera, hidrosfera y, con algunas reservas, litosfera (D.2.1, D.2.2, D.2.3 y parte de D.3.2.1).

El desglose de la sección D no se aplica cabalmente a esta clasificación (como lo indican los paréntesis precedentes), por la distinta calificación de las fuentes de energía, que pueden ser renovables, no renovables o cíclicas. Esta diferenciación común entre los recursos renovables y no renovables es equivocada. Los recursos biológicos pueden no reproducirse en un nivel sostenible, presentando las características de reducción de las poblaciones y, en los casos más radicales, de extinción. La viabilidad de los recursos biológicos depende, entre otros factores, de la existencia de un hábitat suficiente y en buen estado que mantenga una población estable y un nivel de extracción que no impida la capacidad natural de recuperación. Por ello, los recursos biológicos han sido calificados como "condicionalmente renovables". Del mismo modo, ciertos recursos cíclicos pueden considerarse renovables o no renovables. En el caso de la extracción de aguas subterráneas, su utilización puede ser o no excesiva para su reposición natural. El término "minería", aplicado a la extracción de agua, constituye una metáfora que se aplica al agotamiento de los acuíferos.

En el EEEMA, las existencias de recursos naturales se miden en términos físicos: por peso, volumen o superficie. Tales datos, en principio, se refieren específicamente a determinado lugar, aunque en la práctica suelen generalizarse (o promediarse) en determinada unidad espacial (por ejemplo, la densidad del ganado por distrito). Además, las existencias ambientales se basan a menudo en "encuestas zonales" particulares, que pueden estar limitadas geográficamente y pueden haberse efectuado en diferentes momentos. Esto tiene por consecuencia un alcance parcial y la incompatibilidad de los resultados. Sin embargo, la tecnología de la informática ha mejorado considerablemente las mediciones y las posibilidades de análisis de los datos espaciales. Los sistemas informáticos, a los que se ha dado el nombre de sistemas de información geográfica, pueden obtenerse ahora para computadoras personales y son de utilización cada vez más sencilla. El desarrollo de bases de datos espaciales exige la digitalización de los datos cartografiados o las coordenadas geográficas de los datos estadísticos. Esta labor generalmente absorbe mucho tiempo. Sin embargo, una vez que esas bases de datos tienen la forma necesaria para el cartografiado computarizado, la realización

de éste es relativamente rápida. De este modo, las estadísticas espaciales, que antes habían constituido una esfera especializada de los geógrafos, pueden obtenerse ahora para el análisis estadístico. Desde luego, los mapas sintetizados (superpuestos) y los índices (basados en múltiples variables) no pueden ser mejores que las bases de datos de las que provienen las variables incorporadas.

D.1 RECURSOS BIOLÓGICOS

Las existencias de recursos biológicos se caracterizan por números representativos de la población, los ciclos de crecimiento, la distribución espacial, la densidad de las poblaciones o de la biomasa y distribución de las especies (elemento que mide la diversidad del ecosistema). Es interesante señalar la analogía entre la productividad económica y la biológica. Los elementos esenciales son el diseño de producto (reserva genética), los medios de producción (el suelo, el agua y el clima), los procesos de producción (fotosíntesis, metabolismo) y los insumos de materiales y energía (nutrientes, energía solar). La clasificación de los recursos biológicos debe corresponder, en cuanto sea posible, a las actividades de la agricultura, la silvicultura, la caza y captura con trampas y la pesca, según quedaron descritas en las secciones A.1.1 a A.1.4.

D.1.1 Existencias agropecuarias

Las variables indicadas en la sección D.1.1 atienden a la base de recursos de las actividades agropecuarias. Sus componentes son los inventarios agrícolas y ganaderos, la reserva genética y los bienes de capital artificiales. Esos datos, combinados con las variables de la sección D.2 referentes al agua, el clima, y los suelos, representan la principal base de datos para la planificación del desarrollo agrícola sostenible.

Si bien la agricultura es una de las actividades humanas vigiladas más intensamente, las clases de datos que se indican en la sección D.1.1 resultan a veces difíciles de obtener. Las encuestas agrícolas están centradas en la producción de alimentos y otros productos agropecuarios. Aquí, en cambio, se trata de la estructura de los bienes y los inventarios. Algunos de esos datos pueden deducirse de las estadísticas de la producción. Los censos agropecuarios también estudian las superficies de tierras sujetas a diferentes regímenes de cultivo y la clase y cantidad de ganado. Las encuestas sobre equipo e instrumentos agrícolas también forman parte del sistema de estudios de la agricultura. Otras posibles fuentes de datos son los obtenidos por teleobservación, en especial acerca del uso de la tierra, y los registros de las estaciones de investigación agropecuaria, por ejemplo la difusión de las variedades de selección y los híbridos. El estudio directo de la "reserva genética" analiza las sustituciones de plantas y animales tradicionales y los factores de adaptación como la lucha contra las plagas, las necesidades de nutrientes y las pautas de cultivo.

D.1.1.1 Inventarios de cultivos y ganado

El principal objetivo de esta base de datos es proporcionar información general para el análisis de la producción agropecuaria anual (A.1.1.1) y los cambios de los recursos agrícolas (B.1.1.1). Los conceptos que se aplican son los de inventarios de cultivos en ple, medidos

según su crecimiento en los campos, y poblaciones de ganado. Aunque para la mayor parte de los objetivos conviene contabilizar los inventarios agrícolas según las distintas especies vegetales y animales, una medida más general del total de la biomasa puede suministrar indicadores valiosos de la eficiencia de la conversión de materia y energía en el material biológico (fotosíntesis y metabolismo). La biomasa de los "cultivos en pie" constituye por lo tanto una medida adecuada de los recursos agropecuarios y de su impacto en el medio ambiente.

Los indicadores de biomasa se diferencian de los de producción económica, que miden la cantidad total (anual) obtenida de cada producto comercializable; es decir, el resultado final del proceso de producción. Pueden aplicarse coeficientes a las unidades de producción obtenidas para lograr aproximaciones de la biomasa de un cultivo en pie, aunque existen métodos más directos como la interpretación de datos de teleobservación y estudios de campo. Se debe proceder con cautela al aplicar mecánicamente coeficientes de biomasa fijos por unidad de producción. En primer lugar, el cálculo debe basarse en la producción bruta, y no neta: es decir, en las ventas más las cantidades retenidas en el establecimiento (piensos, semilla y existencias no vendidas). En segundo lugar, las malas cosechas evidentemente alterarían la relación entre producción y biomasa. En tercer término, es preciso efectuar ajustes de los coeficientes de biomasa cuando se introducen nuevas variedades, que pueden modificar la relación entre la biomasa y la producción: por ejemplo, cuando se introduce por primera vez el trigo de tallo corto.

Los cultivos de campo se cosechan anualmente. Por lo tanto, el cultivo en crecimiento, en un momento determinado, puede considerarse un inventario de bienes en desarrollo. Las "existencias permanentes" de plantas perennes, en cambio, funcionan como un activo de capital. Los productos comercializables son las cosechas anuales de frutas, nueces y savia. Por lo tanto, la contabilización del activo debe medir no sólo la capacidad de producción anual, sino también la "vida productiva" remanente del bien. Así, la estructura de edades de las plantas perennes tiene que tomarse en consideración en tales cuentas.

Los inventarios del ganado y otros animales, que indican la especie, el número de cabezas y en ciertos casos las edades, suelen incluirse en los censos agropecuarios. En principio, debe distinguirse entre el ganado utilizado como capital (para el trabajo, la reproducción, la producción de leche y huevos) de los animales que se engordan para la producción de carne (es decir, productos en desarrollo). La distinción no resulta fácil cuando los animales pueden cumplir ambas funciones.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Cultivos en pie (t, km ² , t/km ²)	Tipo de cultivo	Medida de la biomasa y la productividad
b. Plantas perennes (cantidad, t, años, km ² , t/km ²)	Tipo de planta Edad	Medida de la capacidad de producción

c. Ganado y otros animales
(cantidad, años, km²,
cantidad/km²)

Tipo de especie
Edad

Distinguiendo bienes de capital y
de inventario

D.1.1.2 Reserva genética

El problema de la disminución de la reserva genética a nivel mundial ha generado una preocupación creciente. En agricultura, las investigaciones y la ciencia han permitido añadir nuevas variedades seleccionadas e híbridos, mientras que a la vez han desaparecido cultivos y especies animales tradicionales. Por ejemplo, la llamada "revolución verde" reemplazó los cultivos tradicionales, a menudo sumamente localizados, por variedades genéricas. En los sistemas agrícolas tradicionales, sin embargo, hay vallas sociales y económicas que se oponen a la introducción de nuevas especies. En primer lugar existe la tendencia conservadora intrínseca de las sociedades tradicionales. En segundo lugar, muchas nuevas variedades exigen un nivel avanzado de tecnología agrícola y de conocimientos para el éxito de la adaptación. Entre las condiciones necesarias para esa adaptación figuran, por lo tanto, programas de educación, el acceso a fertilizantes y plaguicidas, el desarrollo de la infraestructura de riego y la reestructuración de los sistemas agropecuarios mediante la reforma del régimen de propiedad y de los sistemas de comercialización.

El propósito del desarrollo de una base de datos de la reserva genética consiste en determinar el grado de dependencia respecto del material genético (cada vez más reducido), apreciar el grado de difusión de las nuevas variedades en las comunidades agrícolas y registrar las pérdidas de material genético, debidas en gran medida a la desaparición de plantas y variedades tradicionales. Esta nueva esfera de la estadística exige conceptos, técnicas y sistemas de clasificación originales para delimitar el alcance del material genético, así como métodos para la obtención de datos.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Diversidad de las variedades (tradicionales) (cantidad, km ²)	Tipo de especie	Indicador de la diversidad de cultivos
b. Diversidad de las variedades de selección (cantidad, km ²)	Tipo de especie	Indicador de difusión: b/a
c. Diversidad del ganado y otros animales (variedades tradicionales) (cantidad, km ²)	Tipo de especie	Indicador de la diversidad de variedades animales
d. Diversidad de híbridos animales (cantidad, km ²)	Tipo de especie	Indicador de difusión: d/c

D.1.1.3 Bienes de capital artificiales

Los bienes de capital artificiales son una variable fundamental en la medición de la transformación tecnológica de la agricultura; uno de los factores más importantes para el cambio de la situación del medio ambiente. Los datos para la medición de los bienes de capital en los establecimientos agrícolas se obtienen de las encuestas agropecuarias. La información sobre infraestructuras de apoyo exteriores, como la distribución de la energía eléctrica, los caminos rurales y las instalaciones de riego (véase *Estadísticas de los Asentamientos Humanos*, sección D.1.2, "Edificios no residenciales y otros elementos de infraestructura física") pueden complementar los datos que figuran en el cuadro. En él se enumeran variables que pueden medir la situación de la tecnología de los sistemas agropecuarios. La elección de las variables debe atender en especial a la tecnología particular que distingue la agricultura moderna de la tradicional.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Instrumentos tradicionales (cantidad)	Tipo de instrumento	Por ejemplo, azadas por hectárea de tierra cultivable
b. Maquinaria agrícola (cantidad)	Tipo de equipo	Por ejemplo: tractores por hectárea de tierra cultivable
c. Distribución de agua (m ³ , km)	Fuente del agua	Canales, pozos artesianos, instalaciones manuales

D.1.2 Existencias de bosques

D.1.2.1 Inventarios de bosques

Los inventarios de bosques describen la cubierta boscosa mediante variables referentes a los tipos de especies y su combinación, el nivel de maduración (promedio de edad) y la productividad (p.ej., volumen de madera por hectárea). Puede hacerse una distinción entre la situación actual de los bosques y su capacidad potencial de conservación y crecimiento, basada en la calidad del suelo, las variables del clima y las características topográficas. En su mayor parte, los inventarios de bosques están destinados a las necesidades de la silvicultura comercial. Sin embargo, la gestión de los bosques, especialmente como bienes públicos de finalidades múltiples, exige que se consideren otras variables en las bases de datos sobre inventarios de bosques. Esas variables pueden caracterizarse como medidas del servicio que prestan los bosques como hábitat de especies silvestres, factores de retención de agua, para fines recreativos y como fuente local de abastecimiento de leña. El reconocimiento de la importante función de los bosques en los ecosistemas mundiales ha hecho que se prestara atención a la necesidad de desarrollar inventarios nacionales de los ecosistemas forestales (véase la sección D.4 para la identificación y clasificación de los inventarios de ecosistemas).

En muchas regiones, la distinción entre bosques y campos de cultivo no siempre resulta nítida. Ofrecen un ejemplo de ello las zonas de los asentamientos tribales en las que la agricultura de corta y quema constituye una práctica corriente. Incluso en tierras predominantemente agrícolas se encuentran arboledas mezcladas con los cultivos. Esos bosques pueden considerarse una extensión de la actividad agrícola, como la producción de azúcar de arce en América oriental, o como explotaciones forestales en pequeña escala. En realidad, desde el punto de vista biofísico, las actividades agropecuarias basadas en la plantación de árboles y los huertos son muy difíciles de distinguir de la cubierta forestal. Otras zonas intermedias son las de transición entre los bosques y las praderas o la tundra. Todo ello requiere una definición cuidadosa de los límites de los bosques.

Los departamentos de silvicultura, sobre todo en los países que se dedican a la explotación forestal comercial en gran escala, suelen llevar inventarios formales de sus bosques. Se los puede considerar bases de datos sobre la ordenación forestal, que vigilan las características de los bosques que administran. La unidad geográfica básica es el "bosque", respecto del cual se registran los tipos de especies, la estructura de edades y el grado de conveniencia a los efectos de la explotación (la productividad). Esos datos suelen tomar la forma de mapas de bosques. Agregar los datos de cada uno de ellos para elaborar un inventario nacional de recursos forestales representa una tarea de gran envergadura. Esos datos se recopilan con un propósito particular, por lo que no captan muchas de las características necesarias para el análisis ambiental. Aun así, con las posibilidades que ofrece la computadorización de esas bases de datos y la cartografía de superposición, los "inventarios de bosques" inspirados por consideraciones comerciales dan oportunidad para utilizarlos como mapas básicos a los efectos de las estadísticas ambientales sobre los recursos forestales.

Los datos sobre las características biofísicas de los bosques, su explotación, la silvicultura, la protección de los bosques y su conservación, así como los datos complementarios sobre las carreteras y equipos, utilizados para la obtención de madera, y sobre la producción de las industrias forestales, se obtienen de los organismos de ordenación forestal o los departamentos competentes. Las características de las tierras arboladas y de los bosques "no comerciales" generalmente no están bien documentadas. Generalmente se trata de arboledas privadas o comunales relacionadas con explotaciones agrícolas y actividades de las aldeas. Las encuestas agrícolas y de aldeas constituyen un método útil para determinar las características de esos tipos de tierras arboladas. Otra fuente de datos, más segura y precisa en ciertos sentidos, es la teleobservación.

Aunque los inventarios de bosques pueden constituir una rica fuente de datos para las estadísticas del medio ambiente, hace falta un análisis cuidadoso de su naturaleza y de su alcance. Algunos de los problemas que deben plantearse son los siguientes:

a) Alcance espacial: si el inventario incluye todas las zonas boscosas, o únicamente las de dominio público. En algunos países, las zonas de bosques en "régimen de ordenación forestal" pueden representar una pequeña proporción del área forestada total;

b) Alcance temporal: los inventarios se elaboran a lo largo de varios años, pero la actualización suele ser esporádica y los datos se van reemplazando a medida que se obtienen nuevas informaciones. De ese modo, los datos sobre existencias forestales suelen ser una mezcla correspondiente a períodos diversos. Los bosques registrados en los libros pueden no existir en la realidad;

c) **Clasificación:** uno de los grandes problemas es el sesgo económico de los sistemas de clasificación. Así, el concepto de "bosques productivos" está basado en las posibilidades de explotación y no en una concepción más integral de la productividad natural que incluya otras funciones ambientales u otros servicios que prestan los bosques. Por ejemplo, los datos sobre la edad de los bosques son indicadores del tamaño conveniente de los árboles a los efectos de su explotación (edad de rotación). También debe prestarse atención a otras clasificaciones basadas en características ecológicas y en necesidades de los asentamientos humanos: p. ej., los valores culturales o recreativos;

d) **Agregación:** los inventarios de bosques suelen compilarse por categorías de lugares y zonas establecidas a los efectos de la ordenación forestal. Si se suman los datos de numerosos lugares se tropieza con problemas de agregación al haberse empleado diferentes criterios y técnicas.

