



**EL ESTADO
DEL MEDIO AMBIENTE
1981**

TEMAS SELECCIONADOS

**PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL MEDIO AMBIENTE**



**EL ESTADO
DEL MEDIO AMBIENTE
1981**

TEMAS SELECCIONADOS

**PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL MEDIO AMBIENTE**

© 1981 PNUMA
Published in 1981 by
UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME
Nairobi, Kenya

Printed by Artblocks (1975) Ltd., Racecourse Road
P.O. Box 44382 Nairobi, Kenya

ISBN 92-807-3045-2

INDICE

Prólogo	iv
I. Introducción	1
II. Utilización y ordenación de recursos renovables: aguas freáticas	3
III. Productos químicos tóxicos y cadenas alimentarias humanas	11
IV. Economía ambiental	21

PROLOGO

En el presente informe anual sobre el estado del medio ambiente se tratan tres temas de importancia internacional seleccionados por el Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en su octavo período de sesiones: aguas freáticas, productos químicos tóxicos y cadenas alimentarias humanas y economía ambiental. Para tratarlos en la forma más efectiva, estos problemas se presentan bajo cuatro encabezamientos principales: hechos y cifras, el problema, principales medidas adoptadas o planeadas y observaciones finales.

El informe se basa en los puntos de vista expresados en debate con varios científicos sobre los problemas ambientales seleccionados que se han enumerado. No se proponen soluciones ni se formulan recomendaciones, pero se espera que el documento estimule el debate y la sensibilidad del público, factores que pueden facilitar el hallazgo de soluciones. Se presentó inicialmente a los gobiernos en el noveno período de sesiones del Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, celebrado en Nairobi en mayo de 1981, y hubo acuerdo general en que el informe presentaba en forma realista y precisa las cuestiones ambientales de creciente importancia en las que debían concentrar su atención la comunidad internacional en general y el PNUMA en particular.

I. INTRODUCCION

1. No cabe duda de que el decenio de 1970 promovió entre los encargados de la elaboración de políticas y el público en general una mayor conciencia de los posibles efectos secundarios indeseables de las medidas encaminadas a aumentar la productividad del medio ambiente físico y a satisfacer necesidades humanas esenciales. Puesto que el desarrollo sigue teniendo la mayor prioridad, el reconocimiento de tales peligros condujo a esfuerzos nacionales, regionales e internacionales por reconciliar las políticas de desarrollo con la conservación del medio ambiente. El pasado decenio ha colocado en primer plano numerosas cuestiones ambientales que hasta entonces habían sido ignoradas o no habían recibido suficiente atención. Muchas de esas cuestiones se han abordado ya en anteriores informes anuales sobre el estado del medio ambiente (1 a 7), aplicando así el mandato otorgado al Consejo de Administración en la resolución 2997 (XXVII) de 15 de diciembre de 1972 de la Asamblea General de "tener continuamente bajo estudio las condiciones ambientales en todo el mundo, con el fin de conseguir que los problemas de vasta importancia internacional que surjan en esa esfera reciban apropiada y adecuada consideración por parte de los gobiernos".

2. Este año el informe sobre el estado del medio ambiente se centra en tres temas importantes seleccionados por el Consejo de Administración (sección VI de la decisión 8/1 de 29 de abril de 1980): aguas freáticas, productos químicos tóxicos y cadenas alimentarias humanas y economía ambiental. Las primeras constituyen un recurso renovable que, a menos que se utilice en forma racional y se proteja de la contaminación, sufrirá un deterioro en cantidad y calidad y por ende dará lugar a una amplia gama de efectos socioeconómicos y ambientales negativos. Sin embargo, nuestros conocimientos de la hidrogeología, la hidrodinámica y la geoquímica de las aguas freáticas son insuficientes en muchos aspectos, por lo que se precisa una considerable labor de investigación en esa esfera. No se conocen en forma satisfactoria los movimientos ni el destino de los distintos contaminantes en los acuíferos, y eso explica en parte lo insuficiente de las medidas encaminadas a prevenir la contaminación de las aguas freáticas o a alertar a tiempo sobre su deterioro o agotamiento.

3. La contaminación de las aguas freáticas plantea diversos riesgos para la salud, ya sea por la ingestión directa del agua o por la incorporación de los contaminantes a los alimentos por otras vías. Muchos de los productos químicos utilizados por el hombre para diversos fines entran en el medio ambiente y llegan directa o indirectamente a los seres humanos. La comida, es, por supuesto, una de las vías más corrientes por las que los productos químicos llegan al hombre, produciendo a veces efectos graves, como han demostrado diversos casos de envenenamiento agudo que se han registrado.

No obstante, no se sabe lo suficiente sobre los riesgos que plantea para el hombre la acumulación en las cadenas alimentarias humanas de productos químicos tóxicos en concentraciones más bajas.

4. La protección del hombre y su medio ambiente frente a éstos y otros peligros tiene un costo, que aumenta en forma muy pronunciada con el nivel de protección. Hasta hace poco, los desechos podían emitirse o vertirse libremente en el aire y en el agua, que no pertenecían a nadie, y las tierras, una vez adquiridas, podían explotarse sin limitaciones. Tales prácticas, sin embargo, ya no son aceptables en la mayoría de los países. Han empezado a internalizarse los costos de la eliminación de desperdicios y la factura de la mitigación de la contaminación se añade ya al costo del producto. El máximo precio razonable que se puede pagar por proteger el medio ambiente sólo puede determinarse recurriendo a juicios de valor basados en la comparación entre los costos ocasionados por los daños y los costos de las actividades de control. Casi todo el mundo está de acuerdo en que ha de haber un límite de costos por encima del cual los gastos de control o de limpieza dejan de ser razonables. Sin embargo, no todos los daños causados al medio ambiente pueden estimarse en términos monetarios; muchos de los efectos en el hombre y su medio ambiente no pueden cuantificarse. Ahí reside el dilema del análisis de "costo-beneficio" de la protección ambiental. Algunos países industrializados han decidido concentrar sus actividades industriales en determinados lugares de sus territorios a fin de aprovechar las economías de escala de las medidas de control de la contaminación. Otros países, por el contrario, consideran que es preferible la máxima dispersión geográfica de las actividades industriales a fin de garantizar que no se revase la capacidad natural de asimilación del medio ambiente. Por otra parte, se ha manifestado una tendencia a reubicar determinadas industrias en los países en desarrollo como consecuencia de consideraciones económicas o ambientales.

5. No es nuestra intención describir aquí en detalle tales cuestiones, sino presentar una breve reseña en que se destaquen los problemas planteados y los intentos de resolverlos. En el informe no se pretende dar ninguna solución definitiva ni recomendar planes de acción. Se trata más bien de estimular un debate del que puedan surgir soluciones.

BIBLIOGRAFIA

1. *El estado del medio ambiente, 1974* (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, 1974).
2. *El estado del medio ambiente, 1975* (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, 1975).
3. *El estado del medio ambiente, 1976* (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, 1976).
4. *El estado del medio ambiente: temas seleccionados, 1977* (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, 1977).
5. *El estado del medio ambiente: temas seleccionados, 1978* (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, 1978).
6. *El estado del medio ambiente: temas seleccionados, 1979* (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, 1979).
7. *El estado del medio ambiente: temas seleccionados, 1980* (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, 1980).

II. UTILIZACION Y ORDENACION DE RECURSOS RENOVABLES: AGUAS FREATICAS

6. La Tierra, a diferencia de otros planetas, cuenta con agua abundante. Esta abundancia no sólo ha desempeñado un papel fundamental en el surgimiento de la vida, sino que ha constituido también un factor de estabilidad durante la evolución posterior del planeta.

7. El agua dulce discurre por ríos, se detiene en lagos y pantanos, llena pequeños poros del terreno y puede quedar inmovilizada en formaciones acuíferas de aguas freáticas durante largos períodos — desde unos meses en acuíferos de poca profundidad hasta milenios en otros más profundos. Tales depósitos acaban desbordándose en zonas bajas— marismas y canales. Ese desbordamiento del agua por canales indica que las aguas de superficie y las aguas freáticas de cada región constituyen un sistema único. Otra relación reside en la reposición de aguas freáticas por escapes de los ríos en ciertas situaciones geológicas, especialmente al pie de las montañas de los desiertos.

8. Las aguas freáticas son muy apreciadas por determinadas propiedades que no suelen poseer las aguas de superficie. No sufren pérdidas por evaporación cuando quedan almacenadas durante una estación o un año secos; están libres de barro y de sedimentos; son biológicamente limpias (cuando no las contaminan las actividades humanas); y por lo general las puede explotar cualquier administrador de tierras situadas sobre un acuífero sin tener que incurrir en costos de transporte desde la fuente.

9. Los acuíferos subterráneos (formaciones que contienen agua) tienen con frecuencia una extensión transnacional, por lo que sus recursos son compartidos por países vecinos. El inventario, el aprovechamiento y la gestión racional de tales recursos compartidos han de llevarse a cabo en el marco de la cooperación regional y de conformidad con principios convenidos de gestión de recursos compartidos.

A. Hechos y cifras

10. Se han realizado varias estimaciones del volumen total de las aguas de la Tierra y de su distribución entre los océanos, los casquetes de hielo, los arroyos, ríos y lagos de la superficie y los acuíferos subterráneos (1, 2). Se suele afirmar que alrededor del 97% del agua del planeta se encuentra en los océanos y el 3% en la tierra. El 77% de ese 3% está almacenado en los casquetes de hielo y los glaciares, el 22% corresponde a las aguas freáticas y la minúscula proporción restante forma los lagos, ríos y arroyos. Una proporción sustancial de la reserva de aguas freáticas, que representa la

acumulación de siglos de goteo por los poros del terreno, se encuentra a más de 800 metros de profundidad, por lo que el hombre no está en condiciones de aprovecharla. El volumen de las aguas freáticas accesibles se estima en la actualidad en alrededor de 0,3 millones de km².

