



Asamblea General

Distr.
GENERAL

A/46/364

17 de septiembre de 1991

ESPAÑOL

ORIGINAL: INGLÉS

Cuadragésimo sexto período de sesiones
Tema 60 **k)** del programa provisional*

DESARME GENERAL Y COMPLETO

Estudio sobre las posibles aplicaciones de recursos asignados a actividades militares a esfuerzos civiles encaminados a la protección del medio ambiente

Informe del Secretario General

1. En su **resolución 45/58 N**, de 4 de diciembre de 1990, la **Asamblea General** pidió al Secretario General que, con la asistencia de expertos calificados, llevara a cabo un estudio de las posibles **aplicaciones** de recursos **tales** como los conocimientos especializados, la tecnología, la infraestructura y la producción, **actualmente** dedicados a actividades militares, a la promoción de esfuerzos civiles encaminados a la **protección** del medio ambiente. Tras **recomendar** que el estudio **se** basara en información de libre acceso y tuviera en cuenta estudios pertinentes nacionales e internacionales y cualquier otra información que los Estados Miembros desearan facilitar para los fines del estudio, en la resolución se invitó a todos los gobiernos a que cooperaran con el Secretario **General** de modo que se pudieran **alcanzar** los objetivos del estudio. Se **pidió** al Secretario General **que** presentara el informe final a la Asamblea General, en su cuadragésimo sexto período de sesiones, y que, entre tanto, pusiera a disposición del Comité Preparatorio de la Conferencia de las Naciones Unidas **sobre** el Medio Ambiente y 81 Desarrollo, según fuera oportuno, los resultados pertinentes del estudio.

2. En cumplimiento de esa resolución, el **Secretario General** tiene el honor de transmitir adjunto a la Asamblea el estudio sobre las posibles aplicaciones de recursos asignados a actividades militares a esfuerzos civiles encaminados a la **protección** del medio ambiente.

* A/46/150.

AnexoESTUDIO SOBRE LAS POSIBLES APLICACIONES DE RECURSOS
ASIGNADOS A ACTIVIDADES MILITARES A ESFUERZOS CIVILES
ENCAMINADOS A LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

INDICE

<u>Capítulo</u>	<u>Párrafos</u>	<u>Página</u>
PREFACIO DEL SECRETARIO GENERAL	*...*	4
CARTA DE ENVIO		5
<u>Capítulo</u>		
1. INTRODUCCION	1 - 13	7
A. Mandato	1 - 2	7
B. Marco conceptual	3 - 8	7
C. Ambito del estudio	9 - 13	9
II. ANTECEDENTES	14 - 69	10
A. El problema del medio ambiente	14 - 19	10
B. Impacto ambiental de las actividades militares	20 - 32	13
C. Actuales cambios en las posiciones militares y políticas internacionales	33 - 44	16
D. Experiencias nacionales	45 - 69	19
III. ESTRATEGIAS ECOLOGICAS Y RECURSOS RELACIONADOS CON EL SECTOR MILITAR	70 - 103	26
A. Estrategias y necesidades ecológicas	70 - 75	26
B. Integración de los recursos relacionados con el sector militar en las estrategias ecológicas: gastos y otras consideraciones . .	76 - 85	27
C. La capacidad tecnológica del sector militar . .	86 - 92	31
D. Cómo hacer que el sector militar tenga un interés en la protección del medio ambiente . .	93 - 97	33
1. Transmisión de tecnología	98 - 101	35
2. Educación y capacitación	102 - 103	36

INDICE (continuación)

<u>Capítulo</u>	<u>Párrafos</u>	<u>Página</u>
IV. APLICACIONES AL MEDIO AMBIENTE DE LAS TECNOLOGIAS RELACIONADAS CON EL SECTOR MILITAR	104 - 164	37
A. Vigilancia del medio ambiente	109 - 123	38
B. Fortalecimiento de la capacidad de responder con rapidez a situaciones de emergencia ecológica	124 - 131	41
C. Evaluación del impacto ambiental y toma de decisiones relacionadas con el medio ambiente	132 - 145	42
D. Medidas para proteger el medio ambiente	146	46
1. Mejoramiento de la producción, el almacenamiento y la utilización de energía	147 - 151	47
2. Cumplimiento de normas ambientales y saneamiento del medio ambiente	152 - 164	48
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	165 - 178	51
A. Contexto	165 - 171	51
B. Observaciones	172 - 174	52
c. Conclusiones	175	53
D. Recomendaciones	176 - 178	54

Apéndice

1. EL PLAN DE TECNOLOGIAS CRITICAS DEL DEPARTAMENTO DE DEFENSA DE LOS ESTADOS UNIDOS	59
II. CAPACIDADES TECNOLOGICAS DE TRATAMIENTOS DE DESECHOS	60
III. NOCIONES FUNDAMENTALES SOBRE SENSORES Y SUS APLICACIONES*	63
IV. TENDENCIAS DE LA COMPUTACION, LAS COMUNICACIONES Y LA MODELACION	77

PREFACIO DEL SECRETARIO GENERAL

Vivimos en una era de oportunidades. El final de la guerra fría ha liberado un vasto caudal de energías. **Han** surgido nuevas posibilidades de dedicar los recursos del mundo a fines más productivos. Varias esferas importante de interés internacional pueden beneficiarse ahora de la reapignación, **reorientación** y redistribución de los recursos liberados por un progreso sin precedentes en el proceso de reducción **efectiva** de los armamentos y las **fuerzas** armadas.

La protección del medio ambiente es sin lugar a dudas una preocupación internacional de suma importancia. Por su propio interés, la humanidad debe robustecer la capacidad **del** planeta de reconstituirse.

El presente estudio **score** la aplicación con fines ambientales de los recursos relacionados con el sector militar es muy oportuno. En él se examina el potencial excepcional del sector militar en **todo** el mundo para fortalecer la capacidad civil de la comunidad internacional de atender al problema **del** medio ambiente. Se recomienda que los gobiernos lleven a cabo un análisis de la relación costo-beneficio de la búsqueda de nuevos recursos para proteger el **medic** ambiente, en comparación con la utilización **de** los recursos que ya han sido asignados al sector militar. El problema del medio ambiente es básicamente mundial, pero los recursos relacionados con el sector militar son nacionales por su propia naturaleza. Por consiguiente, **en** el estudio se recomienda que se consideren posibles mecanismos para aprovechar en el plano mundial los recursos nacionales que se pongan a disposición de la comunidad internacional. Se pide a las Naciones Unidas que asuman mayores responsabilidades para fortalecer la capacidad internacional, en el plano multilateral, de atender a las situaciones de emergencia ambiental.