La determinación de las variables para describir las tierras arboladas debe efectuarse en relación con las funciones ambientales, económicas y sociales de los bosques en cada país y región. La elección de las variables, por ejemplo, sería distinta en un país con vastos bosques productivos y en otro que cuenta con bosques reducidos y destinados principalmente a la utilización local: p.ej., a la recolección de leña. Los parámetros generales son la superficie de la cubierta forestal y el tipo y edad de los bosques. Se relacionan estrechamente con las estadísticas sobre el uso o la explotación de los bosques (véanse las secciones A.1.2, "Silvicultura", y B.1.1.2, "Agotamiento de los bosques") y sobre su protección y conservación (véanse las secciones C.1.1 y C.1.2, sobre la protección y conservación de la naturaleza y la administración de los recursos naturales).

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Tierras forestales productivas (km ²)	Tipo de bosque	Perspectiva económica, incluida la plantación
b. Ecosistema forestal (km ²)	Clasificación ecológica Funciones de los bosques	Perspectiva del ecosistema, hábitat silvestre y funciones sociales y culturales
c. Madurez de los bosques (km ²)	Promedio de edades	Edad y tamaño de los árboles

La conversión de los datos de los inventarios de bosques en mapas digitalizados ofrece un instrumento de análisis poderoso para ayudar a una ordenación forestal con objetivos sostenibles, ecológicos y de rendimiento económico. El objetivo es la producción de mapas básicos de los ecosistemas forestales, la productividad económica, la productividad natural, el uso de las tierras forestales, las pérdidas y ganancias de tierras arboladas y la administración de los bosques (p.ej., su régimen de propiedad y el nivel de protección del hábitat). Esos datos, combinados con otros datos cartografiados, suministran los parámetros de interés para evaluar

los efectos de la lluvia ácida, la deforestación y la conversión de sistemas forestales naturales en cultivados.

D.1.2.2 Reserva genética

La distribución del material genético es un resultado de los procesos evolutivos, la selección natural y las condiciones del hábitat. La manipulación por el hombre ha dado lugar a la promoción de especies convenientes y a la supresión de las indeseables. La explotación comercial en gran escala de los árboles ha acelerado esos procesos al sustituir bosques naturales por cultivados, a menudo utilizando especies de rápido crecimiento. La introducción de especies exóticas ha acentuado los peligros para la supervivencia de las especies endémicas (véase la sección A.1.2, "Silvicultura"). Las calamidades naturales y provocadas por el hombre (p.ej., la lluvia ácida) también son factores que influyen en la supervivencia de bosques sanos y diversos. La mortalidad de los árboles, debida a la deforestación y a las enfermedades (véanse las secciones B.1.1.2, "Agotamiento de los bosques", y B.2.4, "Calidad de la biota y los ecosistemas") es una gran causa de pérdida de reserva genética. La corta "selectiva" ha sido señalada como causante de degradación de la reserva genética por la sustracción de los mejores árboles. Las variables que exponen la reserva genética son, en lo fundamental, la diversidad de especies en las selvas naturales y la cantidad y distribución de las especies de árboles o comunidades forestales raras y amenazadas.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Número de especies de árboles por ecosistema forestal (cantidad)	Tipo de bosque	Índice de diversidad genética
b. Especies y comunidades forestales raras (cantidad, ha)	Tipo de especie Tipo de bosque	Indicar nivel de protección

D.1.2.3 Bienes de capital artificiales

Los datos sobre bienes de capital artificiales para la explotación forestal ofrecen los datos básicos sobre la capacidad de explotación y la silvicultura. Comprenden la maquinaria y equipo para la corta, la infraestructura para el acarreo de la madera (p. ej., caminos forestales, camiones, muelles, barcazas, etc.) y la capacidad de producir plantones para la reforestación.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Equipo para la corta y el acarreo (cantidad)	Tipo de equipo	Medida de la capacidad de explotación
b. Capacidad para la silvicultura (cantidad, ha)	Tipo de operación	Incluyendo la capacidad anual de los viveros de árboles
c. Red de transportes forestales (km ²)	Tipo de transporte	Transportes por carretera, ferroviarios y acuáticos

D.1.3 Existencias de pesquerías

Las estimaciones sobre las poblaciones de peces y su ritmo de reproducción (reproducción) son fundamentales para la gestión de las pesquerías. Desde el punto de vista de las poblaciones, las existencias de peces en los ríos y lagos resultan insignificantes en comparación con las de los mares. No obstante, las pesquerías de aguas interiores pueden ser una importante fuente de medios de vida y de proteínas para las poblaciones rurales. La pesca no es la única causa de las oscilaciones de las poblaciones de peces. Los fenómenos naturales, como las alteraciones de las corrientes marinas, los cambios de temperatura del agua y los desequilibrios en la relación entre presas y depredadores también se han señalado como causas de desmoronamiento de las poblaciones de peces (p.ej., las anchoas frente a la costa del Perú).

Las existencias de peces en el medio marino pueden distinguirse de las de aguas interiores, aunque en ambos medios habitan especies anádromas. Otras clasificaciones importantes son las siguientes:

- a) Bentónicas (peces que se alimentan cerca del lecho del mar o los lagos);
- b) Pelágicas (que se alimentan cerca de la superficie del agua);
- c) Anádromas (que desovan en agua dulce pero viven su vida adulta en agua de mar);
- d) Invertebrados (p. ej., mariscos).

La acuicultura plantea otro aspecto de la clasificación de las poblaciones de peces. En numerosas regiones de Asia oriental y sudoriental la acuicultura forma parte de la actividad de las aldeas y, en la medida en que está integrada en las prácticas agrícolas, la mejor forma de clasificar las existencias de peces de este tipo puede consistir en tratarlas junto con los demás animales criados por la actividad agropecuaria. Un buen ejemplo es el que ofrecen los estanques de peces y las "pesquerías de arrozales" de Java y Bali.

Los ictiólogos calculan las existencias de las poblaciones móviles (y difíciles de ver) principalmente a través del esfuerzo que requiere su captura; es decir, la relación entre la cantidad de pescado (producción y mano de obra), energía y equipo (insumos). Esto se basa en el supuesto de que las existencias en declinación se reflejan en un mayor esfuerzo y, desde

luego, lo contrario ocurre con las existencias en aumento. Los datos sobre la captura de peces (véase la sección A.1.4.1, "Captura de peces") son las informaciones de más fácil obtención, complementadas generalmente con modelos sobre el comportamiento de las poblaciones de peces, la capacidad de sustento de las zonas de ordenación de la pesca, la toma de muestras en el espacio y en el tiempo y el tamaño medio de los peces capturados. El aumento de la proporción de peces jóvenes incluidos en la captura se considera un indicador de extracción excesiva. Las estadísticas sobre bienes de capital (embarcaciones y equipo) son indicadores de las prácticas de pesca que, junto con las informaciones sobre las existencias de peces y su captura, ofrecen los parámetros fundamentales para evaluar la sostenibilidad de la actividad pesquera.

Los datos sobre poblaciones de peces y bienes de capital pueden obtenerse de tres fuentes básicas: las encuestas de pescadores, plantas de elaboración del pescado y establecimientos de acuicultura; las fuentes administrativas de los organismos de ordenación de la pesca, que ofrecen datos sobre existencias de peces, otorgamiento de permisos de pesca, instalaciones portuarias y de investigación, etc.; y las fuentes científicas de las estaciones de investigación oceanográfica y de aguas dulces. Estas últimas suministran datos sobre las estimaciones del volumen de las poblaciones, sobre la base de la capacidad de sustento de los ecosistemas acuáticos, y datos sobre las actividades de cría y conservación de peces. Además de las fuentes nacionales, puede ser útil obtener estadísticas sobre actividades de pesca, en particular respecto de las zonas de pesca compartidas por varios países, de las comisiones internacionales de pesca y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Variables	Clasificaciones	Observaciones
<u>Existencias de peces</u>		
a. Existencias de peces marítimos (cantidad, t)	Tipo de especie	Clasificación por ecozonas acuáticas marítimas ^{a/}
b. Existencias de peces de agua dulce (cantidad, t)	Tipo de especie	Clasificación por ecozonas de aguas interiores ^{a/}
c. Existencias de invertebrados (cantidad, t)	Tipo de especie	Clasificación por ecozonas intermareales y de estuarios ^{a/}
d. Existencias de acuicultura (cantidad, t)	Tipo de especie	Incluyendo las de agua dulce y agua de mar
<u>Bienes de capital</u>		
e. Flota pesquera (cantidad, dólares, km ²)	Tipo y tamaño de buques Zona de actividad	Indicador del nivel del esfuerzo de pesca
f. Equipo (cantidad, dólares)	Tipo de artes de pesca	Indicando tamaño de redes y equipo de detección de cardúmenes

a/ Véase la sección D.4, "Inventarios de ecosistemas".

D.1.4 Inventarios de la fauna y la flora

Los inventarios de la fauna y la flora se refieren aquí a la noción corriente de "medio silvestre". Quedan excluidos los recursos biológicos de la agricultura, la silvicultura y la pesca (secciones D.1.1, 2 y 3). Las sociedades tecnológicamente avanzadas han redescubierto el valor económico de la fauna y la flora silvestres, no sólo para la caza y la pesca, sino también como atracciones turísticas de las "regiones silvestres intactas" y como fuente de reserva genética. La ordenación de la fauna y la flora silvestres procura su conservación y protección. El crecimiento demográfico y el desarrollo económico han originado importantes conflictos respecto de esos objetivos, planteando problemas morales respecto del "derecho a la vida" de la flora y la fauna silvestres.

El establecimiento de inventarios de la fauna y la flora de lugares claramente definidos, como los parques nacionales, es una práctica habitual para los biólogos especializados. La preocupación cada vez mayor por la extinción de especies ha intensificado los esfuerzos por elaborar listas de las especies raras y amenazadas, junto con la actualización periódica de esas informaciones. Los inventarios de la fauna y la flora sufren los efectos de la silvicultura (A.1.2), la caza y la captura con trampas (A.1.3.) y la pesca (A.1.4), que provocan el agotamiento de la biota (B.1.1) y su degradación (B.2.4). Los inventarios suelen referirse a los ecosistemas y las ecozonas indicados en la sección D.4.

Los inventarios de la fauna y la flora y del hábitat se elaboran por departamentos de biología y zoología de las universidades, institutos de investigación especializados e instituciones oficiales que se ocupan de la protección de la naturaleza. La interpretación de imágenes de teleobservación es una fuente útil para determinar el hábitat de las especies vegetales dominantes; pueden establecerse a veces mediante la "firma" que dejan en bandas electromagnéticas sensibles. Los estudios de evaluación de los efectos ambientales pueden incluir inventarios detallados de la fauna y la flora en la "zona afectada". A nivel mundial, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos suministra datos sobre las especies amenazadas.

D.1.4.1 Inventarios de la fauna

El primer problema que debe abordarse para el desarrollo de inventarios de la fauna es la selección de especies. Por lo general suelen incluirse en el cómputo de las poblaciones los grandes mamíferos y algunas aves. Otros ejemplares de la fauna suelen registrarse o indicarse en los mapas únicamente a través del alcance de su hábitat. El cómputo de las poblaciones de la fauna, salvo tratándose de rebaños fácilmente visibles en las praderas, está sujeto a grandes márgenes de error. Los métodos de estimación suelen basarse en la frecuencia con que se percibe la presencia de los animales, combinadas con otros parámetros como la capacidad de sustento del hábitat, el éxito de la reproducción y las amenazas que sufren las especies por la caza, la caza ilegal y la eliminación de plagas por los agricultores.

Las variables que se enumeran a continuación indican una taxonomía convencional de tipos de especies y de su hábitat: mamíferos (grandes y pequeños), aves, reptiles, anfibios y peces. La Comisión Económica para Europa (CEPE) ha suministrado directrices para el desarrollo de estadísticas del hábitat de la fauna y flora, que incluyen tres variables básicas: tipo de especie, población, y hábitat³⁴. Las dos medidas que aquí se proponen son la población y

el alcance del hábitat. Los cálculos de la población de animales son difíciles de realizar y de actualizar, mientras que el alcance del hábitat sólo requiere la comprobación ocasional de la presencia de la especie para verificar sus límites. La representación cartográfica superpuesta del hábitat de diferentes especies ofrece un índice primario de la diversidad de especies. La lista de especies raras y amenazadas (véase la sección D.4.3) plantea un caso particular de inventario de población y de alcance del hábitat.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Grandes mamíferos (cantidad, km ²)	Tipo de especie ^{a/} Tipo de ecozona ^{b/}	Indicador general de salud del ecosistema
b. Pequeños mamíferos (cantidad, km ²)	Tipo de especie ^{a/} Tipo de ecozona ^{b/}	Distinguir según la capacidad de adaptación a los cambios del medio ambiente
c. Aves terrestres (cantidad, km ²)	Tipo de especie ^{a/} Tipo de ecozona ^{b/}	Distinguiendo las zonas de reproducción de las de migración
d. Aves acuáticas (cantidad, km ²)	Tipo de especie ^{a/} Tipo de ecozona ^{b/}	Distinguiendo las zonas de reproducción de las de migración
e. Reptiles (cantidad, km ²)	Tipo de especie ^{a/} Tipo de ecozona ^{b/}	Distinguiendo según la frecuencia con que se comprueba su presencia; p. ej., especies comunes y raras
f. Anfibios (cantidad, km ²)	Tipo de especie ^{a/} Tipo de ecozona ^{b/}	Distinguiendo según la frecuencia con que se comprueba su presencia; p. ej., especies comunes y raras
g. Peces (cantidad, km ²)	Tipo de especie ^{a/} Tipo de ecozona ^{b/}	Excluyendo las especies que son objeto de pesca comercial, comprendidas en D.1.3.1

^{a/} Véase la sección B.1.1.4.

^{b/} Véase la sección D.4, "Inventarios de ecosistemas".

D.1.4.2 Inventarios de la flora

Los inventarios de la flora registran el estado de las especies vegetales no cultivadas. Las características de las especies de la flora y su hábitat que deben tenerse en cuenta para desarrollar estas bases de datos son las siguientes:

a) La clasificación de las comunidades vegetales por ámbitos ecológicos, caracterizados por gradientes de temperatura, humedad del suelo y otras condiciones del crecimiento;

b) Factores que influyen en la propagación, la contracción y las amenazas a la supervivencia de las especies vegetales: enfermedades, pastoreo, contaminación, cambios del uso de la tierra, etc.;

c) Introducción de especies que no son propias del lugar;

d) La eliminación de las hierbas.

La mayor parte de los hábitat naturales pueden describirse a través de la composición por especies de la cubierta vegetal dominante (y robusta) y sus plantas más raras y frágiles. Estas últimas suelen ser más vulnerables a la presión ambiental y más difíciles de detectar mediante observaciones generales (como la teleobservación).