11. Las aguas freáticas se utilizan extensamente en algunas partes del mundo, lo que ha dado lugar a la explotación excesiva de algunos acuíferos. La explotación excesiva de las aguas freáticas trastorna el estado de equilibrio del depósito y tiene como resultados, por ejemplo, el descenso del nivel hidrostático, la disminución de la presión en los acuíferos y cambios en la velocidad y la dirección de la corriente de agua, fenómenos que pueden trastornar el ciclo hidrológico de la región, produciendo efectos ambientales negativos. Un efecto importante es el hundimiento de tierras; la tasa de hundimiento varía aproximadamente de 1 a 50 centímetros por cada 10 metros de descenso del nivel de las aguas subterráneas, según el espesor y la compresibilidad de las formaciones acuíferas (3). La desertificación podría intensificarse por el deterioro de las plantaciones como consecuencia de la reducción de la humedad o del agua que llega hasta las raíces de las plantas desde el nivel hidrostático. En las zonas costeras, la explotación de agua salada del mar, con efectos negativos considerables en los suelos y las plantas (4).

12. En su paso a través de los suelos y de las rocas, las aguas freáticas lixivian sales solubles, por lo que suelen quedar mineralizadas, a veces en un grado muy considerable (5, 6). La vulnerabilidad de las aguas freáticas a la contaminación depende de la posición hidrogeológica del acuífero, el carácter del contaminante y la eficacia de las medidas de control (7).

13. De todas las actividades del hombre que influyen en la calidad de las aguas freáticas, la agricultura es probablemente la más importante como fuente difusa de contaminación a través de fertilizantes, pesticidas y desechos animales (8, 9). De los principales nutrientes contenidos en los fertilizantes compuestos por nitrógeno, fósforo y potasio, el nitrógeno, en forma de nitratos, es la causa más corriente de degradación de aguas freáticas situadas cerca de tierras agrícolas. Las concentraciones de nitrógeno en forma de nitratos que contiene el agua que se filtra hasta los acuíferos subterráneos depende de la tasa de aplicación y de las cantidades del fertilizante, del tipo de fertilizante, de la velocidad de absorción por las plantas y de la cantidad de nitrógeno orgánico e inorgánico que contiene ya el suelo, así como de factores físicos tales como la permeabilidad y la humedad del suelo y la cantidad de agua utilizada en el riego (9). El agua deja de ser potable para los niños cuando las concentraciones de nitratos exceden los 45 mg/l, nivel que puede alcanzarse a veces en acuíferos de poca profundidad de zonas agrícolas.

14. A pesar de su baja solubilidad, los plaguicidas que contienen compuestos orgánicos del cloro son tóxicos, y es peligroso ingerir aguas freáticas que los contengan, siquiera en la proporción de unas pocas partes

por mil millones. No obstante, la mayor parte de los plaguicidas compuestos de cloro orgánico son absorbidos rápidamente por el suelo, lo que reduce la amenaza para la calidad de las aguas freáticas (9).

15. Los compuestos orgánicos de nitrógeno contenidos en los abonos animales se convierten, por procesos bioquímicos, en nitratos, y en muchas zonas agrícolas ello ha conducido también a la degradación de las aguas freáticas locales por filtraciones desde los estercoleros de granjas, las charcas de lechada, los corrales donde se ceban los animales u otras unidades de ganadería intensiva. No obstante, tales lugares no suelen constituir una fuente importante de contaminación a menos que se encuentren situados directamente sobre acuíferos.

16. Los procesos naturales de lixiviación por medio de los cuales las aguas freáticas llegan a contener generalmente más sales disueltas que las aguas dulces de la superficie, puede acentuarse en las zonas de regadío, en las que pueden concentrarse sales solubles en las capas superiores del suelo y alrededor de las raíces de las plantas. Esa degradación de la calidad de las aguas subterráneas se ha convertido en un problema grave en muchas zonas del mundo (9, 10). No obstante, no es una consecuencia inevitable de la extensión del regadío, y puede mitigarse mediante sistemas adecuados de gestión de los recursos hídricos, especialmente la reducción de las pérdidas por filtración del agua de los canales de regadío y métodos más racionales de utilización del agua en las explotaciones agrícolas (horarios de riego, control de las cantidades de agua y diseño adecuado de los sistemas de regadío y de drenaje).

17. Los desechos industriales comprenden una gran variedad de materiales procedentes de todo tipo de industrias y contienen muchos productos químicos orgánicos e inorgánicos que constituyen contaminantes potenciales. Los desechos industriales llegan a las aguas freáticas a través de embalses o lagunas, derrames, roturas de conductos y vertederos. Las lagunas y embalses industriales son las fuentes más corrientes de contaminación. La *Environmental Protection Agency* de los Estados Unidos de América ha identificado alrededor de 181.000 de tales lagunas y vertederos industriales y municipales en los Estados Unidos (11).

18. Las fosas sépticas y sumideros transmiten directamente al terreno efluentes cloacales filtrados y son las fuentes de contaminación de las aguas freáticas que con más frecuencia aparecen en las informaciones, especialmente en las zonas rurales, de recreo y suburbanas (8). En la actualidad, sin embargo, un porcentaje creciente de las aguas cloacales de los municipios pasa por instalaciones primarias y secundarias de depuración. En muchas zonas se esparce sobre las tierras agrícolas el material residual conocido como fango cloacal que contiene gran número de contaminantes potenciales. En algunas regiones se rocía la superficie de la tierra con aguas cloacales que no han sido depuradas o lo han sido sólo parcialmente. Esa

aplicación de desechos cloacales líquidos o en forma de cieno a los suelos proporciona a éstos valiosos nutrientes como nitrógeno y fósforo, beneficiando a la agricultura. Sin embargo, esas aguas o cienos de desecho pueden contribuir a la contaminación de las aguas freáticas. El perfil de los suelos muestra una capacidad considerable de eliminar o destoxificar varios de los compuestos que se encuentran en las aguas de desecho, pero algunos de ellos pueden de todas formas llegar a afectar a la calidad de las aguas freáticas. El suelo puede también eliminar eficazmente las bacterias patógenas mediante filtración y procesos microbiológicos, pero todavía no se conocen las condiciones de supervivencia de los virus (9).

19. Los desperdicios sólidos (industriales o urbanos) se desechaban antes en vertederos abiertos, pero en la actualidad se suelen verter en sistemas diseñados conocidos como rellenos. Los desechos enterrados en rellenos y vertederos sanitarios son objeto de lixiviación por el agua que se filtra en el terreno, y el líquido resultante puede contener varios contaminantes inorgánicos y orgánicos. Si los rellenos están situados en estratos relativamente permeables, tales como la arenisca o la roca fracturada, ese líquido puede causar contaminación de las aguas freáticas en grandes zonas. Esos problemas sólo pueden evitarse mediante una cuidadosa evaluación de las características hidrogeológicas de los lugares antes de autorizar el vertimiento de desechos en ellos, o mediante la elaboración de nuevas técnicas de eliminación de desechos, como la incineración, que se está aplicando cada vez más en los países desarrollados para destruir las sustancias más tóxicas.

20. Las actividades de minas y canteras también generan grandes cantidades de desechos que pueden llegar a los acuíferos subterráneos y dar lugar a aguas de drenaje con frecuencia muy ácidas y contaminadas por metales tóxicos (como las sales de cobre y de zinc). El retorno incontrolado de tales aguas a los acuíferos subterráneos puede conducir a fenómenos más generales de contaminación.

21. El vertimiento de desechos y líquidos (desechos industriales tóxicos, salmueras de los campos petrolíferos, etc.) en pozos profundos puede causar una grave degradación de la calidad de las aguas freáticas. Se puede producir contaminación de los acuíferos freáticos por escape de desechos a través de las paredes de los pozos como resultado del espesor insuficiente de las paredes o por deterioro de éstas debido a la corrosión u otras causas. También se pueden producir escapes de desechos por no estar éstos contenidos por capas verdaderamente impermeables. Allí donde se permite la construcción de tales pozos, han de realizarse estudios geológicos y geotécnicos detallados para evitar la posible contaminación de las aguas freáticas (así como posibles riesgos sísmicos). Entre los factores importantes que hay que considerar cabe destacar los métodos de entubado de pozos, las tasas de vertimiento de desechos y las características de éstos.

22. Contenedores llenos de desechos radiactivos de intensidad baja y

media procedentes de instalaciones nucleares se han enterrado en trincheras de poca profundidad cubiertas de tierra. La historia del enterramiento de desechos de baja radiactividad en trincheras poco profundas en los Estados Unidos de América es poco satisfactoria, pues en algunos lugares se han producido escapes de componentes radiactivos que han penetrado en el medio ambiente (8). Si bien tales escapes, aunque lleguen hasta corrientes subterráneas, no representan por el momento un peligro para las reservas de agua potable, existen pruebas contundentes de que las consecuencias indeseables de estudios hidrogeológicos inadecuados de los lugares de eliminación de desechos pueden manifestarse muchos años o decenios después de que se empiece a utilizar el lugar. El problema que enfrentan ahora los hidrogeólogos es el de asegurar, mediante la utilización de metodologías adecuadas de búsqueda y evaluación de lugares, que los lugares escogidos para el enterramiento a poca profundidad de desechos de baja radiactividad o el enterramiento a mayor profundidad de desechos de período largo en forma verificada tengan suficiente capacidad de contención de radionúclidos y que se instalen y utilicen dispositivos adecuados de vigilancia bajo la superficie (8, 12, 13).