El mundo apenas **si** está **comenzando** a comprender todas las consecuencias de dedicar recursos relacionados con el sector militar a fines no militares. La ilustrativa reseña de las aplicaciones con fines ambientales de las tecnologías relacionadas con el sector militar que se hace en el estudio representa una contribución oportuna a la **movilización** de recursos adicionales para la protección del medio ambiente. La información técnica y el mensaje **político** del estudio exigen que se le preste cuidadosa atención. Estoy **seguro** de que constituirá una valiosa contribución a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo que se ha **de** celebrar en el Brasil en 1992.

Encomio las conclusiones y **recomendaciones** del presente estudio, aprobado unánimemente por los miembros del Grupo de Expertos, que presento a la Asamblea General para su consideración.

CARTA DE ENVIO

15 de julio de 1991

Excelentísimo Señor:

Tengo el honor de presentar adjunto el informe del Grupo de Expertos encargado del estudio sobre las posibles aplicaciones de recursos asignados a actividades militares a esfuerzos civiles encaminados a la protección del medio ambiente, que Vuestra Excelencia nombró de conformidad con la resolución **45/58** N de la Asamblea General, de 4 de diciembre de **1990**.

Los miembros del Grupo de Expertos nombrados por Vuestra Excelencia de conformidad con esa resolución fueron los siguientes:

Dr. Carlos E. García
Oficina de Energía, Medio Ambiente y Tecnología
Laboratorio Nacional de los Alarnos
Nuevo México, Estados Unidos de América

Coronel de Aviación Kofi A. Jackson (retirado)
Director de Sontech **Energy** Research
Accra, Ghana

Dr. Grigori **Khozin**
Profesor del Departamento de Sociología
Universidad Estatal de Moscú
Moscú, Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas

Profesor Celso Lafer
Consejo Brasileño de Relaciones Internacionales
Facultad de Derecho de la Universidad de San Pablo
San Pablo, Brasil

Embajador Maj Britt **Theorin**
Presidente de la Comisión Sueca de Desarme
Ministerio de Relaciones Exteriores
Estocolmo, Suecia

Sra. Wang Zhiyun
Consejera
Ministro de Relaciones Exteriores
Beijing, China

Excelentísimo Señor
Javier Pérez de Cuéllar
Secretario General de **las** Naciones Unidas
Nueva York

El informe **se** redactó entre febrero y julio de 1991, período durante el cual el Grupo celebró tres períodos de sesiones en Nueva York del 5 al 8 de febrero, del 13 al 24 de mayo y del 8 al 12 de julio de 1991.

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al personal del Departamento de Asuntos de **Desarme** por la valiosa ayuda prestada durante la preparación del presente informe. En particular, **deseamos** manifestar nuestro reconocimiento al Sr. **Yasushi** Akashi, Secretario General Adjunto de Asuntos de Desarme y al Sr. **Prvoslav** Davinic, Jefe de la **Subdivisión** de Supervisión, Análisis y Estudios. Cabe **asimismo** un reconocimiento especial a la Sra. Swadesh Rana, que actuó como secretaria del Grupo.

El Grupo desea expresar su agradecimiento a los consultores técnicos, el Dr. **Andrew** Foreater y el Dr. Jürgen Scheffran, por su contribución **al** examen de **las** cuestiones de que se trata. También agradece al Sr. Jean-Claude Faby, Director, y al Dr. Erwin Ortiz, Asesor Especial, de la Conferencia de las Naciones Unidas **sobre** el Medio Ambiente y el Desarrollo, por su colaboración durante 108 trabajos del Grupo.

El Grupo de **Expertos** me ha pedido que, en mi calidad de Presidente del Grupo, **presente** a Vuestra Excelencia el informe adjunto, que fue aprobado por unanimidad.

Sírvase aceptar, Excelentísimo Señor, las seguridades de mi consideración más distinguida.

(Firmado) Embajador Maj Britt Theorin
Presidente

Estudio sobre las posibles aplicaciones
de recursos asignados a actividades
militares a esfuerzos civiles encaminados
a la protección del medio ambiente

1. INTRODUCCION

A. Mandato

1. En su resolución **45/18 N**, de 4 de diciembre de 1990, la Asamblea General pidió al Secretario General que llevara a cabo un **estudio** de **las** posibles aplicaciones de recursos **tales** como los conocimientos **especializados**, la tecnología, la infraestructura y la producción, actualmente dedicados a actividades militares, a la promoción de esfuerzos civiles encaminados a la protección del medio ambiente. En la resolución también **se pidió** al Secretario General que pusiera los resultados pertinentes del estudio a disposición del Comité Preparatorio de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo que se ha de celebrar en 1992, de conformidad con la resolución **44/228** de la Asamblea General, de 22 de diciembre de 1989.

2. Teniendo en cuenta el carácter mundial de **los** problemas ecológicos, se prevé que la Conferencia de 1992 examine estrategias de acción nacional e internacional para **intensificar** las actividades **encaminadas** a restablecer el equilibrio ecológico mundial e impedir un mayor deterioro del medio ambiente. **A** este respecto, en su resolución **44/228** la Asamblea General reconoció la función decisiva que desempeñan la ciencia y la tecnología. Con miras a fomentar la cooperación internacional para promover esfuerzos encaminados a proteger el medio ambiente, la Asamblea también subrayó la necesidad de dar acceso a tecnologías, procesos y **equipo** ambientalmente **adecuados**, así como a los resultados de investigaciones conexas y otros conocimientos especializados.

B. Marco conceptual

3. Durante los 20 años transcurridos desde la primera Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente, que se celebró con **los** auspicios de las Naciones Unidas en **Estocolmo**, la opinión pública ha adquirido una conciencia cada vez mayor de la naturaleza y el alcance de los problemas ambientales. En conferencias subsiguientes, como las relativas a la población (Bucarest), el **hábitat** (Vancouver), el agua (Mar del Plata) y la desertificación (Nairobi), se desarrolló una mayor comprensión de esferas concretas. Grupos internacionales especiales, como la Comisión Brundtland, han expuesto elocuentemente la concepción de que el medio ambiente del planeta Tierra tiene un destino común. Tras la **creación** del **Programa** de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (**PNUMA**), las **cuestiones** ecológicas que son motivo de **preocupación** ambientales se han incorporado a todo el sistema de las Naciones Unidas. Algunas de naturaleza mundial, como los cambios climáticos, se han confiado a **comités** de negociación internacionales para su evaluación y la formulación de estrategias.