Un objetivo de gran importancia es conservar la diversidad de las especies vegetales que se ha desarrollado a lo largo de millones de años. La protección y la conservación de los antiguos bosques pluviales de la Amazonia, Africa central y los archipiélagos de Asia sudoriental inspiran una especial preocupación en todo el mundo (véase la sección D.1.2.1, "Inventarios de bosques"). Pero los países también necesitan desarrollar una política orientada directamente a la conservación de otros elementos de la flora de sus ecosistemas naturales; es decir, de sus tierras arboladas, pantanos, praderas y desiertos. El desarrollo de un inventario nacional de la flora es una de las primeras etapas para la puesta en práctica de tal política.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Especies forestales (km ²)	Tipo de especie ^{a/} Tipo de ecosistema ^{b/}	Distinguir según la densidad; p. ej., indicadores de biomasa, e índices de densidad
b. Otras plantas vasculares (km ²)	Tipo de especie ^{a/} Tipo de ecosistema ^{b/}	Distinguir según la densidad; p. ej., indicadores de biomasa, e índices de densidad
c. Musgos, hongos y líquenes (km ²)	Tipo de especie ^{a/} Tipo de ecosistema ^{b/}	Distinguir según la densidad; p. ej., indicadores de biomasa, e índices de densidad
d. Plantas acuáticas (km ²)	Tipo de especie ^{a/} Tipo de ecosistema ^{b/}	Distinguir según la densidad; p. ej., indicadores de biomasa, e índices de densidad

^{a/} Véase la sección B.1.1.4.

^{b/} Véase la sección D.4, "inventarios de ecosistemas".

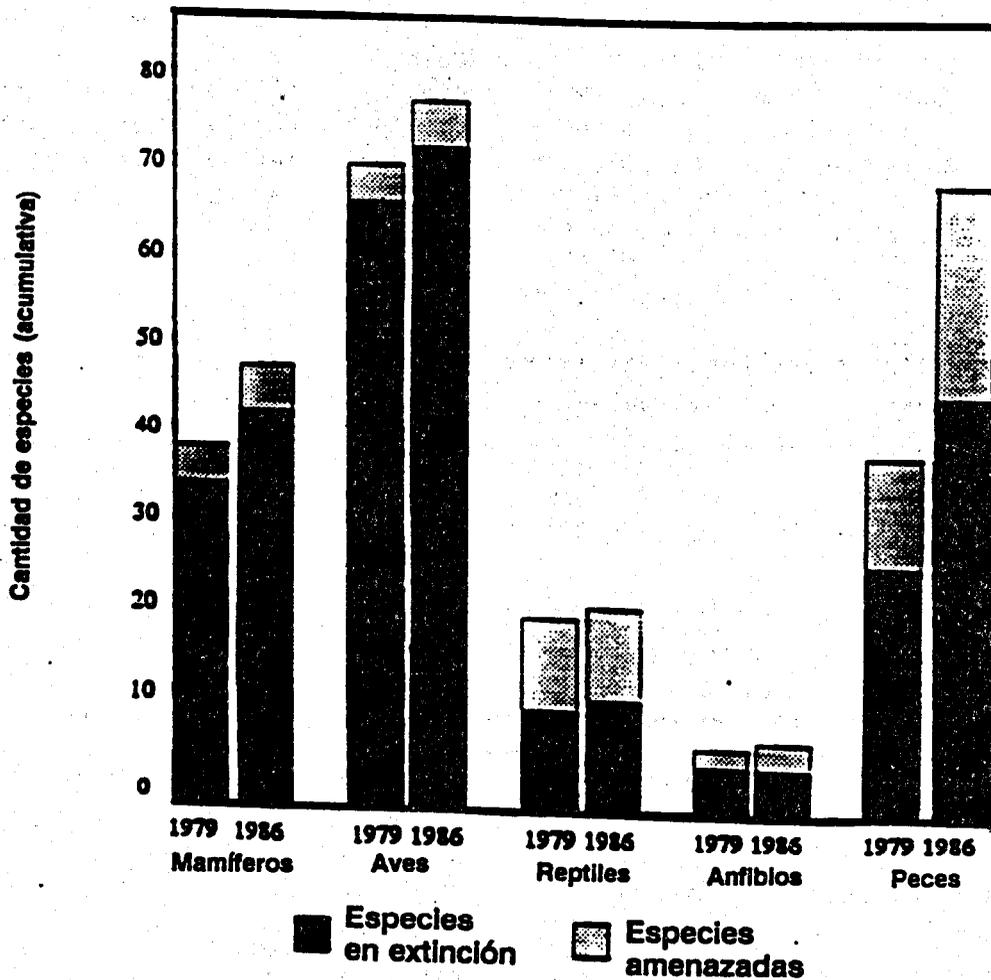
D.1.4.3 Especies raras, amenazadas, extinguidas y exóticas

La alarma mundial por la aceleración del ritmo de extinción de especies ha dado lugar a que se intensificara la vigilancia de las especies amenazadas. Preocupa a los biólogos determinar las especies raras, amenazadas y extinguidas (recientemente), así como la introducción y la difusión de especies exóticas. La determinación y enumeración de esas especies no sólo advierte sobre la necesidad de la conservación y la protección, sino que funciona también como mecanismo de advertencia sobre el estado (o la inestabilidad) de los ecosistemas. La preocupación especial respecto de la difusión de especies exóticas consiste en que compiten por el dominio del hábitat y los alimentos con las especies nativas. La extinción de especies representa una reducción de la reserva genética. La caza o la explotación excesiva de especies puede dar lugar a graves disminuciones de la reserva genética. Un ejemplo de ello es la tala selectiva de árboles de gran valor, que elimina materiales genéticos de elevada calidad y provoca la regeneración de especies inferiores. La figura V presenta la evaluación de una serie cronológica acumulativa de especies amenazadas y en peligro de extinción de las principales categorías taxonómicas de la fauna.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Lista de especies raras, amenazadas y extinguidas (cantidad, km ²) ^{a/}	Tipo de especie Tipo de ecosistema	Indicador de pérdida de material genético
b. Especies exóticas (cantidad, km ²)	Tipo de especie (fecha de introducción) Tipo de ecosistema	Indicador de inestabilidad del ecosistema

^{a/} Véase, p. ej., Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos, *Libro Rojo*, en el que se distinguen las especies amenazadas, vulnerables, raras, indeterminadas, fuera de peligro e insuficientemente conocidas.

Figura V. Especies amenazadas y en peligro de extinción en los Estados Unidos (1979-1986)



Fuente: Consejo sobre la Calidad del Medio Ambiente, *Environmental Trends* (Washington, D.C., 1989).

D.2 RECURSOS CICLICOS Y NO RENOVABLES

Los sistemas cíclicos naturales no suministran un "producto", en el sentido de existencias biológicas y geológicas, sino que se capta mejor su naturaleza abordándolos como "servicios". La extracción de agua (véase la sección A.1.7) debe considerarse, así, un "servicio", ya que sus objetivos primordiales son las actividades de limpieza, refrigeración, disolución y transporte. Sólo una proporción relativamente pequeña del agua utilizada constituye un insumo material de la producción. Las existencias hidrológicas se miden por el volumen de aguas de los lagos (naturales y artificiales), glaciares, depósitos subterráneos y corrientes. El concepto de existencias atmosféricas (en volumen), aunque presenta interés para los estudios de largo plazo sobre la composición relativa de los gases atmosféricos (como el ozono y el CO₂) como factores de cambio del clima mundial, ofrecen menos interés, en cambio, respecto de las estadísticas nacionales. Estas deben utilizarse para apreciar la contribución del país a la evolución de la atmósfera desde el punto de vista de las emisiones de CO₂ o de clorofluorocarburos (CFC) (véase la sección A.2.1.4). Esos datos, relacionados con los de vigilancia mundial del medio ambiente -p.ej., del Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (SIMUVIMA), del PNUMA- pueden ofrecer una perspectiva mundial de las emisiones registradas en los países. Los datos sobre el clima presentados en la sección D.2.2 representan más bien una "información básica". Las existencias de recursos no renovables son, en lo esencial, mediciones de las reservas subterráneas (conocidas) de minerales, sustancias no minerales e hidrocarburos. Pueden clasificarse a su vez según el grado de certidumbre de su existencia.

D.2.1 Sistemas hidrológicos

La figura II presenta los aspectos de las estadísticas sobre el agua referentes a existencias e inventarios a través de bases de datos sobre los recursos hídricos (existencias y corrientes), la infraestructura relacionada con el agua y la cartografía de las cuencas hidrológicas. La cuenca hidrológica constituye la unidad espacial básica para el desarrollo de estadísticas ambientales sobre el agua. La planificación integrada de las cuencas se utiliza cada vez más a los efectos del desarrollo económico y social. Los factores que deben tenerse en cuenta al crear bases de datos sobre cuencas hidrográficas son los siguientes:

- a) La codificación geográfica de los datos sociales y económicos, clasificados generalmente por unidades administrativas, resulta difícil de distribuir según los límites de las cuencas hidrográficas;
- b) El nivel de agregación debe relacionarse con la intensidad de las actividades humanas y el uso del agua; de este modo, las zonas densamente pobladas deben subdividirse dentro de la cuenca, mientras que las zonas de baja densidad de población pueden comprender más de una cuenca;
- c) Las cuencas hidrográficas deben armonizarse a través de las fronteras nacionales;
- d) Deben tratarse en especial las cuencas de los "ríos fundamentales"; es decir, los que están expuestos a intensa contaminación, inundaciones o niveles muy bajos en la estación seca.

Los estudios hidrológicos nacionales suministran datos sobre los recursos hídricos y las corrientes de agua. Las autoridades de administración del agua son una fuente de datos sobre determinadas cuencas, en particular sobre las estructuras hidrológicas. Los datos sobre la infraestructura de la navegación pueden obtenerse de las autoridades competentes en materia de mantenimiento y administración de canales y vías navegables. Los departamentos de agricultura pueden ser la mejor fuente de informaciones sobre canales de riego y su capacidad. Los datos sobre precipitaciones y evaporación pueden obtenerse de los servicios meteorológicos. Los datos de teleobservación pueden utilizarse también en las grandes zonas para evaluar los canales de desagüe, las zonas de riego, las zonas permanentemente cubiertas por la nieve, etc.

D.2.1.1 Existencias hídricas y corrientes de agua

La reserva total de agua dulce se mide por el volumen de las aguas de los lagos, embalses, glaciares, cubiertas de nieve permanentes, acuíferos y demás aguas submarinas, así como el caudal medio de agua de los ríos y demás corrientes. La cantidad del agua que puede extraerse sin reducir las existencias se basa en el saldo neto de las precipitaciones, la evaporación, la reposición de las existencias subterráneas y la capacidad de reciclaje. Las existencias pueden agotarse por procesos naturales, sobre todo cuando los índices de evaporación son mayores que las precipitaciones y el deshielo anual supera a la acumulación invernal en el caso de los glaciares y las cubiertas de nieve permanentes. Otro proceso natural de reducción de las existencias, que se ve agravado con frecuencia por actividades humanas (como la erosión causada por las actividades agropecuarias: véanse las secciones A.1.1.2 y B.1.2.2) es la sedimentación de los lagos y embalses. Del mismo modo, los procesos naturales y efectuados por el hombre pueden acumular existencias de agua (p. ej., mediante la construcción de represas y embalses: véase *Estadísticas de los Asentamientos Humanos*, sección A.1.2.e).

La medida del volumen de las corrientes, las precipitaciones y la evaporación dan un indicador general de las posibilidades de abastecimiento de agua. Las reservas actúan como reguladores que equilibran las diferencias (estacionales) entre la oferta y la demanda. Los cambios globales de disponibilidad de recursos hídricos se indican en la categoría de los efectos ambientales (B.1.2.1). El cuadro 8 presenta la superficie de las cuencas de captación y el volumen de agua que puede extraerse en forma sostenible, manteniendo las existencias disponibles.

Cuadro 8. Aguas de superficie: estimaciones del escurrimiento, el total de recursos que pueden desviarse y el uso actual del agua en Australia, por cuencas hidrográficas (en millones de megalitros por año)

Cuenca hidrográfica	Superficie (km ²)	Escurrimiento	Recursos que pueden desviarse ^{a/}	Uso ^{b/}	Porcentaje ^{c/}
Costa nororiental	450 945	84	22,9	0,9	3,9
Costa sudoriental	274 413	43	14,7	1,7	11,6
Tasmania	68 200	53	5,4	0,2	3,7
Murray-Darling	1 033 530	24	16,9	9,2	54,4
Golfo de Australia del Sur	82 300	1	0,2	0,3 ^{d/}	150,0
Costa sudoccidental	314 500	7	1,4	0,4	28,6
Océano Indico	518 600	4	0,2	-	-
Mar de Timor	547 060	81	22,0	-	-
Golfo de Carpentaria	638 430	86	13,0	-	-
Lago Eyre	1 169 905	6	0,2	-	-
Bulloo-Bancannia	100 570	1	-	-	-
Llanura occidental	2 012 080	2	0,1	-	-
Australia	7 210 533	390	97,0	12,7	13,1

Fuente: Departamento de Artes, Patrimonio y Medio Ambiente, *State of the Environmen in Australia 1986* (Canberra, 1987).

a/ Los recursos que pueden desviarse son el promedio anual de volumen de las aguas dulces y marginales que, utilizando prácticas actuales, podrían extraerse de fuentes actuales o potenciales de aguas de superficie o subterráneas en forma sostenible, en cantidades que permitirían atender objetivos urbanos, de riego, industriales o de almacenamiento.

b/ Cantidad bruta de agua consumida (abastecimiento que no se devuelve a una corriente o masa de agua dulce ni se destina a una segunda utilización) para su empleo fuera de las corrientes, incluyendo el riego y los usos urbanos, industriales y rurales.

c/ En porcentaje de los recursos que pueden desviarse.

d/ Incluyendo el agua importada.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Reservas hídricas (m ³ , km ²)	Tipo de reserva	Incluyendo lagos, embalses, aguas subterráneas, glaciares y cubiertas de nieve permanentes
b. Caudal de las corrientes (m ³ /unidad de tiempo)	Estación de vigilancia	Medida por unidad de tiempo (segundo, día, mes, año)
c. Precipitaciones por año o estación (mm)	Cuenca hidrográfica	Representación cartográfica mensual de lluvias y monzones, grandes precipitaciones invernales de lluvia o nieve, lluvias irregulares, etc.
d. Evaporación por año o estación ^{a/} (mm)	Cuenca hidrográfica	Representación cartográfica mensual de la evaporación

^{a/} Los índices de evaporación se basan en la temperatura, la luz solar, la cubierta vegetal y las propiedades de los materiales de superficie, como las rocas, el suelo y el agua.

D.2.1.2 Elementos de infraestructura artificiales

El hombre ha reestructurado la hidrología natural desde las primeras civilizaciones que florecieron junto a los ríos. En la actualidad existe una importante infraestructura destinada a extraer agua, drenar tierras anegadas y pantanos, evitar las inundaciones, controlar la energía y apoyar los sistemas de transporte acuáticos. Algunos de los efectos involuntarios y negativos de la reestructuración hidrológica (A.1.8.1) son modificaciones de los ecosistemas (B.2.4) y del clima (D.2.2) y una mayor incidencia de enfermedades transmitidas por el agua (B.3.1). Algunos de los beneficios económicos son la generación de energía eléctrica (A.1.6), el mayor rendimiento de la agricultura (A.1.1), la seguridad del abastecimiento de agua (A.1.7.1), el mejoramiento de la navegación (A.1.7.2), el control de las inundaciones y el suministro de nuevos servicios de recreación (A.1.8.2). El tema dominante de la reestructuración hidrológica ha sido el de la ingeniería y los beneficios económicos. En los últimos años se han agudizado las preocupaciones por los daños al medio ambiente y las perturbaciones sociales, lo que ha dado lugar a análisis más generales de los costos y los beneficios a fin de evaluar las alteraciones de los regímenes hidrológicos. Las descripciones estadísticas de las obras de ingeniería civil se indican en *Estadísticas de los Asentamientos Humanos*, en las secciones A.1.2.e y D.1.2.b.