B. El problema

23. Las aguas subterráneas están siendo objeto tanto de explotación excesiva como de prácticas que conducen a un deterioro innecesario de su calidad. La explotación excesiva no sólo puede conducir al agotamiento de pozos, sino que puede tener también otros efectos ambientales negativos, como, por ejemplo, el hundimiento de tierras, la intrusión de agua salada si el acuífero está cerca de llanuras costeras, la desertificación, etc. Los modelos hidrológicos e hidrodinámicos constituyen la mejor ayuda para la planificación de la explotación racional de las aguas freáticas en una región (14), pero para que puedan proporcionar una orientación fiable es preciso realizar antes un inventario completo del contenido y la dinámica de los acuíferos.

24. La aguas freáticas están mineralizadas por procesos naturales, y su composición puede imponer limitaciones a su uso. Es muy importante saber si su composición está empeorando. Sin embargo, debido al carácter heterogéneo de los sistemas de aguas freáticas, la escasa movilidad de las aguas que contienen y la lentitud todavía mayor con que se dispersa el flujo de contaminantes, puede resultar muy difícil detectar una zona de aguas freáticas degradadas. La *Environment Protection Agency* de los Estados Unidos ha informado de que en casi todos los casos conocidos, la contaminación de acuíferos no se ha descubierto hasta que ha afectado a algún pozo de suministro de agua (8). Cuando la contaminación subterránea se ha identificado en forma concluyente, es con frecuencia demasiado tarde para aplicar medidas paliativas que resultarían muy beneficiosas.

25. La vigilancia de las aguas freáticas se descuida con frecuencia porque no se reconoce su importancia. La compleja situación jurídica e

institucional de las aguas freáticas dificulta ulteriormente la gestión adecuada de tales recursos. Resulta todavía más difícil integrar los recursos de aguas subterráneas con los de aguas de superficie, a pesar de las ventajas de la gestión conjunta de dos recursos de características tan complementarias. Mientras que para lograr una calidad aceptable de las aguas de superficie lo fundamental es reducir las emisiones conocidas de contaminantes que llegan hasta tales sistemas, los problemas que encuentran los científicos e ingenieros que trabajan en la protección de los recursos de aguas freáticas consisten en identificar las zonas y los mecanismos por los que los contaminantes pueden entrar en las corrientes de las aguas freáticas y predecir con cierta precisión la forma en que tales corrientes transportarán los contaminantes. Todo ello es necesario para reducir al mínimo los efectos de las actividades industriales, agrícolas o municipales en curso o propuestas en la calidad de las aguas freáticas.

26. La gestión de las aguas freáticas debe concebirse como parte integral del plan general de aprovechamiento de los recursos hídricos de un país o, en el caso de acuíferos más extensos, de varios países. Ha de concentrarse en la explotación racional del recurso y en la protección de las aguas freáticas frente a la contaminación. Por consiguiente, para mejorar el control de la contaminación puede ser necesario adoptar una serie de medidas educativas, institucionales, jurídicas y económicas, así como imponer normas sobre los efluentes y sus modalidades de eliminación. La vigilancia de las aguas freáticas para poder alertar a tiempo sobre el agotamiento del recurso o su contaminación constituye un componente importante de la gestión racional.

C. Principales medidas adoptadas o planeadas

27. Durante los últimos 15 años, en el marco del programa de las Naciones Unidas para la exploración y el aprovechamiento de las aguas subterráneas, se han lanzado alrededor de 100 proyectos que han aportado beneficios socioeconómicos sustanciales a 57 países en desarrollo. El programa ha contribuido a la mejora de la producción agrícola mediante la utilización de aguas freáticas para reforzar los sistemas de regadío y a la mitigación de la escasez de agua en las zonas urbanas e industriales mediante la construcción de pozos de suministro.

28. En el marco de la mayor parte de los proyectos de las Naciones Unidas se han realizado evaluaciones de los recursos freáticos. Se han levantado en más de 25 países mapas de los acuíferos subterráneos, que abarcan zonas de extensión comprendida entre 5.000 km² y más de 100.000 km². Se han concedido alrededor de 150 becas de capacitación en el extranjero a personal técnico y profesional relacionado con proyectos de aguas freáticas de las Naciones Unidas (15). En cumplimiento de las recomendaciones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, se está prestando la debida consideración a las aguas freáticas en las directrices que están elaborando las Naciones Unidas para una política comprensiva de los recursos hídricos.

29. Dentro del sistema de las Naciones Unidas, la FAO, la UNESCO, la OMS y el Banco Mundial han participado también en actividades relacionadas con los recursos de aguas freáticas. La FAO ha ejecutado en los últimos 20 años más de 100 proyectos de aprovechamiento de las aguas freáticas en más de 40 países en desarrollo. La UNESCO ha participado en intercambios científicos y educativos en materia de geología e hidrología de las aguas freáticas. La OMS se ha dedicado a la protección de las reservas rurales y urbanas de agua contra vectores de enfermedades. El Banco Mundial ha financiado proyectos de aprovechamiento en gran escala de las aguas freáticas para el riego o el suministro de agua para la ganadería (15, 16). Las actividades del PNUMA relacionadas con las aguas freáticas, que se realizan en cooperación con otros organismos, están encaminadas a la ejecución del Plan de Acción para combatir la desertificación, del que constituyeron un elemento importante las prospecciones y los estudios regionales sobre los acuíferos y el aprovechamiento de las aguas subterráneas. Algunas organizaciones regionales realizan también diversas actividades relacionadas con la conservación de las aguas freáticas y su protección contra la contaminación.

D. Observaciones finales

30. Las aguas freáticas son objeto de frecuentes malentendidos y, por su ubicación, confirman el dicho: "ojos que no ven corazón que no siente". No se han comprendido en general su importancia en el conjunto de los recursos hídricos ni su vulnerabilidad. Siguen aumentando los problemas relacionados con la calidad de las aguas freáticas. Las prácticas de uso de la tierra que contaminan gravemente la superficie de ésta pueden causar en los próximos años una grave contaminación de las reservas de aguas subterráneas, y lo mismo cabe decir de los vertimientos y emisiones accidentales. La creciente introducción en el suelo de fertilizantes, insecticidas y herbicidas, así como de los miles de sustancias sintéticas producidas cada año, tenderá a contaminar tan valioso recurso. Los programas de protección de las aguas freáticas de muchos países son insuficientes y seguirán siéndolo hasta que los que intervienen en la formulación de las leyes reconozcan la necesidad de promover una comprensión y una gestión adecuadas de ese recurso.

31. Los recursos de aguas de superficie y de aguas freáticas no tienen una existencia separada, sino que han de concebirse como un conjunto único de recursos hídricos. Al planificar el aprovechamiento de las cuencas de ríos, debe estudiarse la posibilidad de utilizar los recursos de aguas freáticas como una de las formas alternativas de hacer frente a la demanda de agua, especialmente en grandes cuencas sedimentarias. La utilización combinada de aguas de superficie y freáticas constituye en la mayoría de los casos la solución más económica y la técnicamente óptima. Por consiguiente, se han realizado tentativas para conseguir la combinación óptima de las dos fuentes de agua en los sistemas de ordenación de los recursos hídricos regionales.

32. Una vez contaminados o agotados, los recursos de aguas freáticas

pueden quedar degradados en forma permanente, lo que hace todavía más importante prevenir tales pérdidas por medio de una estricta vigilancia de las nuevas prácticas en materia de eliminación de desperdicios, de los nuevos procedimientos para la aplicación de productos químicos a la superficie de la tierra y de otras actividades que puedan suponer un peligro para los acuíferos, e imponer controles adecuados. No se trata simplemente de un caso en que "prevenir es mejor que curar" sino que la prevención es la única opción posible.

BIBLIOGRAFIA

1. A Baumgartner y E. Reichel, *The World Water Balance*, Munich (1975); op. cit. *Water Development and Management*, Proceedings of the United Nations Water Conference, Part 1, p. 5, (Oxford, Pergamon Press 1978).
2. A. Van Dam, Water Management in the 1980s. *Water Supply and Management*, Vol. 1, (1978), pp. 349–353; Resources and Needs: Assessment of the World Water Situation, *Water Supply and Management*, Vol. 1 (1977), pp. 273–311.
3. H. Bouwer, Land Subsidence and Cracking due to Groundwater Depletion, *Ground Water*, Vol. 15, (1977), pp. 358–364.
4. G. Kovacs, Assessment of Groundwater Resources/Evaluation of Groundwater Resources as a Part of the Total Available Water Resources in a Given Region, *Proceedings of Symposium on Water Resources and Planning*. Mexico City, Vol. II, (1972); Human Interaction with Groundwater. *Ambio*, Vol. 6, No. 1, (1977), pp. 22–26.
5. E.E. El-Hinnawi, Geochemistry of Groundwaters from Burg El-Arab, Egypt; *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.* 140, No. 2 (1972), pp. 185–206.
6. E.E. El-Hinnawi y S.H. Atwa, Geochemistry of Groundwaters from some Localities West of Nile Delta, *Geologische Rundschau Band* 62, (1973), pp. 225–245.
7. D.E. Lindorff, Groundwater Pollution – A Status Report, *Ground Water*, Vol. 17, No. 1, (1979), pp. 9–17.
8. R.A. Freeze y J.A. Cherry, *Groundwater* (New Jersey: Prentice-Hall, 1979).
9. FAO, *Groundwater Pollution: technology, economics and management*, FAO Irrigation and Drainage Paper 51, (Rome. Food and Agriculture Organization, 1979).
10. E.B. Worthington, *Arid Land Irrigation in Developing Countries. Environmental Problems and Effects* (Proceedings of Cowar Symposium, Alexandria, 1976) (Oxford, Pergamon Press, 1980).
11. *Time Magazine*, New York, 22 September, (1980), p. 40.
12. UNEP, *The Environmental Impacts of Production and Use of Energy, Part II: Nuclear Energy* (Nairobi, United Nations Environment Programme, 1979).
13. E.E. El-Hinnawi, *Nuclear Energy and the Environment* (Oxford, Pergamon Press, 1980).
14. G. Kovacs, Practical Application of Hydrodynamic Models, *Hungarian Geological Institute, Budapest* (International Postgraduate Training Course on the Principles and Methods of Engineering Geology, 1979).
15. G.C. Taylor, The United Nations Groundwater Exploration and Development Programme – A Fifteen Year Perspective, *Natural Resources Forum*, Vol. 3, (1979), pp. 147–166.
16. *A Review of the United Nations Groundwater Exploration and Development Programme in the Developing Countries, 1962–1977*, (New York, United Nations (ST/ESA/90, 1979).