4. Al mismo tiempo que se han referido a aspectos concretos, como los daños al medio ambiente y la degradación y vulnerabilidad de éste, en la mayoría de los intentos internacionales de atender al problema del medio ambiente se ha advertido de que **no se** debe caer en **la desesperación**. Como se señaló en una reciente Conferencia de las Naciones Unidas sobre el decenio venidero, organizada por la Fundación Stanley:

El saqueo del planeta no es defectible. El progreso industrial y económico no tiene por qué traer aparejado el abuso de los ecosistemas. El agotamiento de **los recursos naturales** y la **destrucción** del medio ambiente no **son conclusiones** inexorables. **1/**

5. Es tanto lo que **está en juego** si **se descuida** el medio ambiente que las ventajas de **suprotección prácticamente** nunca podrán ser exageradas. Sin embargo, los **recursos** de que **dispone** la comunidad mundial para alistarse en **esa causa son limitados**. La naturaleza complicada y el **difícil** manejo de los problemas ambientales **exigen** un escrutinio y una **evaluación científica** permanente a **fin** de formular estrategias eficaces, todo lo cual absorbe **recursos**. Por consiguiente, hay una necesidad urgente de **movilizar** recursos suficientes para la protección del medio ambiente.

6. El ámbito del presente estudio está determinado por dos factores: la **necesidad** de movilizar **recursos** suficientes para abordar el problema de la protección del medio ambiente mundial y el potencial excepcional del sector militar en todo el mundo para acrecentar la capacidad del sector civil **internacional** de alcanzar ese **objetivo**.

7. **Habida** cuenta de las finalidades del estudio, los expertos tuvieron presente la interacción general entre las preocupaciones de la naturaleza ambiental y las actividades militares. En el sistema de las Naciones Unidas esa interacción se ha considerado por lo general en **esferas tales** como el impacto ambiental del ensayo, la producción y el almacenamiento de armas de destrucción en masa, incluido los riesgos de **su** utilización, y del desarrollo **de nuevos** tipos de armamentos; los efectos de la carrera de armamentos sobre las perspectivas de cooperación internacional en la esfera **del** medio ambiente; la pugna del sector militar por **recursos** limitados que podrían utilizarse con fines civiles; y las consecuencias ecológicas de los conflictos militares, como, por ejemplo, los movimientos masivos de refugiados. Los debates celebrados en las Naciones Unidas sobre estas cuestiones, **así** como las decisiones adoptadas al respecto, configuraron asimismo un marco más amplio para la preparación del presente estudio.

8. En este contexto son pertinentes varias resoluciones de la Asamblea General, a saber, las resoluciones **38/165**, de 19 de diciembre de 1983, y **40/200**, de 17 de diciembre de 1985, sobre la cooperación internacional en lo relativo al medio ambiente, y las resoluciones **35/8**, de 30 de octubre de 1980, y **36/7**, de 27 de octubre de **1981**, sobre la responsabilidad histórica de los Estados por la **preservación** de la naturaleza para las generaciones presentes y futuras. Al recomendar medidas para abordar los problemas del medio **ambiente**, incluidas las cuestiones planteadas por las actividades militares, la Asamblea General ha reconocido la importancia de la consideración cabal de todos los aspectos en los informes sobre la Perspectiva Ambiental hasta el año 2000 y más adelante (véase el anexo de la **resolución** 421186, de 11 de diciembre de 1987) y en el informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (resolución 421187, de 11 de diciembre de 1987). El Secretario General de las Naciones Unidas es también depositario de la **Convención** sobre la prohibición de utilizar **técnicas** de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles, que entró en vigor en octubre de 1978.

C. Ambito del estudio

9. El presente estudio se concentra en los **posibles** usos con fines **ambientales**, previa reorientación, **redistribución** o reasignación, de los recursos que en la actualidad se dedican primordialmente a fines militares o de los que, se dispondría merced a reducciones de los armamentos. Considerando que los recursos relacionados con el sector militar podrían dedicarse a la solución de los problemas del medio ambiente, en el estudio se analizan las posibilidades estudiadas hasta la fecha y se describen las perspectivas que ofrecen los rápidos adelantos de la ciencia y la tecnología. Dado el tiempo limitado de que se dispuso para elaborar el estudio, en su preparación no fue posible ni se intentó llevar a cabo un inventario exhaustivo de las posibilidades que para atender al medio ambiente ofrecen los recursos relacionados con el sector militar. El estudio se basa en información de libre acceso y en la comprensión del problema que, gracias al compartimiento de sus experiencias, desarrollaron los expertos que prepararon el estudio,

10. En el capítulo II se describe brevemente el contexto en que los problemas ambientales han **pasado** a constituir un tema central de los debates internacionales. Además **se** examinan las consecuencias para el medio ambiente de las actividades militares; y las reducciones de armamentos; se describen recientes cambios en la situación internacional que podrían conducir al aprovechamiento o la liberación de recursos relacionados con el sector militar; y, con miras a la formulación de estrategias pragmáticas que aumenten las posibilidades de dedicar los recursos relacionados con **el** sector militar a la protección del medio ambiente, se pasa revista a algunas experiencias nacionales en esta materia.

11. En el capítulo III se examina la naturaleza de los recursos relacionados con el sector militar para determinar el grado en que **sería** posible utilizarlos para resolver los problemas del medio ambiente y se describen los costos y las limitaciones de la aplicación con fines civiles de los recursos relacionados con el sector militar, así como las características pertinentes del sector del medio ambiente. Teniendo presentes las experiencias nacionales descritas en el capítulo II, en el capítulo III se pone de relieve el papel especial de las tecnologías relacionadas con el sector militar. La **transferencia** de tecnología, la **formación** y la educación se **consideran** estrategias para abordar el **problema** del medio ambiente mundial.

12. En el capítulo **IV** se dan ejemplos de las aplicaciones con fines ambientales de las tecnologías relacionadas con el sector militar. Se consideran **las técnicas**, los instrumentos y los sistemas utilizados en las misiones militares, a fin de destacar sus aplicaciones con fines ambientales. Se brinda un amplio panorama de las tecnologías para la vigilancia del medio ambiente, la **evaluación** del impacto ambiental y la adopción de decisiones en esta esfera, y se indican las medidas que podrían tomarse para influir en el medio ambiente, **tales** como las relativas al cumplimiento de las normas ambientales y el saneamiento del medio. La información técnica pertinente se incluye en los apéndices.

13. En el capítulo V el Grupo de Expertos formula sus conclusiones y recomendaciones. Teniendo presentes las diferencias entre las actividades de jurisdicción nacional y las relativas al "patrimonio común", se reafirma la necesidad de la evaluación científica permanente de los datos sobre los riesgos para el medio ambiente del planeta; la promoción de tecnologías **apropiadas** para el desarrollo sostenible; el mejoramiento de la capacidad de responder rápidamente en situaciones de emergencia ambiental; el perfeccionamiento de los recursos humanos para atender los casos de daños al **medio ambiente**, especialmente en los países en **desarrollo**; y los mecanismos para la realización de actividades cooperativas internacionales. **También** se recomienda que las Naciones Unidas desempeñen una nueva **función** como centro de intercambio de información, fomento de las actividades de evaluación de la **tecnología** y suministro de asistencia en la esfera ambiental.