La base de datos está centrada en cinco tipos de sistemas de infraestructura: las represas y embalses, los sistemas de abastecimiento de agua (como los acueductos, canales de riego, estaciones de bombeo y depósitos de agua); los sistemas de drenaje y protección contra las inundaciones (como los canales de desagüe, del alcantarillado urbano, diques y bombas); los sistemas de navegación (como los canales y el dragado de los cursos de agua); y la reestructuración de las costas con fines de vivienda y comerciales (como el relleno de

tierras, los muros de contención, muelles y puertos y estanques de acuicultura) y el uso de las costas con fines de recreación.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Represas y embalses (m ³ , km ²)	Propósito	Precisando el objetivo único o múltiple y las presiones causadas
b. Sistemas de abastecimiento (km, km ² , m ³)	Propósito	Distinguiendo los fines agrícolas de los urbanos e industriales
c. Sistemas de drenaje y protección contra inundaciones (km, km ² , m ³)	Propósito	Distinguiendo los fines urbanos e industriales de los agrícolas
d. Sistemas de navegación (km, m)	Capacidad	Longitud, profundidad, incluyendo operaciones de dragado
e. Reestructuración de las costas (km, ha)	Propósito	Incluyendo el uso de las costas para la acuicultura

D.2.2 Clima

Los sistemas cíclicos de la atmósfera pueden describirse por las propiedades físicas de los movimientos de masas de aire y la composición cualitativa (química) de las muestras de aire. Estas últimas permiten evaluar la contaminación del aire (véase la sección B.2.1), mientras que las primeras se exponen aquí como variables del clima en sentido estricto. Esos datos se obtienen de puntos fijos situados en la superficie terrestre, o de sondeos de la alta atmósfera (p.ej., mediante globos sonda). Los satélites en órbita terrestre han permitido a los meteorólogos obtener imágenes de complejos sistemas atmosféricos. El gran problema respecto de la disponibilidad de los datos no es su escasez, sino su excesiva abundancia. El desarrollo de una base de datos exige un análisis cuidadoso de los criterios de selección y de los métodos de síntesis de los datos sobre el clima. Los archivos son los materiales fundamentales para los datos de referencia.

Los datos sobre las variables del clima y la calidad del aire son los fundamentales para las bases de datos sobre la atmósfera. Desde el punto de vista de las estadísticas ambientales, son los datos básicos fundamentales para evaluar el ritmo de la productividad natural y la calidad del medio ambiente. Las desviaciones extremas de las temperaturas y las precipitaciones respecto de los márgenes normales se consideran factores de presión ambiental, que provocan pérdidas de cosechas y efectos sociales y económicos. Un aspecto particularmente perturbador es la posibilidad de los cambios de clima a largo plazo causados por el hombre. El desarrollo de bases de datos para vigilar el calentamiento de la Tierra como consecuencia del "efecto de invernadero" es de la más alta prioridad internacional.

Los análisis y estudios meteorológicos, efectuados por los gobiernos e instituciones no gubernamentales, han dado lugar a mapas básicos destinados a la planificación y el análisis de

riesgos. Esos mapas suministran bases de datos generales para evaluar la situación del medio ambiente, el desarrollo sostenible y el análisis de riesgos. Este último exige documentación sobre la frecuencia y ubicación de los acontecimientos meteorológicos para elaborar mapas de riesgo climatológico o de zonas en situación crítica, como los de recorrido de los huracanes, susceptibilidad a las sequías y frecuencia de las inundaciones. Las líneas que unen los puntos con igual valor medio (isopletas) permiten representar las graduaciones climáticas. Las zonas climáticas pueden delimitarse sintetizando varias variables para obtener tipos climáticos (p.ej., temperatura marítima, tropical húmeda, continental seca, etc). La medida de las tendencias del clima a largo plazo exige una descripción de las desviaciones anuales respecto de los valores normales. Un método consiste en describir las variables del clima mediante un promedio de 5 ó 10 años. El cambio del clima y sus efectos sobre las actividades humanas y los fenómenos naturales representa, desde luego, un gran problema ambiental. El objetivo consiste en obtener datos de referencia, extraídos de los registros de archivo, que indiquen las condiciones del clima en épocas muy separadas en el tiempo.

La elección de indicadores climáticos está determinada por el tipo de clima predominante en el país y las correspondientes actividades humanas y procesos naturales. Así, en las regiones agrícolas, las variables fundamentales son las que afectan al rendimiento de las cosechas, como las lluvias, las oscilaciones de la temperatura y, en las zonas con estaciones de crecimientos breves, las fechas de las primeras y últimas heladas. En las regiones secas, es preciso determinar la secuencia de los días en que no llueve durante el período decisivo del crecimiento. En la misma forma, en los climas fríos el parámetro de mayor importancia es el número de días sin nieve en el suelo, mientras que en los climas calurosos lo es el número de días en que se supera determinada temperatura.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Promedio de las temperaturas diarias máximas (°C)	Lugares determinados	Los lugares deben ser representativos de distintos gradientes de temperatura
b. Promedio de las temperaturas diarias mínimas (°C)	Lugares determinados	Los lugares deben ser representativos de distintos gradientes
c. Precipitaciones por mes (mm)	Lugares determinados	Distinguir la lluvia de la nieve
d. Duración de la insolación (horas)	Lugares determinados	Posibilidad sustitutiva: porcentaje de nubosidad
e. Fechas de la primera y la última nevada	Lugares determinados	
f. Promedio de humedad (%)	Lugares determinados	

D.2.3 Litosfera

La litosfera es una denominación genérica conveniente de la parte sólida de la superficie de la Tierra. Comprende la delgada corteza exterior, que contiene los materiales geológicos de superficie del suelo y las rocas, los minerales del subsuelo y las rocas basálticas que predominan debajo de los océanos, así como los accidentes topográficos de la litosfera, como las montañas, valles y llanuras. Una situación inestable de la litosfera se manifiesta en fenómenos violentos, como los terremotos, deslizamientos de tierra y actividades volcánicas. La superficie de la litosfera se transforma también por la acción de la hidrosfera y la atmósfera como parte de la erosión fluvial y eólica. Los yacimientos de recursos minerales y de energía que se encuentran debajo de la superficie están tratados en las secciones D.2.4 y D.3.1. Un aspecto importante de las estadísticas ambientales consiste en los datos que describen las actividades humanas sobre la tierra. Esas actividades se representan en general mediante estadísticas sobre el uso de la tierra y la cartografía. Las áreas de tierra dedicadas a diversas actividades pueden concebirse como existencias de superficie de tierra y se indican a continuación. En cambio, los cambios del uso de la tierra se indican como actividades humanas en la sección A.1.8, "Uso de la tierra y reestructuración ambiental".

Las bases de datos sobre la litosfera se han desarrollado principalmente con fines de planificación y análisis regionales, haciendo hincapié especialmente en las posibilidades de desarrollo económico. Un aspecto importante del EEEMA es la posibilidad de adaptar y modificar las bases de datos existentes para los fines del análisis de las presiones ambientales y los riesgos del medio ambiente. Las variables que interesan en ese sentido son fundamentalmente los datos cartografiados de características de la litosfera: por ejemplo, la geología, los suelos, la topografía y el uso generalizado del suelo. Los mapas sobre el uso del suelo se basan en un sistema de clasificación de los usos humanos y los aspectos naturales. Se recomienda, por ello, desarrollar mapas separados sobre el uso de la tierra referentes a la "cubierta" y las "actividades". Las "actividades" corresponden a las sociales y económicas; la "cubierta", al medio ambiente biofísico. Las estadísticas sobre la cubierta pueden extraerse de la interpretación de imágenes de teleobservación, mientras que los datos sobre actividades requieren información sobre usos de la tierra formalmente determinados (como los militares) o informales, como los de recreación. Para la planificación y la ordenación del medio ambiente son datos básicos fundamentales los "mapas de posibilidades de riesgo". Exigen información sobre la frecuencia, la intensidad y la ubicación de fenómenos como los terremotos, los deslizamientos de tierras y la actividad volcánica. Un mapa más general de las posibilidades de erosión puede elaborarse mediante la representación cartográfica superpuesta del relieve, el clima, el tipo de suelo y las actividades humanas. La erosión efectiva se describe como un efecto ambiental en la sección B.2.3.1, "Calidad del suelo".

La representación cartográfica del uso del suelo es un instrumento importante para la planificación y la ordenación del medio ambiente. Existen varios métodos diferentes para la clasificación del uso de la tierra:

a) **Actividades humanas:** usos humanos de la tierra en categorías como las de agricultura, silvicultura, urbanización, empleo militar, parques nacionales, recreación, etc.;

b) **La cartografía de ecosistemas:** características naturales de la tierra y en cuanto a agrosistema, como las de desierto, pradera, bosque pluvial o montañoso, entre las

características naturales; y arrozales, setos, monocultivo o cultivos de plantación, entre las características de los agroecosistemas;

c) Productividad económica: ubicación de actividades como las industrias, centrales eléctricas o el turismo;

d) Productividad natural: distribución de niveles de la producción de biomasa;

e) Usos potenciales de la tierra: capacidad a los efectos de la agricultura, la silvicultura, el hábitat silvestre, la recreación y el turismo;

f) Representación cartográfica de los recursos naturales: inventarios de recursos biológicos (p. ej., inventario de bosques o de ubicación de recursos subterráneos);

g) Representación de aspectos jurisdiccionales y de régimen de la propiedad: aspectos legales, institucionales o administrativos.

La clasificación del uso de la tierra de la CEPE (véanse la sección A.1.8 y el anexo II) es una combinación de clasificaciones de actividades y de cubierta vegetal, cuyo empleo por países no integrantes de la región europea requiere adaptaciones.

El estudio geológico nacional, el organismo cartográfico y el departamento o ministerio de agricultura son las principales fuentes de datos sobre la litosfera. La representación cartográfica del uso de la tierra, por su parte, es compleja y se apoya en varias fuentes de datos. Entre ellas figuran los censos agropecuarios y de población, la teledetección y las autoridades de planificación regionales y locales.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Topografía (m, km ²)	Tipo de característica	Por ejemplo, montañosa, de colinas bajas, meseta, valle o llanura
b. Geología (km ²)	Tipo de mineral	Incluyendo indicadores geológicos de posibles recursos: p. ej., agricultura, hidrocarburos, minerales
c. Suelos (km ²)	Tipo de suelo Productividad	Incluyendo indicadores de la aptitud del suelo para la vegetación y la agricultura
d. Uso de la tierra ^{2/} (km ²)	Tipo de cubierta Tipo de actividad	Incluyendo indicadores de presiones ambientales sobre la base de "grados de presión" de distintos usos
e. Representación cartográfica de riesgos geológicos (km ² , cantidad, escala)	Tipo de fenómeno	Riesgos basados en indicadores de frecuencia y gravedad

f. Posibilidades de erosión del suelo (t/ha)	Tipo de erosión	Distinguiendo la erosión por el agua de la eólica
--	-----------------	---

g/ Véanse la sección A.1.8.1 y el anexo II.

D.2.4 Recursos minerales

Las estadísticas sobre reservas y producción de minerales e hidrocarburos son la base para estimar los índices de agotamiento (B.1.2.3). Esos datos son elementos fundamentales para las decisiones respecto de la conservación de los recursos, la sustitución de las fuentes de abastecimiento o el empleo de sucedáneos y la política de precios. La representación cartográfica de las actividades de extracción y la ubicación de los yacimientos minerales son complementos útiles para esas bases de datos. Aunque los efectos en regiones silvestres alejadas, como el norte del Canadá, Siberia y la Amazonia, inspiran grandes preocupaciones ambientales, también deben tenerse en cuenta los efectos ambientales en las regiones pobladas. Los residuos de minas, los hundimientos de suelos y la extracción de materiales de superficie en zonas densamente pobladas son importantes factores de degradación ambiental (secciones B.2.2 y 3). Las minas abandonadas han creado problemas graves y onerosos para la recuperación del medio ambiente (véase la sección C.1.3).

La principal fuente de datos sobre reservas minerales proviene de los departamentos competentes en materia de desarrollo y explotación de minerales. Otras fuentes de datos son las encuestas industriales de establecimientos de minería. De esas encuestas también pueden extraerse otros datos sobre el capital invertido y la tecnología. Los datos sobre asentamientos humanos dedicados a la minería pueden obtenerse del análisis de los censos de población, así como de otros estudios socioeconómicos. La configuración espacial de la actividad de extracción de minerales, sobre todo respecto de las minas a cielo abierto y las canteras y las redes de transporte, puede obtenerse de los mapas especiales y la interpretación de imágenes de teleobservación.

D.2.4.1 Reservas de minerales

Las reservas económicas se distinguen de las no económicas. Estas últimas constituyen reservas que no se explotarían con el nivel actual de los costos de extracción, elaboración y transporte y los precios que se obtienen en el mercado mundial. La expresión "reservas comprobadas" se refiere al nivel de concentración y las cantidades de las reservas que se conocen con un grado relativamente alto de certidumbre. Las reservas económicas son las "reservas comprobadas" que pueden explotarse con el nivel actual de los precios y la tecnología. Las reservas especulativas son reservas no comprobadas, pero probables en vista de las formaciones geológicas conocidas y los indicios derivados de la prospección. Las cifras sobre reservas comprobadas se publican en informes nacionales e internacionales sobre las actividades de minería. Las estimaciones sobre reservas de minerales, sobre todo en cuanto a los años de duración según el ritmo actual de extracción, pueden ser decisivas para evaluar el desarrollo sostenible. En el cuadro 9 se presenta un ejemplo de balance de ciertos recursos minerales.

Cuadro 9. Reservas de hierro, cobre y zinc en Noruega (1980-1986)
(en miles de toneladas)

Año	Reservas al 31 de diciembre	Extracción	Revaluación al 31 de diciembre	Reservas al 31 de diciembre
Hierro				
1980	157 300	-2 500	-3 200	51 600
1981	151 600	-2 667	-70 933	78 000
1982	78 000	-2 125	-873	75 000
1983	75 000	-2 299	-1	72 700
1984	72 700	-2 497	35 577	34 700
1985	34 700	-2 246	-4 494	27 960
1986	27 960	-2 385	-325	25 250
Cobre				
1980	502	-29	-83	390
1981	390	-28	-82	280
1982	280	-28	-2	250
1983	250	-23	-2	225
1984	225	-25	-22	178
1985	178	-24	-20	134
1986	134	-22	10	122
Zinc				
1980	535	-27	-63	445
1981	445	-30	-85	330
1982	330	-32	2	300
1983	300	-32	2	270
1984	270	-29	-91	150
1985	150	-27	21	144
1986	144	-27	71	188

Fuente: Statistisk Sentralbyrå, *Miljøstatistikk 1988. Naturressurser og miljø* (Oslo, 1988).

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Reservas económicas (t)	Tipo de mineral Ubicación	En explotación actual
b. Reservas comprobadas (t)	Tipo de mineral Ubicación	Usado para los indicadores de índices de agotamiento (reservas/producción anual) ^{a/}
c. Reservas especulativas (t)	Tipo de mineral Ubicación	Explotación hipotética

a/ Véase la sección B.1.2.3.