III. PRODUCTOS QUIMICOS TOXICOS Y CADENAS ALIMENTARIAS HUMANAS

33. El rápido crecimiento de las industrias metalúrgicas y químicas e industrias conexas durante el presente siglo ha tenido como consecuencia la producción y la utilización de miles de compuestos químicos, muchos de los cuales son potencialmente peligrosos para la salud humana. Se han descargado cantidades sustanciales de tales compuestos en el medio ambiente en forma de emisiones transportadas por el aire o de desechos líquidos o sólidos.* Por otra parte, diversos compuestos químicos, tales como los plaguicidas, se han aplicado deliberadamente a diversas partes del medio ambiente a fin de controlar la difusión de enfermedades transmitidas por vectores o aumentar la producción de alimentos para la creciente población mundial. No cabe duda de que muchos productos químicos han reportado al hombre beneficios netos; en otros casos, sin embargo, los daños ambientales causados han sido mayores que los beneficios conseguidos.

34. Tres son las principales formas de exposición del hombre a los productos químicos: por inhalación, por ingestión y por contacto con la piel. En lo que respecta a la población en general, la comida y el agua potables son las principales fuentes de exposición a la mayoría de los productos químicos tóxicos. Tales sustancias llegan a los alimentos humanos por muchas vías. Algunas los contaminan directamente en las fases de preparación o elaboración. Otras pasan del suelo a las plantas y de éstas, por conducto de los animales herbívoros, a la carne o la leche. En rigor, una cadena alimentaria es una secuencia de este último tipo, y el examen de las relaciones entre productos químicos y cadenas alimentarias humanas debería concentrarse en las circunstancias en que materiales potencialmente peligrosos llegan hasta el hombre por conducto de organismos intermedios. No obstante, en aras de un examen más comprensivo, en el presente capítulo se examinan también las consecuencias de la contaminación directa de los alimentos y del agua potable.

35. Muchos productos químicos desprendidos en el medio ambiente sufren cambios físicos y químicos que afectan a su toxicidad. Muchos de ellos se descomponen en productos relativamente inofensivos, otros se convierten en sustancias muy tóxicas que pueden suponer un peligro para la salud humana. Un ejemplo del segundo caso es la conversión de los compuestos inorgánicos de mercurio en metil-mercurio, mucho más tóxico, que se acumula en los peces en tales proporciones que ha producido casos de envenenamiento de personas por mercurio.

*El tema general de los productos químicos y el medio ambiente se examina en el informe sobre el estado del medio ambiente, 1978.

36. Los programas de vigilancia suministran información sobre las concentraciones de determinadas sustancias (especialmente isótopos radiactivos de período largo, plaguicidas de organoclorina persistentes, policloruros bifenil (PCB) y metales) en los tejidos humanos, algunos productos alimentarios y los animales y plantas silvestres. Estas insuficiencias derivan en parte de diferencias en las técnicas analíticas (y de la falta de métodos adecuados para medir determinados contaminantes) y en parte de problemas de muestreo estadístico. En consecuencia, las afirmaciones generales sobre la escala del problema de la contaminación de los alimentos han de contener necesariamente diversas imprecisiones. El programa de vigilancia de la contaminación de los alimentos del SIMUVIMA, en el que participan 21 países con el apoyo conjunto del PNUMA, la FAO y la OMS, está tratando de reducir tales imprecisiones por medio de la cooperación internacional.

37. Al mismo tiempo, a medida que se obtenían más pruebas de la contaminación de alimentos por productos químicos tóxicos, se ha ido tomando creciente conciencia de la insuficiencia de nuestros conocimientos sobre el peligro que muchos compuestos químicos suponen para la salud humana. Así, aunque las pruebas toxicológicas han proporcionado datos sobre los efectos a corto plazo de muchos productos químicos conocidos, escasea la información fiable sobre los peligros a largo plazo de la exposición a la mayoría de las sustancias. El público en general está comprensiblemente preocupado por el hecho de que los toxicólogos no pueden todavía aportar estimaciones fiables del riesgo de efectos carcinógenos, teratógenos y mutágenos por exposición prolongada a niveles bajos de muchos de los productos químicos presentes en los alimentos.

A. Hechos y cifras

38. Los productos químicos peligrosos presentes en los alimentos y en el agua comprenden una amplia gama de sustancias inorgánicas y orgánicas. Tales sustancias pueden proceder de muy diversas fuentes, de las que las más importantes son: contaminantes del aire depositados directamente en las partes aéreas de las plantas alimenticias; contaminantes extraídos del suelo o del agua de riego por las raíces de las plantas alimenticias; contaminantes tomados del medio ambiente acuático por peces y otros organismos acuáticos; residuos de sustancias bioactivas utilizadas en la ganadería y sus metabolitos; sustancias producidas por el crecimiento de bacterias o mohos en los alimentos; residuos de plaguicidas agrícolas y metabolitos y productos de la descomposición de los mismos; sustancias producidas durante la manufactura o la preparación de alimentos; sustancias desprendidas por los materiales en que se envasan los alimentos o por vajillas de cerámica o esmaltadas; contaminantes presentes en el agua utilizada para beber, es decir, los resultantes de la desinfección con cloro o del contacto con cañerías de plomo o de cobre; sustancias agregadas deliberadamente a la comida.

39. Aunque se conocen suficientemente los efectos más graves de algunas sustancias en la salud humana, existe mucha menos información sobre los efectos de la exposición prolongada a muchas sustancias, incluidas las presentes en los alimentos. Tales riesgos no pueden evaluarse sólo sobre la base de los resultados de experimentos con animales a los que se ha administrado exclusivamente la sustancia en estudio. Han de tenerse presentes factores tales como las interacciones (tanto químicas como biológicas) con otras sustancias presentes en la dieta humana, la situación nutricional, las enfermedades intercurrentes y la existencia de grupos especialmente vulnerables de la población.

40. La deposición directa en las hojas u otras partes aéreas de las plantas es una fuente importante de contaminación de los alimentos (1). Aunque las partículas depositadas constituyen en gran medida una forma de contaminación superficial, que puede eliminarse lavando cuidadosamente o desechando las hojas exteriores durante la preparación de los alimentos, algunas sustancias penetran los tejidos de la planta. Los residuos de los plaguicidas aplicados directamente a las partes aéreas de las plantas poco antes de la cosecha o después de ésta permanecerán en mayor o menor medida en los alimentos cuando éstos se consuman. La utilización de óxido de etileno para la fumigación de especias tiene como resultado la presencia de residuos de este mutágeno y de algunos de sus productos de reacción biológicamente activos en los productos fumigados. La ingestión de pan contaminado hecho con trigo y otros cereales tratados con fungicidas compuestos de alquil-mercurio ha dado lugar a diversas epidemias de envenenamientos en diversos países. La mayor de que se tiene noticia ocurrió en Iraq en 1971 — 1972 y condujo a la hospitalización de más de 6.000 pacientes, de los que murieron más de 500 (2).

41. Los productos químicos tóxicos presentes en el suelo pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas utilizadas como alimento por el hombre o los animales. Tales sustancias pueden entrar en el suelo por deposición en forma sólida o líquida, de contaminantes atmosféricos, a través de aguas de riego contaminadas o a través de plaguicidas, fertilizantes y fango cloacal aplicados deliberadamente a las tierras agrícolas, así como por la deposición de desechos industriales tóxicos. La minería y el tratamiento de minerales metalíferos pueden causar intensa contaminación local del suelo por cadmio, zinc y plomo. La epidemia de contaminación crónica por cadmio (enfermedad de "Itai-Itai") que se registró en el Japón en el decenio de 1940 fue causada por el consumo de arroz y otros alimentos gravemente contaminados por cadmio procedentes de aguas de riego que contenían efluentes de una mina de zinc (3). Existen pruebas de que en Suecia el nivel de cadmio presente en el trigo de otoño ha aumentado durante los últimos 50 años, debido probablemente a la contaminación del suelo por cadmio por deposición de sustancias transportadas por el aire o a través de fertilizantes compuestos de fosfatos (4).