II. ANTECEDENTES

A. El problema del medio ambiente

14. La humanidad comparte un mismo destino ecológico. Ninguna región de la Tierra es inmune a los **desastres** naturales y a los abusos del medio ambiente por los seres humanos. Riesgos **tales** como la modificación y destrucción del hábitat, la extinción de las especies y la reducción de la diversidad biológica, el agotamiento del ozono y los cambios climáticos son de carácter claramente **transfronterizo**, como también lo son las posibles **repercusiones** de peligros para el medio ambiente originados en lugares concretos.

15. En el cuadro que figura a continuación **2/** puede verse **cómo** distintas partes del mundo son vulnerables a cambios experimentados por el medio ambiente en otras partes:

Cuadro 1

Efectos de	Efectos sobre		
	Mundo industrializado y países recientemente industrializados	Tercer mundo	Sistemas del medio ambiente mundial
Gases de la industria: mundo industrializado y países recientemente industrializados	Efectos múltiples, muchos de ellos causados por la gestión inadecuada de desechos	Ceforestación causada por actividades madereras y ganaderas; desechos de minas; accidentes indus- trialer	Clorofluorocarburos que producen el efecto de invernadero ; eliminación de desechos tóxicos y nucleares; agotamiento de las poblaciones de peces; contaminación de los mares
Tercer mundo	Migración transfronteriza	Desertificación, deforestación, erosión del suelo: saliniza- ción ; descenso del nivel freático	Deforestación: con- secuencias para el CO ₂ y el recalenta- miento de la Tierra

16. Es probable que las consecuencias más generales de los problemas ecológicos locales y regionales se conviertan en un factor importante de las relaciones internacionales. Los **regímenes** de vientos, las corrientes oceánicas y los principales ciclos biogeoquímicos (del carbono, el nitrógeno, el fósforo, etc.) vinculan de manera inextricable las actividades de una nación con las **consecuencias** de esas actividades para otra. Estas complicadas cuestiones ambientales plantean nuevos problemas y oportunidades de cooperación **para** impedir o resolver las controversias sobre el acceso a las vías marítimas, las aguas territoriales y **el** espacio aéreo, y a **través** de las fronteras internacionales.

17. En las regiones costeras del mundo vive hasta la tercer parte de su población y está instalada más de un tercio de la infraestructura industrial del planeta. Un ascenso del nivel del mar podría modificar las fronteras entre las naciones y poner a prueba las actuales estructuras de soberanía. Otra esfera de preocupación ecológica es la de las actuales modalidades de consumo de energía. Se estima que el suministro de energía mundial debería multiplicarse por cinco **para que** toda la población **del** mundo disfrutara del mismo nivel de consumo de **energía**. Para sostener los críticos sistemas que sustentan la vida es sumamente importante desarrollar métodos eficaces y ecológicamente inocuos de generación, distribución y utilización de energía.

18. Una superficie más extensa que la del continente africano ya está amenazada por el desierto. Cada año se pierden 25.000 **millones** de toneladas de la capa superior del suelo. Según la información de que se dispone, en el período 1984-1985 más de 10 millones de refugiados tuvieron que huir a través de fronteras para escapar de problemas ambientales **tales** como la **desertificación**, la erosión del suelo y la perturbación de su base de subsistencia. En la actualidad se estima que hasta dos terceras **partes** de los refugiados del mundo forman parte de ese grupo. En las regiones tropicales, en este mismo momento, 10 árboles están siendo cortados por cada uno plantado. En Africa, la **proporción** es de 29 a 1. La falta de agua ya es un importante factor limitativo en 80 países que tienen el 40% de la población del mundo. **El** consumo de agua se duplicó en todo el mundo entre 1940 y 1980 y se duplicará nuevamente para el año 2000. El acceso a fuentes de agua potable podría convertirse en un motivo de rivalidad y controversia cada vez mayores en los planos nacional **e** internacional **3/**.

19. Un factor positivo para la protección del medio ambiente es que la **opinión** pública ha tomado mayor conciencia de **esos** problemas. Los problemas ambientales más graves se han conocido desde **hace** bastante tiempo, pero en los últimos años la **opinión** pública ha demostrado un interés cada vez mayor **en** ellos. Toda una serie de tragedias, como en Bhopal, Chernobyl y Alaska, y varios otros desastres, como la desertificación y la **destrucción** de los bosques higrofiticos tropicales, han despertado interés en todo el mundo. Los pueblos de países industrializados y países en desarrollo han tenido que hacer frente a problemas ecológicos locales causados por la contaminación del aire y el agua y por desechos peligrosos. Los peligros ecológicos a plazo más largo, como **el** agotamiento del ozono y el recalentamiento de la Tierra, han pasado a ser más reales al representar preocupaciones personales. como en el caso de **los** riesgos del cáncer de **la** piel, 103 cambios climáticos y las **variaciones** de la productividad de los suelos. La amplia **cobertura** de las cuestiones

ambientales por los medios de información es causa y **consecuencia** de la creciente conciencia de la opinión pública. Los activistas Políticos y los intelectuales han unido **fuerzas** para tratar de "enverdecer" las relaciones internacionales. El público ejerce una presión cada vez más firme para que se atiendan las situaciones de emergencia ambiental donde y cuando surjan, independientemente de que se deban a un desastre natural o a un accidente causado por el hombre, incluidos los conflictos militares. **Lamentablemente, hay** menos pruebas de que la preocupación se extienda a la propagación gradual de la degradación del medio ambiente resultante de las practicas cotidianas.

B. Impacto ambiental de las actividades militares

20. El reciente conflicto del Golfo ha sido un vivo recordatorio de las consecuencias ecológicas de los conflictos militares. Los científicos todavía **están** tratando de comprender en toda su magnitud las consecuencias de los derrames de petróleo en el mar en cantidades sin precedentes, los cientos de incendios de pozos de petróleo que consumen millones de barriles de petróleo diariamente, la lúgubre capa de humo, hollín y pirotóxicas en la atmósfera, la destrucción de la superficie del desierto y la devastación de la infraestructura industrial, con sus riesgos consiguientes de enfermedad y hambre. La decisión de las Naciones Unidas de destruir las armas químicas y otras armas de destrucción en masa del Iraq han reavivado el interés de la **opinión** pública en los efectos de las actividades militares sobre el medio ambiente y han subrayado la necesidad de encontrar métodos ecológicamente seguros de eliminación de las armas.

21. Prácticamente todas las actividades militares en tiempo de guerra o de paz tienen algunas consecuencias para el medio ambiente. La destrucción del medio ha sido un método aceptado de lucha ofensiva o defensiva desde tiempo inmemorial. En la guerra del Golfo se presencié **un** caso extremo de modificación del medio ambiente con fines hostiles, también denominado terrorismo ambiental, en el que los daños son causados por los efectos primarios y secundarios de las armas. En el campo de batalla, mucho tiempo después del cese del fuego, abundan los desechos peligrosos de todo **tipo**, incluidas municiones sin explotar.