D.2.4.2 Infraestructura de la minería

La base de datos sobre la infraestructura para la extracción de recursos minerales permite apreciar los efectos posibles de la minería sobre el medio ambiente y sus perspectivas de agotar las reservas. Interesan tres tipos de elementos: la capacidad instalada local (capacidad de producción anual de cada mina); la capacidad de infraestructura (capacidad de transporte a puertos o plantas de elaboración); y los asentamientos junto a las minas (población). Esto último tiene especial importancia desde la perspectiva ambiental cuando se desarrollan nuevas zonas de extracción de minerales en regiones remotas.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Minas (cantidad, t)	Tipo de mineral Ubicación	Indicador de capacidad; distinguiendo según la tecnología (p. ej., subterránea o de cielo abierto)
b. Transportes (km ²)	Tipo de transporte	Corredores de transporte (p. ej., a través de bosques)
c. Asentamientos junto a las minas (cantidad)	Tipo de mineral Ubicación	Población como indicador sobre el medio ambiente

D.3 EXISTENCIAS DE ENERGIA

Las existencias de energía se tratan como fuentes potenciales de energía disponible, incorporadas en las fuerzas naturales del viento, el agua, las radiaciones solares y el calor retenido bajo la corteza terrestre, y como materiales combustibles biológicos y reservas de hidrocarburos y de uranio. En un Estado industrial moderno, el acceso a fuentes de energía abundantes (baratas) y la capacidad de efectuar una conversión eficiente de la energía son una

condición necesaria para el desarrollo económico. La presión sobre el medio ambiente del consumo y la producción de energía en gran escala ha llevado a una reevaluación del proceso de desarrollo industrial y a la búsqueda de medidas tendientes a reducir esas presiones. Desde el punto de vista ambiental, cabe distinguir entre las fuentes de energía renovables y no renovables. Estas últimas, al igual que los recursos minerales, son agotables en última instancia. Las fuentes renovables de energía, en cambio, están íntimamente vinculadas con el estado de los sistemas naturales, biológicos o cíclicos (de la hidrosfera y la atmósfera).

Los efectos ambientales varían considerablemente según la fuente de energía y el proceso de conversión. Los hidrocarburos participan intensamente en la contaminación de la atmósfera. La energía hidroeléctrica afecta a la hidrosfera y puede causar la pérdida de tierras fértiles. La energía nuclear supone el riesgo de accidentes y de radiación. Los datos sobre existencias de energía son informaciones generales básicas para el análisis de los efectos ambientales (sección B), la oferta y la demanda de energía (A.1.6) y la política de conservación y seguridad energéticas (sección C.1.2). En la figura I se presenta un panorama sinóptico de las ramificaciones de las fuentes de energía en las estadísticas ambientales.

D.3.1 Fuentes de energía no renovables

Un indicador clave de la seguridad energética de un país consiste en las estimaciones de sus reservas de petróleo, gas y carbón. Esas estadísticas miden las reservas estimadas que resultan de la prospección geológica. Otros ajustes referentes a la viabilidad económica y técnica de la extracción dan lugar a estimaciones de las "reservas económicas". La ubicación de las reservas es otro aspecto que debe tenerse en cuenta para el análisis ambiental. Las zonas de extracción de hidrocarburos y los corredores de transporte vinculados con ellas suelen relacionarse con importantes riesgos para el medio ambiente. Las reservas descubiertas en el mar, en regiones alejadas y en zonas ecológicamente frágiles plantean problemas especiales desde el punto de vista de sus posibles efectos sociales y ambientales.

Los datos sobre las reservas pueden obtenerse generalmente de los departamentos de energía y minas y de las organizaciones empresariales dedicadas a la extracción de carbón y petróleo. Los datos sobre infraestructuras artificiales pueden obtenerse de las mismas fuentes y de encuestas estadísticas de empresas. Otras fuentes de datos son los mapas y las imágenes de teleobservación. Estas últimas pueden resultar especialmente útiles para evaluar las zonas de perturbación que rodean las operaciones de extracción. La representación cartográfica de la distribución espacial de las reservas, minas y pozos, infraestructuras de transporte (p. ej., oleoductos), actividades de exploración (p.ej., las líneas sísmicas) y los asentamientos correspondientes suministran las bases para el análisis espacial de los efectos ambientales.

D.3.1.1 Reservas de hidrocarburos y de uranio

Las reservas de hidrocarburos pueden clasificarse por sus propiedades físicas (sólidos, líquidos y gaseosos) y sus propiedades químicas (p.ej., contenido de azufre y concentración de carbono). Otros atributos indican la profundidad de las reservas, la distancia de los mercados y los procedimientos tecnológicos de extracción y refinación (p.ej., las arenas bituminosas). Debe distinguirse entre las reservas que se conocen pero se consideran de explotación

imposible en las condiciones actuales y las que se están explotando o tienen perspectivas de ser explotadas en el futuro próximo.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Reservas comprobadas de hidrocarburos (t, bbl, m ³)	Tipo de hidrocarburo Ubicación	Distinguiendo las actualmente explotadas de las mantenidas en reserva
b. Reservas especulativas de hidrocarburos (t, bbl, m ³)	Tipo de hidrocarburo Ubicación	Incluyendo el esquisto y las arenas bituminosas
c. Reservas de uranio (t)	Tipo de uranio	Distinguiendo las actualmente explotadas de las mantenidas en reserva

D.3.1.2 Bienes de capital de la infraestructura energética

Algunas variables de importancia para evaluar los posibles efectos ambientales de la extracción de energía son los indicadores estadísticos de la extracción de minerales y la capacidad de bombeo de petróleo; la capacidad de transporte, incluidos los oleoductos; la capacidad de refinación; y otros elementos de infraestructura de apoyo (p.ej., para la exploración de nuevas fuentes de energía). Esta base de datos debe relacionarse también con las estadísticas sobre producción y consumo de energía indicadas en la sección A.1.6.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Capacidad de extracción (t, bbl, m ³)	Tipo de extracción Fuente de energía Ubicación	Hidrocarburos, uranio; capacidad de producción anual
b. Capacidad e infraestructura de los transportes (km, t)	Tipo de transporte Ubicación	Capacidad anual de transporte y extensión de la red
c. Infraestructura de elaboración (bbl, m ³ , t)	Tipo de producto Ubicación	Incluyendo refineras de petróleo, lavado del carbón y elaboración del uranio
d. Infraestructura de exploración (cantidad, m, dólares)	Tipo de exploración Ubicación	Incluyendo la cantidad de pozos y metros de exploración
e. Aldeas mineras (cantidad)	Ubicación	Población como indicador de presión sobre el medio ambiente

D.3.2 Fuentes de energía renovables

Las fuentes de datos para estimar el potencial de energía renovable son los inventarios de bosques, las encuestas agropecuarias (p.ej., sobre la utilización de leña) y los datos de teleobservación sobre la cubierta vegetal. El potencial energético de los sistemas cíclicos se obtiene de estudios geológicos e hidrográficos, archivos meteorológicos e instituciones que se ocupan del desarrollo de nuevas fuentes de energía. Los datos tecnológicos y de ingeniería suministran estadísticas sobre viabilidad: p.ej., encuestas y estudios sobre el potencial hidroeléctrico de las vertientes. Los datos sobre infraestructura se obtienen de diversas fuentes, que incluyen a las empresas hidroeléctricas y los organismos que se ocupan del desarrollo de nuevas fuentes de energía y de la conservación energética.

D.3.2.1 Potencial energético

Los datos sobre las fuentes de energía renovables documentan las posibilidades de conversión de energía de fuente solar, biológica y geotérmica, y la dinámica de los sistemas cíclicos de la atmósfera y la hidrosfera. Factores de importancia en la elección de esas fuentes son el costo económico, la viabilidad técnica, los atractivos de su utilización con otros fines (p.ej., la madera como combustible o como material de construcción), los valores culturales y sociales y el nivel de desarrollo. Algunas fuentes de energía renovables son los métodos tradicionales de extraer energía con fines de calefacción y de trabajo, sobre todo en las comunidades autosuficientes. La sección A.1.6.2, "Conversión de la energía", describe las variables de la producción de energía renovable. Aquí, el objetivo es desarrollar una base de datos sobre el potencial energético de las fuentes renovables, para lo cual pueden distinguirse las siguientes categorías y variables:

- a) Energía solar: niveles de radiación en la superficie terrestre, promedio anual de horas de insolación;
- b) Energía biológica: bosques (densidad de la biomasa), leña (arboledas de las aldeas), residuos vegetales (producción agrícola), estiércol de los bovinos (número de cabezas), turberas³⁵ (superficie y profundidad);
- c) Sistemas cíclicos:
 - i) Sistemas hidrológicos: ríos (caudal y gradiente), mares (altura de las mareas, acción de las olas)
 - ii) Atmósfera: vientos (velocidad y frecuencia)
 - iii) Litosfera: calor subterráneo (fuentes volcánicas, potencial térmico de las aguas subterráneas, gradiente geotérmico de la corteza³⁶).

El principal interés que ofrece el desarrollo de datos sobre fuentes de energía renovables es el apoyo a las nuevas fuentes de energía. Los parámetros de las fuentes de energía renovables pueden exponerse en forma cartografiada. La figura VI presenta la distribución de la radiación solar en un país. La radiación solar es la forma básica de energía, caracterizada por el aporte de calor procedente de fuera de la Tierra.

**Figura VI. Promedio anual de horas de insolación en Suecia
(1931-1960)**



Fuente: Statistiska Centralbyrån, Naturmiljon i siffror, *Miljöstatistisk Årsbok 1986-1987* (Estocolmo, 1987).

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Tierras boscosas (J/ha)	Tipo de tierra boscosa	Incluyendo zonas cultivadas y arboledas de las aldeas
b. Turberas (J/ha)	Tipo de turbera	
c. Residuos vegetales (J/ha)	Tipo de cultivo	Utilizables también como fertilizantes
d. Corrientes de agua (kwh)	Tipo de corriente	Potencial de generación energética
e. Otras fuentes hidrológicas (kwh)	Tipo de fuente	Incluyendo las mareas y las aguas termales
f. Vientos (km/h)	Estación	Determinar las zonas en que ofrecen una fuente segura
g. Energía solar (J/ha)	Estación	Potencial de generación eléctrica
h. Fuentes termales (J)	Tipo de fuente	Incluyendo aguas termales y fuentes volcánicas

D.3.2.2 Infraestructura energética

Esta base de datos presenta la infraestructura instalada, creada por el hombre, para explotar fuentes de energía renovables, que va desde los hornillos de cocina de leña sencillos pero eficientes hasta las grandes represas de generación hidroeléctrica. La energía hidroeléctrica representa, con gran ventaja, la fuente más importante de energía renovable en la actualidad. Sin embargo, se han hecho importantes esfuerzos para dominar el potencial energético de la biomasa (p. ej., los carburantes alcoholizados en el Brasil) y, aunque principalmente con carácter experimental, la generación de electricidad de fuente solar y eólica. En muchos lugares del mundo, la principal fuente (local) de energía está constituida por la quema de madera y otros materiales orgánicos (como el estiércol). Existe un interés cada vez mayor por el desarrollo de tecnologías energéticas eficientes de pequeña escala sobre la base de fuentes locales renovables. La disponibilidad de energía mediante servicios prestados en las viviendas está descrita en la sección D.1.1.d de *Estadísticas de los Asentamientos Humanos*.

El principal problema de las estadísticas sobre la infraestructura del aprovechamiento de energía renovable consiste en determinar los cambios en la naturaleza y la escala de los medios de dominar esas fuentes de energía. Por ejemplo, el promedio de tamaño de las represas ha aumentado considerablemente desde las que se construyeron en la primera mitad del siglo, con la consecuencia de grandes zonas inundadas y de perturbaciones sociales y ambientales en gran escala. Otro cambio tecnológico importante ha sido el aumento de la cantidad de kilovatios en las líneas de transmisión, para permitir la transmisión "económica" de corriente eléctrica a grandes distancias. Uno de los resultados de esta evolución ha sido la explotación de la energía hidroeléctrica generada a gran distancia del usuario, como en el plan de la Bahía de James en

Quebec (Canadá). Actualmente se encuentran plantas hidroeléctricas instaladas en zonas silvestres relativamente intactas, con efectos importantes sobre la vida silvestre y tribal.

Variables	Clasificaciones	Observaciones
a. Generación mediante la biomasa (kwh, J, cantidad)	Tipo de instalación	Incluyendo las de generación eléctrica y de refinación de combustibles
b. Centrales solares (kwh, J, cantidad)	Tipo de instalación	Incluyendo centrales eléctricas y equipos de hogares para calefacción y cocina
c. Estaciones eólicas (kwh, J, cantidad)	Tipo de instalación	Incluyendo las instalaciones en gran escala y las individuales de los hogares, y los molinos tradicionales
d. Instalaciones hídricas de pequeña escala (kwh, cantidad)	Tipo de instalación	Incluyendo molinos de agua y pequeños equipos hidroeléctricos
e. Energía geotérmica (kwh, J, cantidad)	Tipo de instalación	Incluyendo equipos en gran escala de calefacción y generación eléctrica e instalaciones de pequeña escala
f. Represas hidroeléctricas (m ³ , há, kwh)	Tipo de represa, tamaño de la represa, tamaño del embalse, fecha de construcción	Indicar las instalaciones con fines múltiples
g. Otras infraestructuras hidroeléctricas (kwh)	Tipo de fuente	Incluyendo los saltos de agua y las centrales de energía mareomotriz y undimotriz
h. Transmisión de energía hidroeléctrica	Capacidad	

D.4 INVENTARIOS DE ECOSISTEMAS

El propósito de un inventario de ecosistemas es registrar el tamaño, la diversidad y la distribución espacial de los atributos naturales de un país. Se tiende cada vez más a tratar esos atributos como bienes de capital nacionales, y existen varias iniciativas internacionales para impulsar programas nacionales que designan como reservas determinadas partes del ecosistema natural (véase la sección C.1.1). Un inventario de ecosistemas puede utilizarse para la rehabilitación ecológica de zonas críticas, que se han degradado más allá de su capacidad de sustento natural; como marco para la cartografía ecológica y el desarrollo de bases de datos; y para desarrollar indicadores claves de evaluación del desarrollo ambientalmente racional. El inventario puede mirarse como una base de datos integral de la naturaleza, que presenta las siguientes características:

- a) Clasificación de ecosistemas o ecozonas (véase más adelante);
- b) Inclusión de parámetros que describen las características biofísicas desde el punto de vista de la fisiografía, la vegetación, la geología y el clima;
- c) Registro de características espaciales por superficies y coordenadas geográficas;
- d) Evaluación de los atributos naturales por indicadores de salud de los ecosistemas, que incluyen la diversidad de las especies, la capacidad de sustento del hábitat y la incidencia de enfermedades;
- e) Evaluación de las actividades humanas, como la modificación del uso de la tierra, la sustracción de biota y la protección y rehabilitación ambientales.

Si bien el objetivo final consiste en desarrollar una clasificación detallada de los ecosistemas que pueda aplicarse en niveles administrativos reducidos (de distrito o condado), la primera etapa consiste por lo general en delimitar un número reducido de "ecozonas", que pueden ser unas 15 ó 20, a nivel mayor (provincial). Las características empleadas para delimitar ecozonas son las siguientes:

- a) Fisiografía: p.ej., colinas, llanuras y zonas costeras;
- b) Características de los suelos y la superficie: p.ej., suelos orgánicos, rocosos y pedregosos, o suelos de aluvión;
- c) Clima: p.ej., cálido y húmedo, frío y seco, marítimo y templado;
- d) Fauna y flora: p.ej., composición por especies, especialmente flora dominante, tierras arboladas, pastizales y pantanos.

El cuadro 10 presenta las características de las ecozonas desarrolladas en el Canadá para fines estadísticos y analíticos.

Los sistemas de clasificación de ecosistemas o biofísicos suelen estructurarse jerárquicamente. El nivel más alto presenta las ecozonas mundiales, o "tipos de bioma" (p.ej., bosques, pastizales, tundra y desiertos). Esas zonas, a su vez, se subdividen en tipos ecológicos cada vez más singulares, como las tierras forestales clasificadas en tropicales, templadas y boreales. Otras subdivisiones indican determinados tipos de climas, suelos y clases dominantes de flora y fauna de los ecosistemas, como los bosques costeros húmedos, los sistemas montañosos o los manglares. Estos, a su vez, pueden distinguirse por sistemas modificados por el hombre, determinados por los cultivos agrícolas y explotaciones ganaderas predominantes, y los asentamientos humanos y las infraestructuras hechas por el hombre. Los inventarios de ecosistemas constituyen una ciencia incipiente, que se desarrolla en especial por trabajos que actualmente se efectúan en materia de cartografía ecológica. La clasificación de ecosistemas que se necesita para fines estadísticos requiere, por lo tanto, un nivel de generalización que sea compatible con la presentación cartográfica superpuesta de datos sociales y económicos.