42. Productos químicos tóxicos vertidos deliberadamente o por accidente en ríos, lagos y otras aguas o depositados allí directamente desde la atmósfera o por afluentes desde la tierra, pueden entrar en la cadena alimentaria humana por conducto de los peces y otros organismos acuáticos o de las plantas de que éstos se alimentan. Los organismos concentran o transforman en otros compuestos algunos de los productos químicos. Por ejemplo, el mercurio orgánico se convierte en metil-mercurio, que se acumula en los organismos acuáticos y que alcanza sus máximas concentraciones en peces carnívoros como el lucio, el atún y el tiburón (5). El cadmio y el plomo se concentran en partículas que pasan a moluscos comestibles como los mejillones y las ostras (6). La contaminación de ríos, lagos y aguas costeras por compuestos orgánicos del cloro, como el DDT, los PCB y el toxafeno, o por hidrocarburos y otras sustancias como resultado de derrames de petróleo, ha conducido a un pronunciado aumento de los niveles de tales compuestos en los peces y otros organismos acuáticos.

43. Las dos grandes epidemias de envenenamiento por metilato de mercurio que ocurrieron en el Japón, en la bahía de Minamata y en Niigata, fueron causadas por la emisión industrial de metil-mercurio y otros compuestos del mercurio en la bahía de Minamata y en el río Agano, y por la acumulación posterior del mercurio en peces comestibles (2). En los cadáveres de pescadores de Minamata se encontraron cantidades de metil-mercurio de 50 a 30.000 veces mayores que los niveles normales (7). Los fetos, por lo menos cuatro veces más sensibles al metil-mercurio, absorbieron el compuesto presente en el cuerpo de sus madres. Los corpúsculos de la sangre de algunos recién nacidos de Minamata contenían de un 20% a un 30% más de mercurio que los de sus madres. Una proporción insólitamente alta de niños nacieron con raras deformidades que habitualmente aparecen en menos del 1% de los recién nacidos (7).

44. Los peces pueden también acumular PCB. Los PCB pueden transmitirse a la leche y los huevos por la inclusión de harina de pescado contaminada por PCB en el pienso de las vacas y de las aves de corral. El nivel de PCB en el pescado utilizado como alimento suele ser inferior a 0,1 mg/kg, pero en peces de aguas contaminadas se han detectado niveles superiores a 1 mg/kg (8). Entre los efectos tóxicos que pueden producir los PCB cabe destacar la hipersecreción de los ojos, la pigmentación y las erupciones de la piel y los trastornos del sistema respiratorio. También se ha descubierto que los PCB pueden producir cáncer de hígado en ratas y ratones, pero no se conocen exactamente los riesgos carcinógenos que supone para las personas la exposición a las cantidades que se ingieren normalmente.

45. Las toxinas producidas durante el crecimiento de determinadas bacterias en los productos alimenticios se encuentran entre las sustancias más tóxicas que se conocen, y es difícil evitar alguna forma de contaminación de

los alimentos por estos organismos. No obstante, el tratamiento por calor y la adición de preservativos tales como sal y nitritos pueden eliminar o reducir los peligros planteados por algunas toxinas. Las micotoxinas producidas por el crecimiento de determinados mohos en los alimentos son también una fuente potencial de contaminación de los alimentos destinados a las personas y a los animales. La medida en que se produce la contaminación varía ampliamente, según las condiciones en que se cultivan, cosechan y almacenan las plantas susceptibles. Los más expuestos a la contaminación son los cultivos de zonas de gran humedad y alta temperatura, es decir, las regiones tropicales y subtropicales, pues tales condiciones son favorables para la formación de toxinas. Los hongos productores de toxinas pueden infectar las plantas como consecuencia de daños causados por insectos u otros factores, y las toxinas pueden producirse antes de la cosecha, en el transcurso de ésta o durante el transporte y el almacenamiento (9).

46. Se han detectado toxinas (aflatoxinas) en cacahuetes, maíz y nueces arbóreas que constituyen una parte importante de la dieta de la población de algunos países, y en otros alimentos. Las aflatoxinas producen lesiones hepáticas en numerosas especies de animales, y se han detectado brotes de aflatoxicosis en animales criados en partes del mundo. Los datos epidemiológicos de Kenya, Mozambique, Swazilandia y Tailandia muestran una correlación positiva entre el insumo diario de aflatoxinas en la dieta y la alta tasa de incidencia de cáncer primario de hígado (10). En 1974 más de 150 poblados del noroeste de la India sufrieron un brote de ictericia epidémica con alta tasa de mortalidad que produjo un balance de 97 muertos y 994 individuos afectados. La causa fue el consumo de maíz almacenado en condiciones inadecuadas; los individuos afectados estuvieron probablemente expuestos a cantidades considerables de aflatoxinas durante varias semanas (9).

47. En medicina veterinaria y ganadería se utilizan ampliamente antibióticos, hormonas y otras medicinas para tratar o prevenir enfermedades infecciosas y de otro tipo y como agentes promotores del crecimiento (11, 12). Pueden encontrarse residuos de estas sustancias en alimentos de origen animal, por ejemplo la carne, la leche y los huevos. Aunque los niveles de residuos suelen ser muy bajos, y probablemente plantean pocos riesgos para la salud humana, existe preocupación por el riesgo de que se desarrollen núcleos de bacterias resistentes a las sustancias antimicrobicas y patógenas para el hombre o los animales domésticos.

48. Los preservativos y los antioxidantes son potencialmente beneficiosos para la salud humana porque evitan que se estropeen los alimentos como consecuencia de crecimiento de microorganismos y de la oxidación, respectivamente. Entre las sustancias que se agregan deliberadamente a los alimentos las más corrientes se han sometido a ensayos

la población (13). Las bacterias pueden reducir los nitratos a nitritos en los alimentos y en la cavidad oral, el sistema gastrointestinal y la vejiga (14). Los nitritos reaccionan con las aminas en el estómago y forman compuestos N-nitrosos. Estudios realizados en animales han demostrado que gran número de tales compuestos (por ejemplo, las nitrosaminas) son carcinógenos, y es muy probable que algunas nitrosaminas lo sean también para el hombre (15).

49. Durante su elaboración comercial y su preparación doméstica, los alimentos pueden quedar contaminados por diversos productos químicos tóxicos. El pescado y la carne frescos no contienen cantidades detectables de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) carcinógenos, pero pueden encontrarse pequeñas cantidades de tales sustancias en los alimentos ahumados y asados (16). Además de HAP, los alimentos ahumados contienen una amplia variedad de fenoles y otros compuestos orgánicos derivados del humo (17). Se ha demostrado que si se calientan proteínas o ciertos aminoácidos se forman compuestos que son mutágenos en ensayos con bacterias y, por consiguiente, potencialmente carcinógenos (18).

50. Los alimentos-enlatados pueden quedar contaminados por estaño desprendido por las paredes de las latas o por el plomo de la soldadura de los bordes (el primer problema se está resolviendo mediante la utilización de latas con forro interior de plástico y el segundo mediante la eliminación de la soldadura, por ejemplo, cerrando la lata por compresión. Los niveles de plomo en los alimentos enlatados son con frecuencia de cinco a 20 veces superiores a los que se encuentran en alimentos similares frescos o en alimentos empacados en otro tipo de contenedores (19).

B. El problema

51. Con el aumento de la producción y la utilización de compuestos químicos, el hombre ha quedado cada vez más expuesto a los efectos deletéreos de algunos de éstos. Todavía se necesitan considerables investigaciones para elucidar las diferentes vías y destinos de los productos químicos tóxicos en el medio ambiente, los caminos que siguen los productos químicos en las cadenas alimentarias y los peligros para la salud que plantean tales sustancias. En el caso de muchos productos químicos, todavía no se sabe cuál es el riesgo que supone para los seres humanos la exposición a concentraciones muy bajas durante toda una vida. Persisten problemas importantes en los países en desarrollo, en los que las pérdidas después de las cosechas constituyen un grave desperdicio de recursos escasos. La prevención de tales pérdidas puede hacer necesario utilizar productos químicos que se introducen en la cadena alimentaria, creando un nuevo problema potencial. Esta es otra esfera en la que el cuidadoso estudio de las nuevas técnicas antes de adoptarlas puede ahorrar muchos gastos.

52. A pesar de los adelantos realizados en las técnicas analíticas, faltan métodos analíticos sensibles para determinados productos químicos, por ejemplo, los compuestos N-nitrosos no volátiles presentes en los alimentos. Es

también urgente mejorar las técnicas de muestreo y el control analítico de calidad en laboratorio en la esfera del análisis de alimentos. También se precisan sistemas nacionales bien organizados de control de alimentos para asegurar que la población no quede expuesta a alimentos que contengan niveles inaceptablemente altos de contaminantes químicos o biológicos. Además, es preciso identificar las fuentes de contaminación para eliminarlas o controlarlas. Finalmente, se necesita mejorar considerablemente la cooperación internacional para llegar a un nuevo acuerdo que limite la descarga de productos químicos tóxicos en los ríos y la contaminación atmosférica por productos químicos que puedan afectar a la producción de alimentos o aumentar los niveles de sustancias tóxicas en los alimentos.

C. Principales medidas adoptadas o planeadas

53. En la mayoría de los países miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) se han adoptado medidas para limitar o prohibir la producción y la utilización de determinados productos químicos persistentes tales como el DDT, la aldrina, la dieldrina, los PCB y los aquil-mercurios. La utilización de PCB en los países de la OECD, por ejemplo, ha disminuido en un 90% entre 1973 y 1978 como consecuencia de tales medidas (20). El programa especial para el control de los productos químicos, que se ha iniciado recientemente y en el que participan 13 países y la Comunidad Económica Europea, es otra medida que contribuirá a hacer más efectiva la intervención práctica y a conseguir una armonización de políticas.