22. Históricamente, los daños al medio ambiente causados por las guerras han estado limitados principalmente al campo de batalla, como sucedió en Flanders durante la primera guerra mundial. Los efectos indirectos, especialmente sobre los cultivos y los bosques, a veces han afectado a zonas más extensas; lo mismo ha ocurrido con los efectos **de** la **destrucción** intencional del medio ambiente, como las inundaciones **causadas** por la destrucción de presas y diques, la defoliación de bosques por agentes químicos o la contaminación del aire por el humo procedente de incendios de pozos de petróleo, como ha sucedido en Kuwait. Es posible que tanto los efectos locales como los que afectan extensas zonas, siendo por ende menos concentrados, perduren decenios o incluso siglos.

23. El impacto ambiental de una guerra nuclear en gran escala sería de proporciones totalmente diferentes. Se estima que **el** efecto combinado de la precipitación radiactiva sobre extensas **zonas**, **el** agotamiento del ozono por

los óxidos nitrosos de las explosiones **nucleares** y los cambios climáticos producidos por el humo de grandes y prolongados incendios constituiría un grave desastre ambiental para la mayor parte del planeta.

24. Las actividades militares afectan al medio ambiente incluso en tiempo de paz. Esas actividades incluyen la producción y el ensayo de armamentos, la instrucción de combate y las maniobras, la construcción de bases e instalaciones militares, y el mantenimiento de estados de alerta y de preparación para el combate, **así** como los accidentes de todo tipo. La destrucción y eliminación de armas y otros componentes **del** equipo militar, **sea** en virtud de **acuerdos** de desarme o por otras razones, también plantea problemas ecológicos.

25. En primer lugar, y sobre todo, están las cuestiones relacionadas con la producción y el ensayo de armas nucleares. **Según** se ha informado, algunos centros de producción de armas nucleares de los Estados Unidos de América y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas están sumamente contaminados debido a los efectos de desechos radiactivos y químicamente tóxicos. El Gobierno de los **Estados** Unidos está ejecutando un amplio programa de limpieza y rehabilitación de esos lugares, aunque **todavía** no se ha dado con la solución de algunos de los problemas. En su mayor parte, los daños al medio ambiente son de alcance local, aunque también ha habido casos de contaminación de extensas **zonas**; al más grave ocurrió en 1957 en **Kyshtym**, en la Unión **Soviética**, cuando una explosión en un vertedero de desechos obligó a evacuar una superficie de 1.000 kilómetros cuadrados.

26. Desde sus comienzos, el ensayo de armas nucleares en la atmósfera fue motivo de preocupación por **razones** ambientales y de salud; **ello** facilitó la **concertación** en 1963 del Tratado por el que se prohíben los ensayos con armas nucleares en la **atmósfera**, el espacio ultraterrestre y debajo del agua (el "Tratado de Prohibición Parcial de Ensayos") **4/** por los Estados Unidos, el Reino Unido y la Unión Soviética, a fin de prohibir todos **los** ensayos nucleares, salvo los subterráneos. Francia y China, que no son partes en el Tratado, **realizaron** ensayos atmosféricos hasta 1974 y 1980, respectivamente. Se estima que la cantidad total de sustancias radiactivas introducidas en la atmósfera durante muchos años por todos los ensayos atmosféricos, aunque entre 100 y 1.000 veces mayor que la emitida en el accidente de Chernobyl, no ha tenido ningún impacto grave y duradero en **el** medio ambiente como tal. Se considera asimismo **que** los ensayos subterráneos representan una carga mucho menor para el medio ambiente, aunque en algunas regiones, como por ejemplo en el Pacífico, la **preocupación** por dichos ensayos es mucho mayor que en otras.

27. La mayor parte de la producción industrial del mundo con fines militares tiene que ver con las armas convencionales y equipo de distinta **índole**, como vehículos, embarcaciones y aeronaves. Los procesos de **producción** son básicamente los mismos que **utiliza** el sector civil. **A** falta de datos detallados, se puede presumir que la producción con fines militares contribuye a los desechos y la contaminación industrial del mundo en proporción a su cuota de la producción industrial **militar**, a saber, alrededor del 5%. Sin embargo, una diferencia importante **entre** la producción militar y la producción civil es que aquélla absorbe una proporción mayor de materias primas raras, costosas y a menudo peligrosas. En consecuencia, el contraste entre **los**

recursos asignados a fines militares y los destinados al sector civil pone de relieve no sólo la cantidad sino también la calidad de los recursos consumidos por el sector militar.

28. La instrucción de combate y las maniobras en tiempo de paz requieren el uso **temporal** o permanente de terrenos que sufren una degradación ambiental de uno u otro tipo. En la mayoría de los casos los daños son locales, como, por ejemplo, la **destrucción** de la capa superior del suelo por vehículos pesados de oruga o el ruido de **aeronaves** y explosiones que perturba la vida de los animales. Por otra parte, la superficie de las tierras afectadas **puede** ser considerable según la geografía del país y la medida en que se utilicen los recursos militares. En el caso de las naciones de Europa, entre el **0,3%** y el **3%** de sus territorios está dedicado a fines militares. Cabe señalar que la demanda de polígonos de tiro para ensayar armas de artillería y misiles tácticos tiende a expandirse a medida que aumenta el alcance de esos sistemas de armas.

29. En algunos países las fuerzas armadas tienen que pagar una **indemnización** por los daños causados a las tierras de labranza o los bosques que utilizan temporalmente en **sus** maniobras. Este es un incentivo para que se adopten prácticas menos perjudiciales para el medio ambiente. Por ejemplo, el ejército finlandés ha publicado un "libro verde" con instrucciones para reducir al mínimo los daños causados al medio ambiente por la instrucción de combate y las maniobras.

30. Los diversos agentes contaminantes generados a poca altitud o a ras del suelo por las maniobras en tiempo de paz probablemente constituyen una adición insignificante a los producidos por las actividades civiles. No obstante, se han señalado los efectos sobre el medio ambiente de las emisiones en la estratosfera de gases de escape de cohetes y aeronaves que se desplazan a grandes altitudes como parte de la instrucción de combate, las patrullas de rutina o las misiones de reconocimiento.

31. Los accidentes con equipo militar suceden a menudo y en circunstancias muy diferentes. La mayoría de los accidentes no tienen consecuencias para el medio ambiente, aunque algunos, como los derrames de petróleo, pueden afectarlo: en ese caso, sin embargo, son similares a los **causados** por las actividades civiles. Desde el punto de vista ecológico, los accidentes militares que causan más preocupación son los que ocurren con armas o reactores nucleares en satélites y embarcaciones. Las caídas de bombarderos B-52 de los Estados Unidos provistos de armas nucleares, como en Palomares, España, en 1966, y en Thule, Groenlandia, en 1968, requirieron operaciones de limpieza costosas y trabajosas, aunque no hubo ninguna explosión nuclear. Otros casos más recientes han sido la caída a la **Tierra**, en el Canadá, en 1978, del satélite soviético Cosmos 954 provisto de un reactor nuclear y el hundimiento de submarinos soviéticos propulsados por energía nuclear **en** el Atlántico norte en 1988 y 1989. En el caso de los submarinos, los efectos sobre el medio ambiente fueron mínimos porque los submarinos se hundieron en aguas muy profundas; sin embargo, un desastre similar en aguas poco profundas podría crear problemas graves.