Cuadro 10. Características de las ecozonas terrestres del Canadá

Ecozona	Fisiografía	Vegetación	Suelos o materiales de superficie	Clima	Uso actual
Cordillera de la tundra	Meseta montañosa	Tundra montañosa y ártica	Criosólico, brunisólico, coluvial, morrena, rocas	Frío, semiárido, subártico	Captura con trampas, casa, recreación, turismo, minería
Cordillera boreal ^{a/}	Meseta montañosa; algunas colinas y llanuras	Boreal; alguna tundra alpina y bosques abiertos	Brunisólico; coluvial, morrena, rocas	Moderadamente frío, húmedo	Casa, captura con trampas, silvicultura, recreación, minería
Región marítima del Pacífico	Mesetas montañosas; algunas llanuras costeras	Costera; cicuta de montaña y occidental	Podsolítico, coluvial, morrena, rocas	Muy húmedo, marítimo templado suave	Silvicultura, pesca, urbanización, agricultura
Cordillera	Mesetas montañosas y llanuras interiores	Vegetación mixta; coníferas y campos de artemisas	Luviosólico, brunisólico, coluvial, rocas	Moderadamente frío, húmedo a árido	Silvicultura, agricultura, recreación, captura con trampas
Planicie de taiga ^{a/}	Llanuras; algunas colinas	Bosque abierto; arbustos y pantanos	Criosoólico, brunisólico; orgánicos, morrena	Frío, semiárido, subártico a boreal húmedo	Caza, captura con trampas, recreación
Praderas	Llanuras, algunas colinas	Pantanos cortos y mixtos; alamedas	Chernozem; morrena, lacustre	Frío, semiárido	Agricultura, urbanización, recreación
Escudo de taiga	Llanura; algunas elevaciones interiores	Bosque abierto, alguna tundra ártica y líquenes	Criosoólico, brunisólico, morrena y rocas	Húmedo, frío boreal a frío, semiárido, subártico	Caza, captura con trampas, recreación
Escudo boreal ^{b/}	Llanura; algunas elevaciones interiores	Coníferas y árboles de hojas caducas boreales	Brunisólico, morrena, rocas, lacustre	Frío, boreal húmedo	Silvicultura, minería, recreación, turismo
Llanura de la bahía de Hudson	Llanura	Pantanos, tundra ártica y algunas coníferas	Criosoólico, orgánico, marino	Frío, semiárido, subártico a frío boreal	Caza, captura con trampas, recreación
Llanura arbolada mixta	Llanura, algunas elevaciones interiores	Coníferas mezcladas con árboles de hojas caducas	Luviosólico; morrena, marino, rocas	Fresco a boreal suave	Agricultura, urbanización, recreación
Región marítima del Atlántico	Colinas y llanuras costeras	Coníferas mezcladas con árboles de hojas caducas	Brunisólico, luviosólico; morrena, coluvial, marino	Fresco, marítimo templado y húmedo	Silvicultura, agricultura, pesca, turismo
Ártico meridional	Llanura; algunas elevaciones interiores	Tundra ártica de hierbas y arbustos	Criosoólico; morrena, rocas, marino	Frío, ártico seco	Caza, captura con trampas, recreación, minería
Ártico septentrional	Llanuras y colinas	Tundra ártica de hierbas y líquenes	Criosoólico; morrena, rocas, marino	Muy frío, ártico seco	Caza, captura con trampas, recreación, minería
Cordillera del Ártico	Mesetas montañosas	Zona sin vegetación, alguna tundra ártica de hierbas y arbustos	Criosoólico; hielo, nieve, coluvial	Extremadamente frío, ártico seco	Caza

Fuente: Departamento del Medio Ambiente del Canadá, *State of the Environment Report for Canada* (Ottawa, 1986).

a/ La expresión "taiga" se refiere aquí a una zona de transición entre los bosques y la tundra que rodea el hemisferio Norte.

b/ Por "boreal" se entienden las regiones forestales de coníferas que abarcan gran parte de la franja de latitud media del Canadá.

Notas

- 1/ **Publicación de las Naciones Unidas, número de venta: E.82.XVII.4.**
- 2/ **Publicación de las Naciones Unidas, número de venta: S.83.XVII.12.**
- 3/ **Publicación de las Naciones Unidas, número de venta: S.84.XVII.12.**
- 4/ ***Documentos Oficiales del Consejo Económico y Social, 1985, Suplemento No. 6 (E/1985/26), párr. 86 d).***
- 5/ **Publicación de las Naciones Unidas, número de venta: S.88.XVII.14.**
- 6/ **Véase Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, *Nuestro Futuro Común* (Oxford, Oxford University Press, 1987).**
- 7/ **Véanse, por ejemplo, las recientes deliberaciones de la Segunda Conferencia Independiente de la Asociación Internacional para las Estadísticas Oficiales (Beijing, 16 a 19 de octubre de 1990).**
- 8/ **Por ejemplo, los estudios de evaluación de existencias de determinados recursos naturales y sus cambios -por ejemplo, con la ayuda de las cuentas de recursos físicos (véase el anexo I)- podrían combinar ventajosamente ciertos elementos de las categorías de información D y B. Del mismo modo, el análisis de las corrientes de contaminación desde sus fuentes de emisión hasta su descarga en los medios del ambiente y las concentraciones con que se encuentran en ellos debería vincular variables de las secciones A.2 y B.2.**
- 9/ **Estos hechos se definen más precisamente como factores de presión en el modelo del medio ambiente basado en presiones y reacciones. La premisa tácita es que esas actividades son procesos de entropía que requieren aportes materiales y energéticos para mantener los sistemas de producción humanos. La presión es resultado de actividades que se miden por las cantidades extraídas o cosechadas, los cambios del uso de la tierra como la desecación de pantanos, y las cantidades y las propiedades químicas de las descargas de residuos, como las emisiones de SO₂. Los resultados de la presión se manifiestan en síntomas de tensión de los ecosistemas y la salud humana. La medida de la tensión está dada por indicadores de la salud del ecosistema, como la productividad primaria y la diversidad biológica, la medida de la calidad de los medios del ambiente y ciertos indicadores de la salud humana. En el modelo de presiones y reacciones, esos indicadores se califican como "reacciones ambientales". En el EEEMA, en cambio, la expresión "reacciones" se reserva a las *sociales* que se producen ante los efectos ambientales.**
- 10/ **Para un análisis completo de los fundamentos teóricos de este método, véase N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process* (Cambridge: Harvard University Press, 1971).**
- 11/ ***Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas* (publicación de las Naciones Unidas, número de venta: S.90.XVII.11).**
- 12/ **Existen considerables manifestaciones de preocupación del público por el deterioro de la calidad nutritiva de los alimentos debido a residuos de plaguicidas, el empleo de radiaciones para la conservación de los alimentos y la utilización de hormonas en la producción ganadera (véase la sección B.3.1). Una de las reacciones provocadas por esas inquietudes es el desarrollo de nuevas prácticas agrícolas, en particular la llamada "agricultura orgánica".**

13/ La agricultura es una actividad de uso intensivo de la tierra. En los países de industrialización adelantada, el aporte de la agricultura al PIB, en valor agregado, es del orden del 5%-7%; sin embargo, la ocupación de la tierra excede en varios órdenes de magnitud a la extensión espacial de todas las demás actividades económicas. Su rival más próxima, la silvicultura, suele tener en aprovechamiento intensivo un 2%-5% de las tierras arboladas.

14/ La repoblación natural suele seguir los ciclos generacionales definidos de las especies dominantes. Las primeras especies que se establecen suelen ser de crecimiento rápido, robustas y resistentes en los ecosistemas perturbados. A menudo son inconvenientes para fines comerciales y pueden originar un ecosistema distinto del que representaba el bosque original. Si no es económicamente viable, se lo califica como "insuficientemente repoblado" en los inventarios respectivos. El ciclo completo desemboca en "bosques en culminación", caracterizados generalmente por grandes árboles que presentan un nivel considerable de diversidad biológica y un desarrollo de ámbitos especializados. Debe observarse que los bosques en culminación se caracterizan por tener abundante biomasa pero baja productividad, mientras que los nuevos bosques en crecimiento presentan poca biomasa con elevada productividad. El restablecimiento de las condiciones de culminación de los bosques complejos, en especial las pluviselvas, puede llevar centenares de años. En las condiciones comerciales de "administración de los bosques por rotación", su ecología original puede quedar perdida definitivamente.

15/ En el decenio de 1970 muchos países marítimos extendieron su zona costera de las 12 millas tradicionales a 200 millas. Uno de los incentivos que llevaban a establecer las llamadas "zonas económicas exclusivas" era el de controlar la captura de peces en forma sostenible.

16/ Oficina de Estadística de la Secretaría de las Naciones Unidas, agosto de 1984. Manuscrito inédito.

17/ CES/636, junio de 1989.

18/ La demanda biológica de oxígeno (DBO) es una medida del oxígeno disuelto que consumen los materiales orgánicos y no orgánicos en el agua. El DBO es un buen indicador de posibles presiones sobre la vida vegetal y animal con "demanda de oxígeno".

19/ Se han adoptado varios tratados en el marco del Programa de Mares Regionales del PNUMA, entre ellos la Convención para la Protección del Mar Mediterráneo contra la Contaminación y la Convención para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe.

20/ En las regiones y desiertos del Ártico, los vertederos de barriles de petróleo, materiales de construcción abandonados y vehículos se mantienen perfectamente conservados indefinidamente. Otra forma de "basura" consiste en las armas, vehículos y otros materiales abandonados, que incluyen granadas, bombas y minas no detonadas de la moderna tecnología bélica.

21/ Existe una fuerte corriente de opinión científica en el sentido de que se producen tragedias humanas, o resultan exacerbadas, por la utilización inadecuada de la tierra en zonas expuestas a fenómenos climáticos extremos. En otras palabras, se desarrollan actividades socioeconómicas en una franja de oscilaciones climáticas previstas más estrecha que la que justificarían las observaciones históricas. La indiferencia respecto de tales previsiones, debida a la pobreza extrema, ha sido calificada elocuentemente como un síntoma de "contaminación por la pobreza".

22/ Corresponde señalar que, en el EEEMA, los desastres provocados por el hombre como los accidentes de trabajo en gran escala o los efectos de las guerras están excluidos de las estadísticas por actividades. Sin embargo, en la medida en que tales hechos provocan descargas en el medio ambiente y otros efectos, tales resultados podrían presentarse como descargas de residuos en los medios del

ambiente (A.2.1) o como efectos ambientales correspondientes a la sección B. Véase en especial la sección B.3.2, "Efectos de los desastres ambientales", que abarca por igual fenómenos naturales y causados por el hombre.

23/ Los inventarios se miden tradicionalmente al comienzo (apertura) y al fin (cierre) de cada período contable. El concepto de inventario biológico se refiere fundamentalmente a las existencias en crecimiento (bienes en proceso de desarrollo) o a la cantidad que queda después del agotamiento. Los cultivos que se cosechan totalmente al término de cada ciclo tendrían un inventario igual a cero desde el punto de vista de los "cultivos en pie". Para eludir este dilema se propone que los inventarios de los cultivos se calculen en el momento inmediatamente anterior a la cosecha, es decir, en el momento máximo de biomasa.

24/ El aumento de CO₂ y el empobrecimiento de la capa de ozono pueden considerarse, a este respecto, pérdidas y ganancias físicas.

25/ La distinción entre la contaminación de la atmósfera, la calidad del aire urbano y la calidad del aire en ambientes cerrados constituye, en realidad, una clasificación de niveles de concentración de la calidad del aire ambiental. Los niveles críticos son distintos en cada una de esas categorías. La calidad del aire en ambientes cerrados se refiere en gran medida a la situación y los riesgos sanitarios de determinadas categorías profesionales. Aunque este problema suele vincularse con el ambiente "cerrado", el problema de la exposición a la calidad del aire en el ambiente de trabajo puede extenderse a los "trabajos al aire libre": por ejemplo, en la pulverización de plantaciones, la labor de los bomberos y el control del tránsito. La calidad del aire en las ciudades plantea problemas principalmente por la exposición general de las poblaciones urbanas a peligros para la salud. La contaminación de la atmósfera se refiere a las cuestiones mundiales o transnacionales de las lluvias ácidas, los cambios del clima y la destrucción de la capa de ozono.

26/ Véase en la parte A del anexo III una lista de las sustancias contaminantes presentada de conformidad con la Clasificación Estadística Uniforme de la CEPE del Uso del Agua.

27/ Véase, por ejemplo, el registro de Tratados Internacionales y Otros Acuerdos en la Esfera del Medio Ambiente, preparado en 1991 por el PNUMA (UNEP/GC.16/INF.4).

28/ "Indicators of water qualities from an ecosystem perspective", documento presentado por la Oficina de Estadística del Canadá en la reunión informal sobre uso del agua y estadísticas cualitativas de la Conferencia de Estadísticos Europeos (Comisión Económica para Europa, 12 a 14 de diciembre de 1983).

29/ Se espera que la próxima Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro, 1° a 12 de junio de 1992) dará lugar a recomendaciones, planes de acción y convenios sobre el desarrollo ambientalmente racional y sostenible.

30/ Véase P. Bartelmus, C. Stahmer y J. van Tongeren, "SNA framework for integrated environmental and economic accounting", *Review of Income and Wealth*, Serie 37, No. 2 (1991), págs. 111 a 148; la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas publicará en 1992 un manual de contabilidad ambiental y económica integrada.

31/ Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos, *World Conservation Strategy's* (Gland, Suiza, 1980). Se ha propuesto un criterio más amplio, basado en el desarrollo sostenible, en la "Estrategia para una Vida Sostenible" (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos, PNUMA y Fondo Mundial para la Naturaleza, *Caring for the Earth*, (Gland, Suiza, 1991).

32/ El ecodesarrollo fue propuesto inicialmente por el PNUMA, definiéndolo como "El proceso de desarrollo en los planos regional y local ... congruente con los potenciales específicos de cada región, prestándose atención al uso adecuado y racional de los recursos naturales, así como a los estilos tecnológicos ... y formas de organización que respeten los sistemas naturales y las modalidades socioculturales locales". Véase "Proyecto de programa" (UNEP/GC/3), párr. 100.