54. La OMS y la FAO crearon en 1962 la Comisión del *Codex Alimentarius* con el objetivo fundamental de proteger a los consumidores de los peligros para la salud relacionados con los alimentos. El PNUMA apoyó la labor de la Comisión. En el marco del programa conjunto FAO/PNUMA de vigilancia de la contaminación de los alimentos para animales, 20 institutos de diferentes países están realizando estudios sobre vigilancia de los contaminantes en la comida de los animales. El Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (SIMUVIMA) del PNUMA, en cooperación con la FAO y la OMS; elaboró en 1979 directrices para establecer o fortalecer los programas nacionales de vigilancia de la contaminación de alimentos. Entre las demás actividades cabe destacar el proyecto FAO/PNUMA/OMS sobre las micotoxinas, en virtud del cual se otorgaron becas para la capacitación en relación con los problemas causados por las micotoxinas y se organizaron dos seminarios de capacitación (21, 22).

55. Aunque muchos órganos normativos han introducido límites nacionales o regionales para los residuos, los residuos de plaguicidas en los alimentos siguen despertando preocupación internacional. Las reuniones conjuntas del equipo de expertos de la FAO sobre residuos de plaguicidas en los alimentos y el medio ambiente y el grupo de expertos de la OMS sobre residuos de plaguicidas han conseguido notables progresos en la realización de evaluaciones toxicológicas que son utilizadas a su vez por el Comité del

Codex sobre residuos de plaguicidas como base para recomendar normas a escala mundial. En muchos países se realizan estudios sobre los residuos de plaguicidas en los alimentos y en los regímenes alimentarios de la población (23).

56. En el marco de su programa de mares regionales, el PNUMA está cooperando con la FAO y otras instituciones en la vigilancia del mercurio, el cadmio, el DDT, los PCB y otros hidrocarburos clorados que se encuentran en los organismos marinos del Mar Mediterráneo y de los mares del Asia oriental (24, 25). También forma parte del programa la investigación sobre los efectos de éstos y otros contaminantes en los organismos y ecosistemas marinos.

57. El Programa de Criterios de Salud Ambiental, emprendido por la OMS con el apoyo del PNUMA, ha producido diversos "Documentos de criterios" en los que se proporciona información sobre la relación entre la exposición a determinados contaminantes y los efectos en la salud humana. El Registro Internacional de Productos Químicos Potencialmente Tóxicos (RIPQPT), establecido por el PNUMA en 1976, proporciona información sobre las sustancias tóxicas y sus características. La OMS elaboró recientemente planes para un programa internacional de seguridad frente a los productos químicos para evaluar los efectos de los productos químicos en la salud, y para establecer directrices sobre los límites de exposición. La OIT y el PNUMA están cooperando en este programa.

D. Observaciones finales

58. Además de controlar la emisión de efluentes, se pueden adoptar muchas otras medidas para reducir los niveles de productos químicos tóxicos en los alimentos. Cabe citar, como ejemplos, el control de la producción, la utilización y el desecho de los plaguicidas, la sustitución de los plaguicidas persistentes que se utilizan en la actualidad por otros menos dañinos para el medio ambiente y menos propensos a acumularse en las cadenas alimentarias, la reducción de la utilización de plaguicidas químicos por medio del aumento gradual de la utilización de métodos de control de las plagas que no perjudiquen al medio ambiente ni al hábitat; el control más estricto de la utilización de medicinas en la ganadería y la aplicación rigurosa de las normas relativas a los períodos de observación anteriores a la matanza, el suministro de información a los agricultores sobre las técnicas para la mejora de la cosecha, el secado y el almacenaje de los alimentos a fin de prevenir la contaminación de éstos por toxinas y sobre los métodos para sacar el máximo partido a la utilización de fertilizantes nitrogenosos a fin de reducir la contaminación del agua potable por nitratos; desarrollo de tecnologías adecuadas para el enlatado y el empaquetado a fin de evitar la contaminación de alimentos y la mejora de las tecnologías de elaboración de alimentos a fin de reducir la utilización de aditivos de dudosa utilidad para el consumidor. Además de estas medidas, existe una urgente necesidad de investigación para comprender los mecanismos de la migración, la trans-

formación y la concentración de los contaminantes en las cadenas alimentarias. También hay que investigar los efectos de esos contaminantes en la salud humana, elaborar sistemas de vigilancia y mejorar los métodos de control.

BIBLIOGRAFIA

1. H. Lorenz, "Binding forms of toxic heavy metals, mechanisms of entrance of heavy metals into the food chain, and possible measures to reduce levels in foodstuffs" *Ecotoxicology and environmental safety*, Vol. 3 (1979), pp. 47—58.
2. *Environmental Health Criteria. I. Mercury* (Geneva, World Health Organization, 1976).
3. *Environmental Health Criteria for Cadmium: Interim Report*. (Geneva, World Health Organization, 1979).
4. T. Kjellstrom, B. Lind, L. Linnman y C-G Elinder, "Variations of Cadmium Concentration in Swedish Wheat and Barley", *Arch. Environ. Health*, Vol. 30 (1975), pp. 321—328.
5. SCOPE. Methyl Mercury: Critical Groups and Sources of Intake. Appendix D in *Environmental Issues, SCOPE Report 10*, M.W. Holdgate and G.F. White, ed., (London, John Wiley & Sons, 1977).
6. *Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Working Party on the Monitoring of Foodstuffs for Heavy Metals, Fourth Report: Survey of Cadmium in Food*, (London, Her Majesty's Stationery Office, 1973).
7. P.A. D'iri y F.M. D'iri, *Mercury Contamination; A Human Tragedy* (New York, John Wiley and Sons, 1977).
8. *Environmental Health Criteria 2. Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls* (Geneva, World Health Organization, 1976).
9. *Environmental Health Criteria II. Mycotoxins* (Geneva, World Health Organization, 1979).
10. C.A. Linsell y F.G. Peers, "Aflatoxin and Liver Cell cancer", *Trans. Royal Soc. Trop. Med. and Hyg.* Vol. 71 (1977), pp. 471—473.
11. *The Effects on Human Health of Subtherapeutic Use of Antimicrobials in Animal Feeds* (Washington D.C., National Academy of Sciences, 1980).
12. *Anabolic Agents in Animal Production: FAO/WHO Symposium Rome, March 1975* (Thieme, Stuttgart, 1976).
13. G. Michaelson y L. Juhlin, "Urticaria Induced by Preservatives and Dye Additives in Food and Drugs" *Brü. J. Dermatol.*, Vol. 88 (1973), pp. 525—532.
14. S.R. Tannenbaum, D. Fett, V.R. Young, P.D. Land y W.R. Bruce, "Nitrite and Nitrate are Formed by Endogenous Synthesis in the Human Intestine" *Science*, Vol. 200 (1978) pp. 1478—1489.
15. C.E. Searle, "Chemical Carcinogens", Amer. Chem. Soc. Monograph 173, Washington, D.C. 1976.
16. M-T Lo y E. Sandi "Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (polynuclears) in Food" *Residue Reviews*, Vol. 69 (1978), pp. 35—86.
17. J. Gilbert y M. Knowles. "The Chemistry of smoked foods: a review", *J. Fd. Technol.*, Vol. 10 (1975), pp. 245—261.
18. M. Nagao, M. Honda, Y. Seino, T. Yahagi, T. Kawachi y T. Sugimura. "Mutagenicities of Protein Phytolysates", *Cancer Letters*, Vol. 2 (1977), pp. 335—340.
19. Slorach. "Tin Cans - Source of Tin and Lead in Foodstuffs", *Varfoda*, Vol. 31 (1979), pp. 173—191.
20. L. Jorhem y S.A. Slorach. "Tin Cans—Source of Tin and Lead in Foodstuffs", *Varfoda*, Vol. 31 (1979), pp. 173—191.
21. OECD: *The State of the Environment in OECD Member Countries* (Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 1979).
22. FAO/WHO, *Codex Alimentarius Commission* (Rome, Food and Agriculture Organization, ALINORM 79/8, 1979).

22. FAO/WHO/UNEP, *Control of Environmental Contaminants in Food: Mycotoxins* (Rome, Food and Agriculture Organization, W/L5728 1978).
23. J.A. Raymond Bates, The Evaluation of Pesticide Residue in Food: Procedures and Problems in Setting Maximum Residues Limits. *J. Sc. Food Agric.*, Vol. 30 (1979), pp. 401 -416.
24. FAO, Joint FAO (GFCM)/UNEP Co-ordinate Project on Pollution in the Mediterranean. *Cirs. gen. Fish, Mediterr.*, 7, (Rome, FAO; May, 1978).
25. FAO/UNEP, *Proposal for Monitoring Studies on the Contamination of the East Asia Seas by Trace Metals and Organochlorines* (Manila, South China Sea Fisheries Development and Co-

IV. ECONOMIA AMBIENTAL

59. La producción es la base de la existencia y del desarrollo de la sociedad humana. Las necesidades humanas están creciendo constantemente, y para satisfacerlas el hombre establece relaciones recíprocas con el medio ambiente natural e influye en éste de diversas maneras, tanto positivas como negativas. Al mismo tiempo, los recursos naturales del medio ambiente, el agua, el suelo, las plantas y los animales constituyen el capital natural del que depende el hombre para satisfacer sus necesidades.

60. Hasta hace poco, la tierra y los recursos naturales se podían explotar sin limitaciones y los desechos podían descargarse libremente en el aire y el agua, que no pertenecían a nadie. Los recursos naturales se consideraban inagotables, pues muchos de ellos se pueden autoregenerar. Sin embargo, recientemente se ha empezado a comprender que el proceso de autoregeneración es bastante lento y complicado; si se explotan en forma excesiva a determinados recursos naturales, sus reservas se mermarán rápidamente y el resultado final será la destrucción completa del recurso. También se ha comprendido que el aire y el agua tienen una capacidad limitada de asimilación y de transporte de determinadas sustancias y que han de establecerse medidas de control de la contaminación para salvaguardar el medio ambiente y la calidad de la vida humana.