32. En los últimos años, el impacto ambiental de las medidas de desarme también ha sido **motivo** de preocupación. Los tanques, cañones y otras armas pueden desmantelarse y sus componentes se pueden reciclar, siempre que ello sea económico. Las municiones no se pueden descartar de esta manera tan directa, porque sus elementos activos se deben recuperar o destruir. Las armas químicas plantean problemas especiales. Después de la segunda guerra mundial, se desecharon en el Mar Báltico y en aguas adyacentes al Mar del Norte grandes cantidades de municiones químicas; la contaminación así causada duró decenios, en perjuicio de las pesquerías danesas y suecas. El retiro de tropas y el abandono de bases e instalaciones pueden dejar sus huellas en el medio local, como ha ocurrido en Europa oriental a raíz del retiro de tropas soviéticas de los países que formaban parte del Pacto de Varsovia. **Recientemente** se ha **agudizado** la preocupación por las consecuencias para el medio ambiente de las reducciones de armamentos y fuerzas armadas.

c. Actuales cambios en las posiciones militares y políticas internacionales

33. En los últimos años simultáneamente ocurrieron dos hechos: una pronunciada reducción de las tensiones políticas entre las Potencias militares, acompañada por una serie sin precedentes de medidas para reducir los armamentos, las **fuerzas** armadas y los gastos **militares**; y un leve incremento del interés **político** en las cuestiones ambientales que están surgiendo.

34. Tras llegar a un nivel máximo de casi 1 billón de dólares en 1986, el total de gastos militares por año del mundo está **comenzando** a disminuir y se prevé que en el futuro cercano se **reduzca**, en el caso de las Potencias militares, en por lo menos un 5%. Con la firma en 1988 del Tratado entre los Estados Unidos de América y la **Unión** de Repúblicas Socialistas Soviéticas sobre la eliminación de sus misiles de alcance intermedio y de menor alcance (Tratado sobre las fuerzas nucleares de alcance intermedio) **5/**, se eliminó toda una clase de sistemas de armamentos. En virtud del Tratado, los Estados Unidos y la Unión Soviética están negociando una reducción del 30% de sus armas estratégicas ofensivas. El Pacto de Varsovia ya se ha disuelto y la OTAN ha anunciado planes de reducir considerablemente sus **fuerzas** armadas. Como resultado de la conclusión de las conversaciones sobre las reducciones de las fuerzas convencionales en Europa, celebradas en Viena, se ha dispuesto una reducción en gran escala de las armas y **fuerzas** armadas convencionales en Europa central. Se están celebrando negociaciones para concertar una convención multilateral **sobre** las armas químicas. Con **arreglo** al Tratado sobre las fuerzas armadas convencionales en Europa **6/**, firmado en junio de 1990, los Estados Unidos y la Unión Soviética **comenzarán** a destruir sus armas nucleares, para llevar sus existencias de dichas armas a niveles considerablemente inferiores a los previstos en la **convención** multilateral.

35. La eliminación de armamentos y otro equipo militar y la reducción de los efectivos y los gastos militares no son ninguna innovación. Las naciones rutinariamente han retirado sistemas de armas anticuados, descartado equipo cuya vida útil ha vencido, realizado reducciones de sus fuerzas armadas tras importantes campañas militares y recortado sus gastos militares. Sin embargo,

en muchos sentidos, las medidas más recientes de reducción de armamentos son de un alcance sin precedentes y, en un contexto político más amplio, traen aparejadas, cada una, consecuencias para el medio ambiente.

36. La aplicación de las medidas de reducción de armamentos adoptadas recientemente tendría las siguientes consecuencias: se reducirían los gastos por concepto de personal para fabricar, manejar y mantener **las** armas; habría que adquirir y mantener menos maquinaria; y las naciones dedicarían una menor parte del sector industrial a la producción con fines militares. El sector militar ya no requeriría los servicios de millones de soldados, cientos de miles de fábricas y centros de diseño y miles de empresas industriales. Es demasiado temprano para determinar cuantitativa y cualitativamente **qué** parte del personal, la maquinaria y el equipo **mi itares** serían adecuados y estarían disponibles para perseguir fines ecológicos.

37. La mayoría de los acuerdos de reducción de armamentos concertados a fines del decenio de 1980, como el Tratado sobre la no proliferación de **las** armas nucleares (resolución 2373 (XXII) de la Asamblea General) y el Tratado entre los Estados Unidos de América y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas sobre la limitación de los sistemas de misiles antibalísticos **7/**, tenían **por** objeto velar por que no se llevaran a cabo ciertos tipos de actividades (**con** excepción de la Convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción y el almacenamiento de armas bacteriológicas (biológicas) y toxínicas y sobre su destrucción (anexo de la resolución 2826 (XXVI) de la Asamblea General). Esos acuerdos no requerían la destrucción de armas existentes, como se prevé en las negociaciones en curso sobre las armas químicas y se estipula en el acuerdo de 1990 sobre las reducciones de las fuerzas convencionales en Europa. La destrucción de todas las armas químicas existentes, Independientemente de que formen parte de un arsenal contemporáneo o sean reliquias de **guerras** pasadas, plantea graves problemas ambientales, puesto que comprendería decenas de miles de toneladas de iperita (gas **mostaza**), gas neurotóxico y otros agentes químicos, incluidas las municiones y sus envases.

38. Se están considerando distintos métodos ecológicamente aceptables de destrucción, **neutralización** y eliminación de armas. La destrucción mecánica de las municiones no siempre es práctica y aceptable. Para destruir sustancias como los propulsores de cohetes se utilizan técnicas de incineración: consideraciones similares se aplican asimismo a las municiones químicas y biológicas, que por su naturaleza son motivo de especial preocupación.

39. Al escoger métodos ecológicamente aceptables de destrucción de cualquier tipo de armas es necesario estimar la capacidad de las fábricas de municiones para formar parte de los programas de destrucción y **neutralización** de armas.

40. El método de eliminación debe incluir disposiciones apropiadas de protección del personal. Todas las operaciones requieren medidas precautorias adecuadas para confinar la liberación accidental de la carga de las municiones, **neutralizar** los efectos de las sustancias químicas, de ser posible, y eliminar eficazmente los productos finales. La incineración es el método más habitual en la actualidad. Se están considerando otros métodos con la finalidad principal de abaratar el costo de las operaciones y obtener

subproductos que no **dañen** el medio ambiente. Una consideración importante, que también acentúa la necesidad de estas nuevas tecnologías, es la evolución de la **legislación** nacional, como la Ley sobre el aire puro, en los Estados Unidos, y leyes similares en otros **países**.