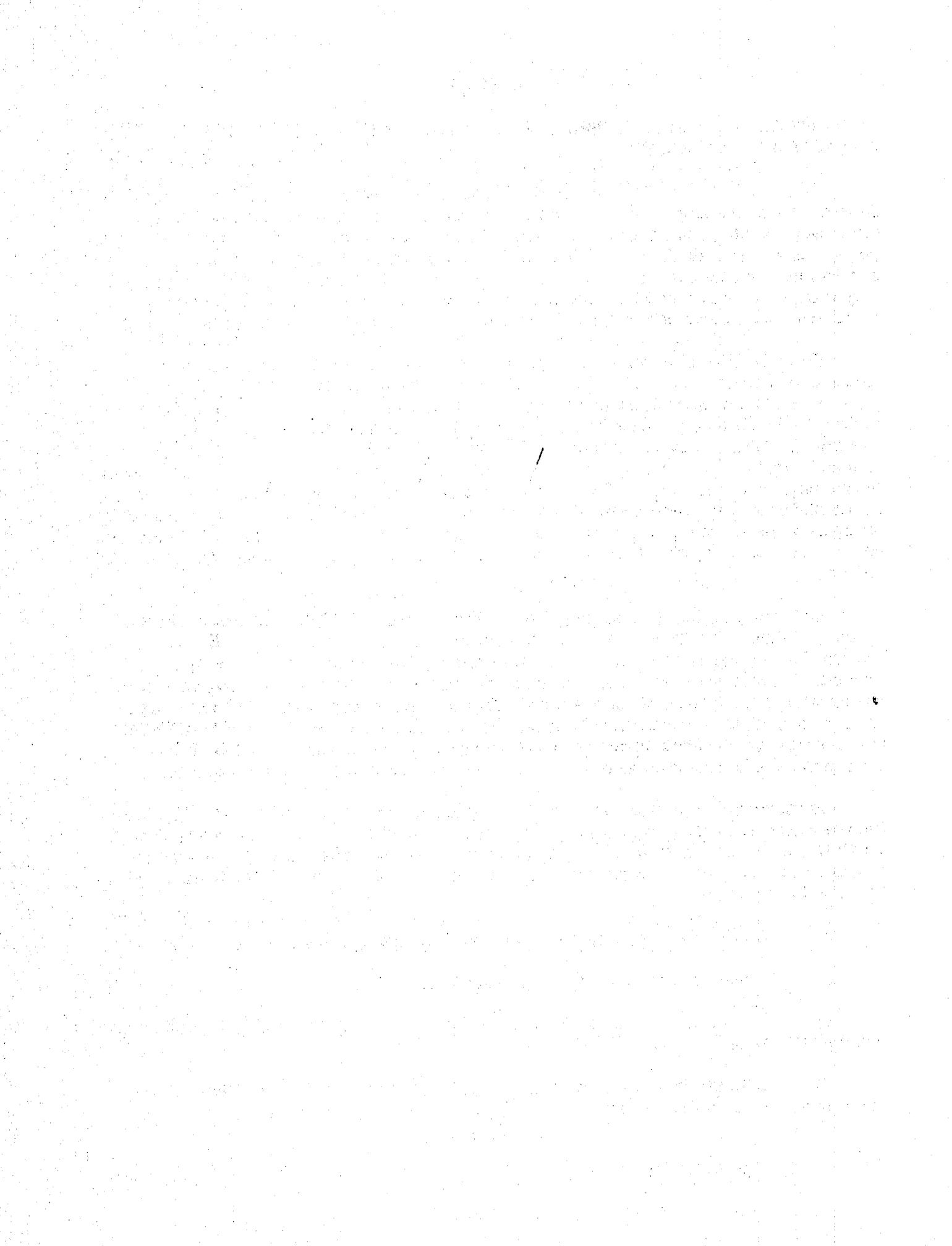
33/ R. E. Munn, "The Design of integrated monitoring system to provide early indications of environmental/ecological changes", en *Proceedings of the state of biosphere*, Tashkent, 1985.

34/ Proyecto de marco uniforme internacional para el desarrollo de estadísticas de la fauna, la flora y el hábitat de la CEPE (CES/548/Add.4/Rev.1), de 30 de abril de 1985.

35/ El proceso de carbonización que convierte la biomasa en turba se produce en períodos que están mucho más allá de las perspectivas de la planificación humana. En consecuencia, en términos estrictos, este tipo de combustible debería considerarse no renovable. No obstante, se lo incluye aquí debido a su relación con las "nuevas fuentes de energía".

36/ El gradiente geotérmico se basa en el cambio de temperatura por kilómetro de profundidad de la corteza terrestre exterior. Una fuente potencial de capacidad de generación de energía geotérmica consiste en establecer un ciclo de agua a profundidad suficiente para obtener vapor en la superficie. Los gradientes geotérmicos varían considerablemente entre las regiones, pero por término medio se sitúan aproximadamente en 30°C por kilómetro. Cuando la corteza es delgada o la actividad volcánica o sísmica ha perturbado la estructura rocosa, el gradiente puede ser bastante mayor (Harvard University Press, 1971).

ANEXOS



Anexo I

ESTADÍSTICAS DEL MEDIO AMBIENTE, CUENTAS DE RECURSOS NATURALES Y SISTEMA DE CUENTAS NACIONALES

Tras la publicación del informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo² y su preocupación por el "desarrollo sostenible", se ha manifestado un interés cada vez mayor por introducir un elemento ambiental en las cuentas nacionales. En parte, se trata de un reconocimiento de que las existencias e inventarios de recursos naturales deben considerarse "elementos del activo", como los bienes de capital. El agotamiento y la degradación de las existencias de recursos naturales, de ese modo, puede deducirse de la renta nacional y del producto nacional, modificándolos en función de los indicadores ambientales.

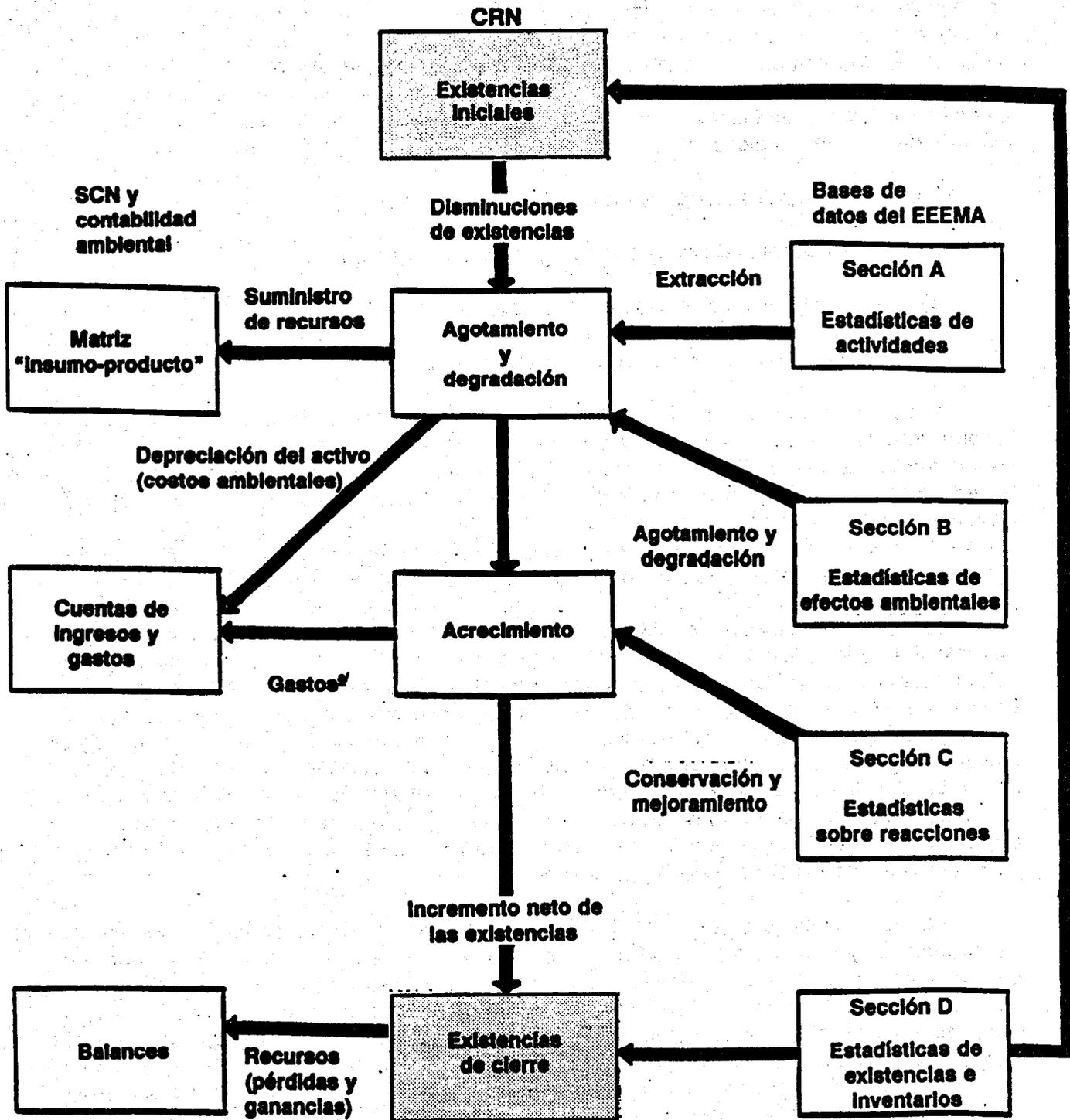
En el EEEMA, el alcance de la "producción" y los factores conexos con ella es más amplio que el aplicado actualmente en el SCN, en el cual los inventarios de recursos naturales y los procesos de crecimiento natural se consideran "bienes gratuitos". Por ejemplo, los insumos naturales (energía solar, agua y nutrientes del suelo) no se tienen en cuenta en el SCN, mientras que los insumos controlados por el hombre, de mano de obra, capitales, materiales y energía, forman parte de los costos de producción. En otras palabras, la producción "económica" sólo existe en el SCN si se vincula con operaciones de mercado. La exclusión de los bienes de capital naturales origina una anomalía en el sentido de que la reproducción biológica y los procesos de crecimiento y las corrientes materiales de recursos naturales contribuyen a la producción económica del mismo modo que la mortalidad y el agotamiento la reducen.

En la introducción de la sección D se analiza el marco conceptual del desarrollo de las bases de datos sobre existencias e inventarios de recursos naturales en el EEEMA. En la sección B.1, "Agotamiento y aumento de los recursos", se indican los cambios netos de las existencias de recursos biológicos, cíclicos y no renovables. De este modo, un programa amplio de estadísticas ambientales suministra la base de datos para las cuentas de recursos naturales. La figura que sigue lo ilustra respecto de las diferentes categorías de información del EEEMA. Las cuentas de recursos naturales también presentan las bases de datos físicos que corresponden a la dimensión ambiental en cuentas nacionales (monetarias) modificadas.

Las cuentas de recursos naturales (CRN) replantean las bases de datos del EEEMA a los fines de vigilar las existencias y corrientes de recursos naturales de un país. En otras palabras, las CRN pueden considerarse una agregación de estadísticas ambientales para exponer el estado de los bienes naturales del país y sus cambios. Los componentes fundamentales de las CRN son los siguientes:

- a) Cantidad y calidad de las existencias de recursos naturales;
- b) Índices de agotamiento o acrecentamiento;
- c) Empleo o suministro de recursos naturales para procesos de producción económica, incluido el comercio internacional;
- d) Contribución de los recursos naturales al bienestar humano (calificada a veces como "servicios del medio ambiente").

Vinculaciones de los datos del EEEMA, las CRN y el SCN



a/ Se incluyen los costos de protección, conservación, y rehabilitación del medio ambiente y los gastos para intensificar la productividad de los recursos biológicos (p. ej., forestación) y de prospección y descubrimiento de recursos no renovables.

Los componentes a) y b) registran las existencias y corrientes físicas de los diversos tipos de recursos naturales. Los componentes c) y d) son la extensión socioeconómica de las CRN. La cantidad y el valor de los recursos incorporados en los procesos económicos representan el vínculo de las CRN con las cuentas de insumos y productos. La evaluación de los efectos ambientales -los cambios de cantidad (disponibilidad y calidad) de los bienes ambientales, expresados en costos y beneficios de actividades humanas- transforman las cuentas físicas en cuentas monetarias ambientales, lo cual se ha propuesto como un sistema accesorio del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN)^{b/}.

Las tres principales categorías de las CRN son las siguientes:

- a) Las cuentas de recursos biológicos y de ecosistemas;
- b) Las cuentas de recursos no renovables;
- c) Las cuentas de recursos de sistemas cíclicos.

Las cuentas de recursos biológicos y de ecosistemas constituyen la base de datos sobre la "productividad natural". Las cantidades representativas de las existencias y las corrientes se indican en términos de: a) población y diversidad (cantidades); b) hábitat, situación y superficie; y c) biomasa (peso y volumen). El objetivo consiste en apreciar el total de la biomasa y las poblaciones que se incorporan en los sistemas humanos de producción, indicados en las secciones referentes a la agricultura, la silvicultura, la fauna y la flora silvestre (caza) y la pesca (comercial). El valor de los productos biológicos resultantes de estas actividades representa una parte importante del producto interno bruto (PIB). El componente de "servicios del medio ambiente" (p. ej., la utilización de los bosques con fines de recreación, el goce estético de la naturaleza y de los hábitat silvestres), por su parte, queda en gran medida fuera de los límites de las cuentas nacionales, a pesar de que el acceso a esos recursos contribuye sin duda al bienestar humano. Aunque el principio de los factores externos positivos y negativos se reconoce en economía, la dificultad de estimar valores que son esencialmente no comerciales ha dado lugar a que esta esfera no se tomara en consideración en el SCN. La compleja interdependencia de la economía, el medio ambiente y la salud humana sugiere la conveniencia de explorar métodos para evaluar los servicios del medio ambiente, en particular los que tienen que ver con la integridad del ecosistema, las variables del clima, la purificación del aire y el agua y las funciones de los ciclos físicos y químicos.

Las cuentas de recursos no renovables son menos complejas desde el punto de vista conceptual. En primer lugar, porque la extracción de minerales e hidrocarburos es, en principio, una corriente en un solo sentido (el del agotamiento). En segundo término, no suele darse respecto de este tipo de recursos las situaciones de empleo múltiple. En tercer lugar, la correspondencia unívoca entre el ritmo de agotamiento de las reservas y la producción minera y energética permite establecer vinculaciones directas entre la situación de esos recursos y el nivel de la actividad económica. En la práctica, sin embargo, el panorama resulta más complicado por la incertidumbre de las cantidades efectivas de tales recursos. Por ello, estas cuentas también muestran incrementos de las existencias originados en nuevos descubrimientos y en nuevas evaluaciones de las reservas existentes (derivadas del cambio de los precios de los productos, los efectos de sustitución y las innovaciones tecnológicas). De ese modo, el volumen y la posibilidad de acceso (económico) de las reservas pueden considerarse elementos del activo en la contabilidad económica.

Las cuentas sobre recursos de sistemas cíclicos registran aspectos de la atmósfera y la litosfera que se vinculan de manera decisiva con la producción económica, la salud humana y los ecosistemas. Estos aspectos suelen presentarse más habitualmente en términos de contaminación del aire, uso y calidad del agua, uso de la tierra y fertilidad del suelo. La subdivisión de los grandes sistemas físicos incluye también ciclos químicos del medio biótico y abiótico, como los ciclos de los nutrientes, el nitrógeno, el oxígeno, el ozono y el carbono. El alto nivel de complejidad, el carácter mundial y la escala temporal geológica de los sistemas cíclicos de la litosfera limitan la capacidad de la estadística de presentar esos sistemas en sus aspectos de existencias y corrientes.

No obstante tales limitaciones, los datos meteorológicos y las estadísticas sobre la contaminación pueden considerarse indicadores efectivos de la situación y los cambios del estado de la atmósfera. Los mapas del suelo y los datos sobre el uso de la tierra indican la situación de la superficie de la litosfera, y los datos sobre la erosión y los cambios del uso de la tierra describen efectivamente las modificaciones de su estado. Los sistemas cíclicos hidrológicos, a su vez, se prestan para la contabilidad de las dimensiones de existencias y corrientes a través de medidas del volumen de agua almacenada en lagos y embalses y los registros hidrométricos del caudal diario, mensual y anual de ríos y otras corrientes. Los ciclos de los nutrientes y las sustancias químicas pueden observarse en experimentos controlados en ecosistemas de pequeña escala, pero su trasposición a balances mundiales de existencias y corrientes apenas ha progresado más allá de modelos primarios. Aun así, los datos de vigilancia sobre el aumento de CO₂ y sobre el agotamiento de la capa de ozono en la estratosfera son ejemplos de métodos estadísticos para registrar cambios de existencias y corrientes de sistemas cíclicos de la atmósfera.