61. Para conseguir un desarrollo sostenible, es, pues, importante evaluar los costos y los beneficios de todo proceso de desarrollo. Tal evaluación, sin embargo, no es fácil. Es fácil identificar y evaluar cuantitativamente algunos de los efectos ambientales del desarrollo, pero no cabe decir lo mismo de otros. No obstante, un análisis económico de los efectos ambientales de los procesos alternativos de desarrollo, aunque haya de ser necesariamente parcial, es importante porque enseña que los recursos naturales no han de tratarse como bienes gratuitos. La gestión racional del medio ambiente debe basarse en la evitación del desecho de recursos y de la contaminación. Ese planteamiento es más adecuado y sin duda más eficiente que poner remedio a la degradación ambiental después de que se produzca.

A. Hechos y cifras

62. Los costos ambientales se derivan de los daños causados como consecuencia de la explotación de los recursos o de los esfuerzos realizados para poner remedio a los daños. Buena parte del debate sobre economía ambiental en los últimos años se ha centrado en el hecho de que los costos de los daños ambientales puedan recaer en personas diferentes de las que se benefician de las actividades causantes del daño, así como en los medios de asegurar que los costos de la prevención de los daños inaceptables recaigan en los beneficiarios de las actividades causantes del problema.

63. Los mejores datos disponibles sobre daños que podrían traducirse en términos monetarios son los relativos a derrames de petróleo en le mar, catástrofes industriales e inundaciones. Por ejemplo, los gastos de limpieza de los derrames de petróleo se han calculado en 1.000 dólares de los EE.UU. por barril de petróleo derramado (1). En 1974 se produjo una brecha de 8 metros en un enorme tanque de petróleo de la refinería de Mizushima, en el Mar Interior del Japón, y se derramaron alrededor de 50.000 barriles de petróleo en le mar. El costo total de los daños causados por el derrame y de las operaciones de limpieza ascendió a alrededor de 160 millones de dólares de los EE.UU. (2, 3). El accidente de la fábrica de productos químicos de Seveso (Italia) causó daños estimados en 150 millones de dólares de los EE.UU. Los costos de la rehabilitación de la central nuclear de Three Mile Island (después del accidente de 1979) se han calculado en más de mil millones de dólares.

64. Aun cuando no se producen accidentes, grandes cantidades de contaminantes entran en el medio ambiente como resultado de las actividades humanas. Varios estudios han tratado de calcular los costos económicos de los daños causados por tal contaminación, por ejemplo las pérdidas de producción debidas a enfermedades (o muertes), los costos de los servicios de atención sanitaria o las pérdidas para la agricultura y la productividad. Se ha calculado que el costo de los daños causados por la contaminación del aire en los Estados Unidos de América varía entre 2.000 millones Y 35.000 millones anuales (4). En general, el costo económico de los daños causados por la contaminación en los países desarrollados oscila entre el 3% y el 5% del producto nacional bruto; este costo ha seguido creciendo en valor absoluto (o en el mejor de los casos se ha estabilizado) durante el período comprendido entre 1970 y 1980. Los resultados de un estudio realizado en Francia sobre 24 contaminantes indican que el costo de la contaminación en 1978 ascendió a un porcentaje comprendido entre el 3,4% y el 4,2% del producto nacional bruto. Una cuarta parte de esos danos derivó de la contaminación del aire y otra cuarta parte del ruido (5). Se han registrado cifras similares en el Canadá, Italia y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte. Un estudio reciente realizado en la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas estima el costo de los gastos médicos y la disminución de la eficacia del trabajo como consecuencia de la contaminación del aire en el equivalente de 38 dólares de los EE.UU. per capita y el costo de los daños causados a los pastizales y las cosechas en el equivalente de 130—135 dólares de los EE.UU. por hectárea (6).

65. Los daños pueden derivarse también del proceso de desarrollo, por la destrucción de determinados tipos de recursos renovables, por ejemplo, la desaparición en gran escala de bosques tropicales, la degradación del suelo por la salinización, el cultivo imperfecto de tierras submarginales, etc. (7). La desertificación, y las enormes pérdidas económicas y humanas que son su secuela amenazan a alrededor de 30 millones de km² (19% de la superficie de tierras del planeta) poblados por alrededor de 80 millones de personas (8).

66. Hay que señalar que esta evaluación del costo de los daños causados por la utilización irracional de recursos naturales o por la contaminación está lejos de ser completa. Con frecuencia los daños ambientales son selectivos y están distribuidos en forma desigual en el tiempo y en el espacio y entre sociedades. Muchas de las consecuencias físicas, biológicas y socioeconómicas de los grandes proyectos de desarrollo no se conocen suficientemente, y algunas pueden cuantificarse y otras no. Ejemplos de estas últimas son los cambios irreversibles que amenazan a determinados paisajes o monumentos históricos. Aunque se pudieran enumerar todas las consecuencias y evaluarse la probabilidad de cada una de ellas, la fijación de su precio plantearía ulteriores dificultades. Piénsese, por ejemplo, en los problemas que plantearía la atribución de un valor monetario a la vida humana. El enfoque económico tradicional ha consistido en equiparar el valor de una vida con el valor de los ingresos futuros previstos de la persona. Resulta evidente que ese índice presenta muchos problemas. Por ejemplo, atribuye un valor excesivamente bajo a los miembros de la sociedad que están mal pagados y ningún valor en absoluto a los que no realizan actividades remuneradas. Además, no tiene en cuenta los efectos interpersonales de cada muerte, que pueden convertir la pérdida sufrida en algo mucho mayor que cualquier pérdida financiera mensurable.

67. Los beneficios, como los daños, son difíciles de computar. Comprenden elementos directos y evidentes como los beneficios que la industria obtiene por los productos obtenidos o las ganancias que para el país suponen los productos exportados y los puestos de trabajo creados, pero también se componen de elementos importantes pero menos mensurables, como el estímulo que un buen empleo supone para los individuos.

68. Se ha calculado que en los países desarrollados los costos de las políticas ambientales oscilan entre el 1% y el 2% del producto nacional bruto (9). Buena parte de tales gastos se dedican a combatir la contaminación y a proteger los recursos naturales. En los países en desarrollo, los gastos son mucho menores y se dedican fundamentalmente al suministro y al saneamiento del agua potable. Los gastos en control de la contaminación varían de un país en desarrollo a otro, y para controlar en forma eficaz la contaminación en el Tercer Mundo será necesario asignar a tal fin entre el 0,5% y el 1% del producto nacional bruto (10). Estas cifras han de examinarse a la luz del costo de los daños por contaminación en los países desarrollados, que supone del 3% al 5% del producto nacional bruto (párrafo 64 *supra*).

69. Los beneficios que produce la reducción de los daños compensan en general con creces los costos de las políticas ambientales. Se ha calculado, por ejemplo, que los beneficios que se derivarían para la salud de una reducción del 60% de la contaminación del aire en los Estados Unidos de América ascenderían a un ahorro anual total de 40.000 millones de dólares [11]. La *Environmental Protection Agency* de los Estados Unidos ha

calculado que tan sólo la disminución del 12% de la contaminación por partículas que se consiguió entre 1970 y 1977 rinde beneficios para la salud equivalentes a 8.000 millones de dólares cada año, mientras que los recursos totales dedicados a 1977 al control de todos los contaminantes del aire desde fuentes estacionarias (que constituyen el principal origen de las partículas) ascendió a 6.700 millones de dólares (11). En los países en desarrollo los costos de mejorar la calidad del medio ambiente y de proteger los recursos naturales quedan más que compensados por los beneficios que tales medidas brindan a la sociedad. Por ejemplo, la construcción de sistemas de alcantarillado o de suministro de agua potable en los países del Tercer Mundo puede reducir la incidencia de enfermedades infecciosas tales como el tifus, la disentería, el cólera, la esquistosomiasis, etc., en un 50% ó 60%, si no en un porcentaje superior (12). Una mejora de ese calibre en la salud humana no sólo conducirá al aumento de productividad y de tiempo de permanencia en el empleo (variables ambas que contribuyen a aumentar el producto nacional bruto), sino también a una disminución de los gastos en bienes y servicios proporcionados por el sector médico, muchos de los cuales se importan.

70. La conciencia ambiental y la introducción de medidas estrictas de control ambiental en algunos países han alentado el desarrollo de tecnologías alternativas, por ejemplo el reciclaje y las tecnologías de desechos escasos y nulos. Desde un punto de vista económico, tales tecnologías podrían producir ahorros sustanciales. Así, en Noruega, las medidas estrictas para controlar la contaminación atmosférica han conducido a innovaciones en la producción de ferrosilicona, que han reducido los costos de producción en un porcentaje comprendido entre el 8% y el 12%. En Suecia, la sustitución del proceso de sulfito por el del sulfato en la industria de la pulpa y el reciclaje del agua de desecho condujeron a la reducción del consumo de agua, de los costos de producción y de los desechos emitidos. Se ha registrado una tendencia similar en otros varios países, por ejemplo, en China, los Estados Unidos de América, Finlandia, Francia, etc. (9).

71. Por otra parte, las normas ambientales y la prohibición de la producción y la comercialización de determinados productos han influido en el comercio y en la ubicación de algunas industrias. En los Estados Unidos de América, por ejemplo, diversas jurisdicciones políticas han empezado a desalentar la instalación de industrias y nuevas inversiones como consecuencia de una evaluación implícita de costo-beneficio en el sentido de que las consecuencias ambientales negativas de tales inversiones son sustancialmente mayores que las ganancias económicas estáticas y dinámicas previstas. Las más afectadas son las instalaciones que causan contaminación intensa, como las centrales de energía (especialmente las nucleares), las carreteras y los aeropuertos (13).