41. A los peligros para el **medio** ambiente que **entraña** la destrucción de las armas **se suma** el elemento de **costo**. La eliminación del equipo convencional es relativamente menos costosa y **podría** financiarse mediante la **venta** de los **restos** de metal como chatarra, de ser necesario. En cambio, el costo de la **destrucción** de las armas químicas **es** alto, tal vez de 3 a 10 **veces** mayor que el costo de su producción. En **principio**, los agentes de guerra química se pueden destruir fácilmente mediante **procesos** de **incineración**; sin embargo, muy pocos países cuentan con las **instalaciones** necesarias.

42. Un problema político que hasta ahora ha recibido **escasa** atención en el examen de las cuestiones ecológicas **es** la condición del medio ambiente de Europa oriental, acerca del cual **era** poco lo que **se** sabía hasta que tuvieron lugar los cambios revolucionarios de **1989**. En la mayor parte de esa región, la prioridad que se dio al cumplimiento de cuotas de producción y la dependencia de tecnologías anticuadas tuvieron efectos negativos. Se ha vinculado a problemas **crónicos** de salud con la severa contaminación causada, en **algunos** casos, por la **utilización** de energía generada utilizando lignito. El lignito es un carbón blando de **alto** contenido de **azufre** con un **índice** de contaminación por unidad de calor **superior** al de los carbones duros. Se estima que algunos ríos están tan contaminados que sus aguas no pueden ser **utilizadas** siquiera por la industria. **Además**, grandes extensiones de tierra han **sido** dañadas por la lluvia ácida.

43. En general, Europa occidental ha adoptado normas más estrictas de protección del medio ambiente, pero **aún** así experimenta graves problemas ecológicos. **El** Mar del Norte y el **Mediterráneo** están siendo contaminados cada vez más por los desechos industriales y de los hogares. La lluvia ácida **también** se ha constituido en un grave problema para varias zonas de Europa central.

44. Un aspecto importante de los **últimos** acontecimientos es el sutil cambio político **consistente** en dar más importancia a las **cuestiones** económicas que a las militares, con las consecuencias **significativas** para el medio ambiente que ello acarrea. Durante mucho tiempo se consideró en general que la posesión de un poderío militar abrumador daba suficiente protección contra las amenazas a la seguridad nacional. **Evidentemente**, el poderío militar no sirve de garantía contra la degradación del medio ambiente. Antiguamente, el motivo principal de preocupación era el efecto del desarrollo industrial sobre el medio ambiente. En la actualidad se considera, respecto de un mayor **número** de esferas, que la **destrucción** del medio **ambiente** afecta las perspectivas de crecimiento **sostenido** y desarrollo económico. Llevará tiempo tener plenamente en cuenta en las políticas nacionales **los** efectos de estos criterios cambiantes. **Aún así**, ya hay indicaciones de que las estrategias nacionales económicas y eficaces para la protección del medio **ambiente** prevén la posible utilización de los recursos relacionados con **el** sector militar.

D. Experiencias nacionales

45. Las experiencias nacionales respecto de la **utilización** con fines ambientales de recursos relacionados con el sector militar varían de un país a otro debido, en parte, al diferente tamaño de sus respectivas fuerzas armadas. También son afectadas por las decisiones, de naturaleza normativa, en virtud de las cuales se fijan prioridades ambientales, por el grado de adelanto tecnológico y por factores institucionales y estructurales que rigen la movilidad entre los sectores civil y militar de las economías nacionales. A continuación se describe la experiencia recogida en algunos países.

46. En los Estados Unidos se han aplicado muchas reglamentaciones que se ocupan de diferentes aspectos de la contaminación del medio ambiente. Por ejemplo, durante el período **1955-1988** se publicaron **más** de 20 documentos de fondo sobre este particular. Las industrias vinculadas con la defensa ya están reorientando parte de sus actividades hacia la protección del medio ambiente. El cumplimiento de los tratados de reducción de armamentos y las reducciones **unilaterales** de armamentos plantean problemas nuevos y difíciles, como en el caso de la **eliminación** de misiles y de armas químicas. El Departamento de Defensa puede influir **en** una gran cantidad de personas en los Estados Unidos y en otros países porque cuenta con **2,1** millones de empleados militares, más los **2,9** millones de familiares de éstos, **1,1** millones de empleados civiles, **1,7** millones de miembros de la Guardia Nacional y de la Reserva, un presupuesto anual de casi 300 mil millones de **dólares**, decenas de miles de contratistas y 532 instalaciones de importancia, incluidas bases en 21 territorios de los Estados Unidos y países. Esas instalaciones comprenden puertos y aeropuertos, instalaciones industriales, laboratorios, polígonos de tiro y otras instalaciones.

47. Se está desviando una considerable cantidad de recursos hacia la ordenación del medio ambiente. El Departamento de Defensa ha concentrado sus esfuerzos en la Iniciativa de Defensa y Medio Ambiente. Se han destinado más de 200 millones de dólares a proyectos de reducción al mínimo del volumen de desechos peligrosos. Se gasta aproximadamente 50 millones de dólares al año en programas de investigación y desarrollo del medio ambiente y el Departamento ha establecido **el** Comité **coordinador** de las técnicas de rehabilitación de instalaciones como foro de intercambio de la información técnica derivada de los programas ambientales y de investigación y desarrollo del Departamento. Recientemente se **creó** el Programa de investigación y desarrollo ambientales estratégicos en que participarán los laboratorios del Departamento de Energía, del Departamento de Defensa y del Organismo de Protección del Medio Ambiente. Para el ejercicio económico de 1991 se asignaron al programa 150 millones de dólares, cifra que, **según** se espera, habrá de incrementarse durante varios años. La legislación pertinente, que incluye disposiciones sobre la transferencia de tecnología, mejorará la eficiencia de los distintos organismos al centralizar los recursos y reducir al mínimo la duplicación.

48. Entre 1975 y 1985, el Departamento de **Defensa** logró reducir en un 180 el consumo de energía por pie cuadrado; desde 1985, se ha logrado otro 5% de reducción, con la consiguiente disminución de emisiones contaminantes y otras consecuencias sobre el medio ambiente.

49. Debido primordialmente a sus funciones de defensa relacionadas con la investigación de las armas nucleares y la energía, durante un período de 40 años el Departamento de Energía ha introducido grandes cantidades de elementos **radiactivos** y **contaminantes químicos peligrosos** en el aire, el suelo y las aguas subterráneas y superficiales, los que han sido dispersados o corren el riesgo de ser dispersados por las aguas subterráneas. Como resultado, hay un gran volumen de suelos y aguas subterráneas ligeramente contaminados que son difíciles de tratar y por su inaccesibilidad, y de limpiar conforme a las normas en la materia. Las tecnologías de que se dispone actualmente no permiten al Departamento de Energía determinar rápida, exacta o eficientemente la naturaleza y el alcance de la contaminación **subterránea**, la trayectoria de los contaminantes y las tasas de contaminación: tampoco le permiten confinar y tratar rápida y eficazmente las capas contaminadas por desechos, ni siquiera cuando se conocen la ubicación y las características de los contaminantes.

50. El Departamento de Energía ha establecido un programa de varios miles de millones de dólares como parte de su compromiso de rehabilitar sitios contaminados y perfeccionar las operaciones de eliminación de desechos. El Programa de investigación, desarrollo, ensayo y evaluación tiene por objeto aplicar las tecnologías de que se dispone actualmente y desarrollar nuevos métodos de ordenación ambiental que sean más rápidos, mejores, menos costosos y más eficaces. Se espera que las asignaciones para ese Programa se incrementen de unos 200 millones de dólares, en el ejercicio económico de 1990, al 10% aproximadamente del presupuesto total para el programa de rehabilitación del medio **ambiente** y eliminación de desechos. Los programas de cooperación con el **sector** industrial respecto de métodos de fabricación que tengan en cuenta el medio ambiente, sumados a la reducción del consumo de energía y del volumen de desechos, han creado una mayor demanda de los servicios de transferencia de tecnología, ya bastante activos, de los laboratorios del Departamento.

51. Como ejemplo de iniciativas destinadas a incorporar las actividades de entidades nacionales en las de la comunidad internacional cabe mencionar: una **Junta** asesora especial sobre la transferencia internacional de tecnología ambiental, que depende del Administrador del Organismos de Protección del Medio Ambiente; varios foros internacionales, como la Conferencia ecológica mundial de 1992: la exposición organizada por la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos; y una amplia coalición de organismos públicos nacionales e internacionales, asociaciones del sector privado y sociedades profesionales (en el apéndice 1 figura una lista de las tecnologías ambientales, energéticas y de comunicaciones de que se dispone o que se encuentran en proceso de desarrollo).

52. En la Unión Soviética, las fuerzas políticas, económicas, científicas y tecnológicas están pasando por un proceso de cambios radicales que, entre otras cosas, prevén la conversión y otros métodos y formas de derivación de los recursos relacionados con el sector militar al sector civil. La protección del medio ambiente es integrante de esos cambios. El sector militar tiene una gran capacidad de investigación y fabricación. Se estima que hasta un **40%** de la producción de maquinaria y casi un 75% de las actividades de investigación y desarrollo de la Unión Soviética están

relacionadas con el sector militar. En los recientes intentos de la Unión Soviética de reasignar recursos relacionados con el sector militar al sector civil se han tenido en cuenta aspectos ecológicos. Esta transferencia de recursos ha comenzado ya en más de 420 empresas y en 200 institutos de investigación y oficinas de diseño pertenecientes a las industrias de defensa. Se calcula que, en 1990 solamente, más de 500.000 personas del sector militar comenzaron a trabajar en el sector civil, incluso **en** esferas importantes para la protección del medio ambiente. Se están descentralizando las estructuras de organización y gestión.

53. **Comités** especiales (incluidos **comités** a nivel del Gobierno de la Unión), ministerios, oficinas de diseño, plantas de producción, organizaciones científicas (de **índole principalmente** consultiva) e incluso nuevas empresas y fondos, entre los cuales el Fondo internacional para la conversión es uno de los más importantes, están ejecutando proyectos de conversión, entre los que se cuentan proyectos de protección del medio ambiente. En la Academia de Ciencias hay un Comité especial de conversión, dedicado primordialmente a efectuar estudios científicos en la materia, en los que **también** participan sindicatos y asociaciones profesionales. Sin embargo, los principales criterios conceptuales y de ejecución de la conversión son elaborados por el sector militar, que en muchos casos no está al corriente de las características particulares de las operaciones del sector civil ni de las formas de satisfacer las necesidades sociales. Algunas industrias y plantas tratan de aprovechar su capacidad de producción, su personal calificado y sus recursos de materiales para producir, en el menor tiempo posible, todo tipo de productos comercializables.

54. Otros aspectos que exigen la urgente adopción de medidas encaminadas a mejorar la calidad del medio ambiente, entre las cuales la transferencia con esa finalidad de recursos relacionados con el sector militar es sólo un elemento, aunque muy prometedor, son dictados por el hecho cada vez más evidente de que sigue empeorando la situación del medio ambiente en la Unión Soviética. La declaración formulada el 27 de noviembre de 1989 por el Soviet Supremo de la URSS, "sobre cuestiones urgentes del mejoramiento de la situación ecológica en el país", confirma la existencia de zonas de desastre ecológico que requieren la prestación de asistencia especial del Gobierno central. Representantes oficiales del Comité de Ecología del Soviet Supremo de la Federación Rusa han indicado que por lo menos el 1% del territorio total de Rusia **reúne** las condiciones de zona de desastre ecológico. Las zonas más perjudicadas son las regiones afectadas por la catástrofe de Chernobyl, el mar **Aral** y las regiones circundantes. En declaraciones emitidas por el Soviet Supremo de la URSS el 4 de marzo y el 19 de abril de 1991 se analizó detalladamente la forma en que **podrían** eliminarse los problemas ecológicos más graves de esas zonas, Como en general se carece de recursos suficientes para la protección del medio ambiente, la idea de obtener esos recursos de fuentes relacionadas con el sector militar podría contar con el amplio apoyo de la población soviética.

55. Una de las tareas principales del Programa estatal de protección del medio ambiente y aprovechamiento idóneo de los recursos naturales consiste en racionalizar la actividad económica en todo el país con arreglo a criterios ecológicos. Se considera que la conversión de los recursos relacionados con

el sector militar ofrece muy buenas posibilidades para utilizando la **capacidad** intelectual, **técnica e industrial** de las **organizaciones** de investigación y diseño, y de las organizaciones industriales y del sector militar, superar la crisis ecológica. Algunos grupos científicos y técnicos de la Unión Soviética se proponen organizar un nuevo sector orientado hacia el medio ambiente y basado en las industrias relacionadas con el sector militar.

56. En China, la transferencia de recursos del sector militar al sector civil en el último decenio se ha concentrado en el desarrollo económico y social. Se ha establecido una Oficina de Coordinación de la Conversión encargada de aplicar la política de combinar la **producción** militar con la civil y de transferir las tecnologías de defensa al sector civil. Durante ese mismo período, se han hecho esfuerzos cada vez mayores para atender a la empeorante situación del medio ambiente causada por la contaminación. La Oficina de **Coordinación** de la Conversión, la Oficina Estatal de Protección