Las vinculaciones entre las CRN y el SCN dependen decisivamente de la disponibilidad de métodos de apreciación y evaluación de elementos no comerciales. Se han desarrollado técnicas como las de precios potenciales, la disposición a pagar, los valores optativos, el descuento por factores sociales (preferencias cronológicas), etc. para tratar de reproducir operaciones de mercado. La Oficina de Estadística de la Secretaría de las Naciones Unidas está elaborando actualmente un Manual sobre contabilidad ambiental y económica integrada, que propondrá métodos para la contabilización de los gastos ambientales (de protección), los bienes ambientales y sus cambios, y los costos y beneficios de los servicios del medio ambiente y del empleo de recursos naturales. El Manual indicará también la presentación de las CRN en el formato del SCN, lo que se considera fundamental para desarrollar la base de datos físicos correlativa de la contabilidad ambiental y económica integrada.

Notas

a/ Véase *Nuestro Futuro Común* (Oxford: Oxford University Press, 1987)

b/ P. Bartelmus, C. Stahmen y J. van Tongeren, "Integrated environmental and economic accounting, framework for a SNA satellite system", *Review of Income and Wealth*, Serie 37, N° 2 (1991), págs. 111 a 148.

Anexo II

CATEGORIAS DE LA CLASIFICACION ESTADISTICA UNIFORME DE LA CEPE DEL USO DE LA TIERRA (CES/637, 7 de abril de 1989)

1. Tierras agrícolas
 - 1.1 Tierras cultivables
 - 1.2 Tierras con cultivos permanentes
 - 1.3 Tierras con praderas y pastizales permanentes
 - 1.4 Otras tierras agrícolas, n.c.p.
 - 1.5 Total de tierras agrícolas,
del cual: Tierras agrícolas en barbecho
2. Bosques y otras tierras arboladas
 - 2.1 Total de bosques y otras tierras arboladas,
del cual: Especies exóticas
Especies particularmente inflamables
 - 2.1.1 Con producción de madera como la principal función reconocida
 - 2.1.2 Con protección, conservación y uso biológico como las principales funciones reconocidas
 - 2.1.3 Con recreación como la principal función reconocida
 - 2.2 Tierras de bosques con coníferas
 - 2.2.1 (Igual que en 2.1.1)
 - 2.2.2 (Igual que en 2.1.2)
 - 2.2.3 (Igual que en 2.1.3)
 - 2.3 Tierras de bosques sin coníferas
 - 2.3.1 (Igual que en 2.1.1)
 - 2.3.2 (Igual que en 2.1.2)
 - 2.3.3 (Igual que en 2.1.3)
 - 2.4 Tierras de bosques de masa mixta
 - 2.4.1 (Igual que en 2.1.1)
 - 2.4.2 (Igual que en 2.1.2)
 - 2.4.3 (Igual que en 2.1.3)

2.5 Otras tierras arboladas

- 2.5.1** (Igual que en 2.1.1)
- 2.5.2** (Igual que en 2.1.2)
- 2.5.3** (Igual que en 2.1.3)

3. Tierras con construcciones y tierras afines (excluidos los edificios agrícolas dispersos)

3.1 Tierras de uso residencial

- 3.1.1** En su mayor parte con edificios de uno o dos pisos
- 3.1.2** En su mayor parte con edificios de tres o más pisos

3.2 Tierras de uso industrial (excluidas las tierras clasificadas en 3.3 infra)

3.3 Tierras con canteras, pozos, minas e instalaciones conexas

- 3.3.1** Dedicadas a la extracción de turba
- 3.3.2** Dedicadas a la explotación de minas y canteras a cielo abierto
- 3.3.3** Dedicadas a otros usos, n.c.p.

3.4 Tierras de uso comercial

3.5 Tierras utilizadas por servicios públicos (excluidas las infraestructuras técnicas, de transporte y de comunicaciones)

3.6 Tierras de uso mixto

3.7 Tierras utilizadas en el transporte y las comunicaciones

- 3.7.1** Tierras ocupadas por caminos
- 3.7.2** Tierras ocupadas por vías férreas
- 3.7.3** Tierras ocupadas por aeropuertos e instalaciones conexas
- 3.7.4** Otras tierras utilizadas en el transporte y las comunicaciones, n.c.p.

3.8 Tierras de la infraestructura técnica

- 3.8.1** Tierras utilizadas para la eliminación de desechos
- 3.8.2** Tierras utilizadas para el suministro de agua y el tratamiento de aguas de desecho
- 3.8.3** Tierras utilizadas para la generación y distribución de energía
- 3.8.4** Otras tierras de la infraestructura técnica, n.c.p.

3.9 Tierras de uso recreativo y otras tierras no arboladas

- 3.9.1** Parques, zonas verdes, jardines, cementerios, etc.
- 3.9.2** Tierras de uso recreativo ocupadas principalmente por campamentos, residencias secundarias y casas de vacaciones
- 3.9.3** Tierras con obras de construcción

- 3.9.4 Tierras para futuras obras de construcción
- 3.9.5 Otras tierras de uso recreativo y otras tierras no arboladas n.c.p.
- 4. Tierras húmedas no arboladas
 - 4.1 Ciénagas
 - 4.1.1 Ciénagas de lluvia (altas turberas)
 - 4.1.2 Ciénagas de anegamiento (bajas turberas)
 - 4.2 Tundra húmeda
 - 4.3 Otras tierras húmedas no arboladas, n.c.p.
- 5. Tierras secas no arboladas con cubierta vegetal especial
 - 5.1 Landas
 - 5.2 Tundra seca
 - 5.3 Pastizales montañosos
 - 5.3.1 Utilizados para el pastoreo de animales domesticados
 - 5.3.2 No utilizados para el pastoreo de animales domesticados
 - 5.4 Otros pastizales montañosos, n.c.p.
- 6. Tierras no arboladas con poca o ninguna cubierta vegetal
 - 6.1 Rocas desnudas, glaciares, nieves perpetuas
 - 6.1.1 Rocas desnudas
 - 6.1.2 Glaciares y nieves perpetuas
 - 6.2 Playas de arena, dunas y otras tierras arenosas
 - 6.3 Otras formaciones similares, n.c.p.
- 7. Aguas
 - 7.1 Aguas interiores,
de las cuales: En bahías
 - 7.1.1 Cursos de navegación naturales
 - 7.1.2 Cursos de navegación artificiales
 - 7.1.3 Mares interiores (de agua dulce o agua salina), lagos, estanques, lagunas litorales sin comunicación con el mar
 - 7.1.4 Embalses de agua artificiales
 - 7.1.5 Otras aguas interiores, n.c.p.

**7.2 Aguas de marea,
de las cuales: En bahías**

7.2.1 Albuferas

7.2.2 Estuarios

7.2.3 Otras aguas de marea, n.c.p.

Anexo III

PROYECTO DE CLASIFICACION ESTADISTICA UNIFORME DE LA CEPE DE LA CALIDAD DEL AGUA DULCE DESDE EL PUNTO DE VISTA ECOLOGICO (CES/688, 15 de marzo de 1990)

Parte A: Lista de sustancias contaminantes

- 1. Selección de medidas generales (toneladas)**
 - 1.1 Demanda bioquímica de oxígeno de las descargas (DBO₅)**
 - 1.2 Demanda química de oxígeno de las descargas**
 - 1.3 Total de sólidos en suspensión**
 - 1.4 Total de sólidos disueltos**
- 2. Nutrientes (toneladas)**
 - 2.1 Total de fósforo**
 - 2.2 Total de nitrógeno**
- 3. Sustancias nocivas (toneladas)**
 - 3.1 Arsénico**
 - 3.2 Cadmio**
 - 3.3 Cromo**
 - 3.4 Cobre**
 - 3.5 Plomo**
 - 3.6 Mercurio**
 - 3.7 Níquel**
 - 3.8 Zinc**
 - 3.9 Aluminio**
 - 3.10 Otras sustancias nocivas inorgánicas**

- 3.11 Hidrocarburos de petróleo
- 3.12 Hidrocarburos orgánicos clorados
- 3.13 Otros compuestos orgánicos
- 4. Descargas microbiológicas [cantidad/100ml]
 - 4.1. Coliformes termotolerantes
 - 4.2 Estreptococos fecales

Parte B: Categorías de calidad del agua

El cuadro anexo contiene variables de la calidad del agua y límites cualitativos por categorías. Los valores correspondientes a las corrientes de agua se indican entre paréntesis. Los que no están entre paréntesis se refieren tanto a las masas de agua estancadas como a las corrientes; y si están acompañados por valores entre paréntesis, a las primeras.

Las categorías generales de calidad se definen del siguiente modo:

Categoría I: Excelente (azul)

Agua clara y oligotrófica en estado natural o con contaminación antropogénica muy leve y ocasional de materiales orgánicos (pero no inorgánicos). Contenido de oxígeno permanentemente próximo a la saturación, bajo contenido de nutrientes y bacterias; ofrece lugares de desove para los salmónidos. Muy buena capacidad amortiguadora del agua.

Categoría II: Buena (verde)

Agua mesotrófica y levemente contaminada que recibe pequeñas descargas de sustancias orgánicas de plantas de tratamiento de residuos urbanos o no localizadas. La saturación de oxígeno de las masas de agua es buena a lo largo de todo el año. Las descargas pueden provocar una productividad primaria levemente intensificada. La capacidad amortiguadora del agua es buena. Los eventuales afluentes no contienen sustancias nocivas.

Categoría III: Regular (amarillo)

Agua moderadamente eutrófica que recibe cantidades considerables de descargas de sustancias orgánicas y nutrientes. Pueden producirse insuficiencias de oxígeno en el hipolimnio. El nivel de producción primaria es considerable, y pueden observarse algunos cambios de estructura de las comunidades, incluso de las especies de peces. La capacidad amortiguadora es baja pero mantiene la acidez del agua en niveles todavía aptos para la mayor parte de los peces. Las descargas de sustancias nocivas y la contaminación microbiana son evidentes. Las concentraciones de sustancias nocivas varían desde niveles naturales hasta niveles de toxicidad crónica para la vida acuática.

Categoría IV: Pobre (anaranjado)

Agua contaminada y fuertemente eutrófica, que recibe descargas de sustancias orgánicas, nutrientes y sustancias nocivas. Se produce sobre saturación de oxígeno en el epilimnio, y frecuentes insuficiencias en el hipolimnio. Hay frecuentes proliferaciones de algas. La mayor descomposición de materias orgánicas, junto con la estratificación de las masas de agua, puede generar condiciones anaeróbicas y la muerte de peces. Gran proliferación de las especies más tolerantes; las poblaciones de peces y organismos bentónicos se ven afectadas. La capacidad amortiguadora está superada, lo que genera considerables niveles de acidez que afectan al desarrollo del desove. La contaminación microbiana impide el uso del agua con fines de recreación. Las sustancias nocivas descargadas o vertidas de sedimentos afectan a la calidad de la vida acuática. Las concentraciones de sustancias nocivas varían desde niveles de toxicidad crónica hasta la toxicidad aguda para la vida acuática.

Categoría V: Mala (rojo)

Agua hipertrófica y sumamente contaminada. Problemas importantes del régimen del oxígeno: sobresaturación en el epilimnio e insuficiencia en el hipolimnio, que crea condiciones anaeróbicas. Los factores de descomposición predominan sobre los productores. Los peces y las especies bentónicas no se manifiestan permanentemente. El agua carece de capacidad amortiguadora y su acidez es nociva para muchas especies de peces. Las concentraciones de sustancias nocivas exceden de los niveles de toxicidad aguda para la vida acuática.

Cuadro Ilustrativo del anexo. Variables y límites de concentración por categorías de calidad

	Categoría I Excelente (azul)	Categoría II Buena (verde)	Categoría III Regular (amarillo)	Categoría IV Pobre (anaranjado)	Categoría V Mala (rojo)
Régimen de oxígeno					
DO (%) epilimio	90-110	70-90, 110-120	50-70, 120-130	30-50, 130-150	<30, >150
hipolimio	90-70	70-50	50-30	30-10	<10
Total	90-70	70-50, 110-120	50-30, 120-130	30-10, 130-150	<10, >150
DO (mg/l)	>7	7-6	6-4	4-3	>3
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	(<3)	(3-5)	(5-9)	(9-15)	(>15)
DQO-mensual (O ₂ /l)	<3	3-10	10-20	20-30	>30
Eutrofización					
Total de P (microgramos de P/l)	<10(<15)	10-25(15-40)	25-50(40-75)	50-125(75-190)	>125(>190)
Total de N (microgramos de N/l)	<300	300-750	750-1500	1500-2500	>2500
Clorofila a (microgramos/l)	<2,5(<4,0)	2,5-10(4-15)	10-30(15-45)	30-110(45-165)	>110(>165)
Acidificación					
pH	6,5-8,5	6,5-6,3	6,3-6,0	6,0-5,3	<5,3
Alcalinidad (mg de CaCO ₃ /l)	>200	200-100	100-20	20-10	<10
Sustancias nocivas					
Metales pesados y cianuros					
Aluminio (microgramos/l, pH:<6,5)	-	-	<5	5-75	>75
(microgramos/l, pH:>6,5)	-	-	<100	100-500	>500
Arsénico (microgramos/l)	<10	<10	10-50	50-100	>100
Cadmio ^{a/} (microgramos/l)	<0,07	<0,07	0,07-0,7	0,7-1,8	>1,8
Cromo ^{b/} VI (microgramos/l)	<1	<1	1-11	11-16	>16
Cobre ^{a/} (microgramos/l)	<2	<2	2-6,5	6,5-9,2	>9,2
Plomo ^{a/} (microgramos/l)	<0,1	<0,1	0,1-1,3	1,3-34	>34
Mercurio ^{a/} (microgramos/l)	<0,003	<0,003	0,003-0,012	0,012-2,4	>2,4
Níquel ^{a/} (microgramos/l)	<15	<15	15-88	88-790	>7,90
Zinc ^{a/} (microgramos/l)	<45	<45	45-59	59-65	>65
Cianuros (microgramos/l)	<0,5	<0,5	0,5-5,0	5,0-22	>22
Otras sustancias					
Dieldrín (microgramos/l)	0	0	<0,0019	0,0019-2,5	>2,5
Clordano (microgramos/l)	0	0	<0,0043	0,0043-2,4	>2,4
DDT y metabolitos (microgramos/l)	0	0	<0,001	0,001-1,1	>1,1
Endrín (microgramos/l)	0	0	<0,0023	0,0023-0,18	>0,18
Heptacloro (microgramos/l)	0	0	<0,0038	0,0038-0,52	>0,52
Lindano (microgramos/l)	0	0	<0,08	0,08-2,0	>2,0
Malatión (microgramos/l)	0	0	0	<0,1	>0,1
Paratión (microgramos/l)	0	0	<0,013	0,013-0,065	>0,065
Pentaclorofenol ^{c/} (microgramos/l)	0	0	<3,5	3,5-5,5	>5,5
Pentaclorobenzenos (microgramos/l)	0	0	<0,001	0,001-2,0	>2,0
Toxafeno (microgramos/l)	0	0	<0,2	0,2-730	>730
Radiactividad^{d/}					
Contaminación microbiana (cantidad media/100 ml)					
Coliformes termotolerantes	<10	10-30	30-100	100-1000	>1000
Streptococos fecales	<10	10-30	30-100	100-1000	>1000

a/ Calculado para dureza normal de 50 mg de CaCO₃/l. Ajustes para diferentes niveles de dureza.

b/ Calculado para dureza normal de 50 mg de CaCO₃. Se está desarrollando actualmente una fórmula de ajuste para distintos niveles de dureza.

c/ Calculado para un pH normal de 6,5. Ajustes para distintos valores de pH.

d/ Los límites se determinarán según los resultados de los ensayos.

كيفية الحصول على منشورات الأمم المتحدة

يمكن الحصول على منشورات الأمم المتحدة من المكتبات ودرج التوزيع في جميع أنحاء العالم. استلم منها من المكتبة التي تتعامل معها أو اكتب إلى: الأمم المتحدة، قسم البيع في نيويورك أو في جنيف.

如何购取联合国出版物

联合国出版物在全世界各地的书店和经售处均有发售。请向书店询问或写信到纽约或日内瓦的联合国销售组。

HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre libraire ou adressez-vous à : Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу: Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.