72. Cuando se prohíbe, por razones ambientales, la instalación de industrias en los lugares del país que constituirían la primera opción, existen emplazamientos alternativos, tanto en el territorio nacional como en el extranjero, y han de producirse necesariamente casos de redespigue de industrias a otros países imputables al control ambiental local o regional (14).

73. Aunque el redespiegue de industrias en los países en desarrollo se basa fundamentalmente en criterios económicos (disponibilidad de mano de obra barata, recursos naturales, etc.), hay casos en que se ha realizado esencialmente por motivos ambientales. Por ejemplo, existe una tendencia a emplazar en el extranjero las nuevas instalaciones de la industria japonesa del aluminio como consecuencia de consideraciones ambientales, así como por la disponibilidad de materias primas y la baratura de la corriente eléctrica en los países en desarrollo receptores (13). La dificultad de encontrar emplazamientos ambientalmente adecuados para las ferrierías ha forzado también a la industria de petróleo a buscar lugares en el extranjero, en particular en Indonesia (13). En los Estados Unidos de América está surgiendo una tendencia al reemplazamiento de las industrias de asbesto, mercurio, plaguicidas y otras sustancias peligrosas para el medio ambiente (por ejemplo, se han instalado fábricas de asbesto en México y en el Brasil) (15). No cabe duda de que en muchos casos el redespiegue de industrias contaminantes en los países en desarrollo puede contribuir al aumento del producto nacional bruto de éstos, pero antes de aceptar como válida tal posibilidad, han de examinarse cuidadosamente los efectos adversos de la contaminación en otros sectores económicos y en la productividad humana (11).

B. El problema

74. Muchos de los efectos ambientales de las actividades humanas no pueden medirse en términos económicos. Es, sin embargo, importante evaluar, en amplios términos económicos, por lo menos algunos de los efectos más tangibles que las diversas políticas tienen en la calidad y la cantidad de los recursos naturales. Tal evaluación constituye una ayuda para la adopción de decisiones. Cuando no es posible la cuantificación, una clasificación cualitativa de los diversos costos y beneficios puede resultar útil.

75. No obstante, no se sabe lo suficiente sobre muchos efectos ambientales de las actividades económicas, y hay que intensificar considerablemente la investigación para aumentar nuestros conocimientos sobre, por ejemplo, el destino y los efectos de los contaminantes. Esta necesidad se puede expresar en el viejo adagio "es mejor prevenir que curar": es, en general, preferible gastar dinero en aprender algo más sobre los efectos ambientales de los contaminantes y adoptar medidas con mayor conocimiento de causa a esperar hasta que se dejen sentir los efectos de tales contaminantes, y adoptar entonces medidas para reparar los daños, suponiendo que sean reparables.

76. Debido a su complejidad inherente, a sus consecuencias a largo plazo y a las interrelaciones que activa, el proceso de redespiegue de industrias y de la capacidad productiva por motivos ambientales ha de evaluarse cuidadosamente. Tal redespiegue no debe justificarse exclusivamente por consideraciones económicas, sino que ha de basarse también en la protección de la calidad del medio ambiente y en la utilización racional y no derrochadora de los recursos naturales.

C. Principales medidas adoptadas o planeadas

77. Varios componentes del programa del PNUMA están relacionados indirectamente con la economía ambiental (por ejemplo, evaluación de los efectos de diferentes contaminantes, medio ambiente y desarrollo, tecnologías ambientalmente racionales, etc.). Más concretamente, el PNUMA convocó en 1980 una serie de reuniones sobre la aplicación del análisis de costo-beneficio a las actividades de desarrollo. En un proyecto conjunto PNUMA/PNUD, se han establecido en cooperación con la FAO y otros organismos especializados directrices operacionales para diversas actividades (por ejemplo, la industria de la pulpa y el papel, el turismo costero y el riego en las zonas áridas y semiáridas).

78. La OCDE está particularmente interesada en el tema de la influencia recíproca entre las condiciones económicas y las políticas ambientales. En la actualidad se está realizando una reevaluación de los efectos de las medidas ambientales en el empleo, la inflación, la productividad y la balanza de pagos en el marco de las condiciones económicas presentes y de las previsibles. Se están reuniendo y analizando datos internacionalmente comparables sobre los gastos de control de la contaminación en los países miembros de la OCDE.

79. En 1980 los jefes del PNUMA; el PNUD; el Banco Mundial, la Comisión de las Comunidades Europeas, la Organización de Estados Americanos y cinco bancos regionales de desarrollo aprobaron una declaración de políticas y procedimientos ambientales relacionados con el desarrollo económico. En la declaración se señala la importancia de integrar las medidas ambientales en el diseño y la ejecución de las actividades de desarrollo económico, de realizar análisis de costo-beneficio de las consecuencias ambientales de diferentes proyectos, de la capacitación y de la difusión de los resultados de las investigaciones y de la información sobre la dimensión ambiental de las actividades económicas.

80. La UNCTAD, en cooperación con el PNUMA, realizó un estudio sobre las barreras y restricciones comerciales resultantes de las políticas ambientales. El tema de la selección de los emplazamientos de las industrias se está estudiando también en el programa del PNUMA sobre la industria, en la ONUDI, en el OIEA, en la OCDE y en otras organizaciones.

D. Observaciones finales

81. Los datos de que disponemos demuestran que las mejoras de la calidad ambiental han producido beneficios significativos sin causar, en la mayoría de los casos, efectos negativos para la economía. Entre los beneficios de las políticas ambientales cabe destacar la disminución de la mortalidad y la morbilidad, el aumento de la productividad de la mano de obra, las innovaciones tecnológicas y el aumento de las posibilidades recreativas.

82. La economía ambiental constituye una disciplina importante precisamente porque permite el examen de los problemas ambientales en un lenguaje que facilita la adopción de decisiones. Muy en particular, permite plantear los intereses ambientales en un plano de igualdad con otros intereses y facilita así una mejor perspectiva de la magnitud de tales problemas. No cabe duda, sin embargo, de que la cuantificación detallada de los daños y beneficios en la esfera de la economía ambiental es difícil; algunas partidas no pueden cuantificarse fácilmente: un ejemplo obvio es el valor de la vida. No menos importante es la dificultad de aplicar las decisiones ambientales, en particular cuando afectan a recursos compartidos por varios países. La contaminación transnacional, ya sea transmitida por aguas internacionales o por la atmósfera, plantea problemas que no sólo son difíciles de analizar, sino que pueden conducir a conclusiones tremendamente difíciles de aplicar.

83. Las ventajas económicas redespigue de instalaciones productivas por motivos ambientales serán probablemente sustanciales. Habrá corrientes iniciales de capital, seguidas del envío de bienes de capital y probablemente de la transferencia de tecnología y aptitudes de dirección. Se producirán efectos positivos en la tasa de empleo de los países receptores. La elaboración se realizará más cerca de la fuente de materias primas, en particular en los países en desarrollo, dando lugar a un aumento del valor medio de las exportaciones de éstos. No obstante, tales ventajas para la economía del país receptor podrían quedar compensadas con creces por la explotación excesiva de los recursos naturales o por los daños ambientales. Es, pues, importante que se realice una cuidadosa evaluación de todas las oportunidades de redespigue a fin de determinar cuáles son los emplazamientos industriales que ofrecerían condiciones ventajosas para el crecimiento con la menor medida posible de degradación ambiental.

BIBLIOGRAFIA

1. EPA, *Energy/Environment Fact Book*, EPA-600/9-77 041, (Washington, D.C., 1978).
ordinating Programme, UNEP/WG.41/INF. 13, 1980).
2. *Fact Book*, EPA-600/9-77 041, (Washington, D.C., 1978).
C.W. Nicol, *The Mizushima Oil Spill*. (Environment Canada, Report EPS-8-EC-76-1976).
3. Y. Hiyama, *Survey of the Effects of the Seto Inland Sea Oil Spill in 1974*. 1979 Oil Spill Conf. p. 699, (American Petrol Institute, 1979).
4. Council on Environmental quality, *Sixth Annual Report*, p. 517, [Washington, D.C., 1975].
5. J. Theys, *Environmental Assessment of Socio-economic Systems*. (Plenum Publ. Corpor., 1978).
6. O.F. Balazkii, *Economics of Pure Air* (Kiev, USSR, Nankara Dunika, 1979).
7. A.V. Kneese, *Economics and the Environment* (New York, Penguin Books, 1977).
8. United Nations Conference on Desertification, *Plan of Action and Resolutions* (New York, United Nations, 1978).
9. Paquette sur l'économie de l'environnement (Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Paris, 1980).
10. W. Leontieff, *The Future of the World Economy* (New York, United Nations, 1977).

11. Council on Environmental Quality, *The Global 2000 Report to the President*, p. 423 (Washington, D.C., CEQ 1980).
12. R.J. Saunders y J.J. Warford, *Village Water Supply* (Washington, D.C., The World Bank, 1976).
13. I. Walter, *International Economics of Pollution* (London, McMillan, 1975).
14. I. Walter, *Environmental Management and Optimal Resource Use*, in "Das Umweltproblem in Okonomischer Sicht", H. Giersch, ed., (Mohir Venlog, Tübingen, 1974).
15. M. Potier, *Les Implications Economiques de la Lutte Contre la Pollution*. Annales des Mines, agosto (1979).

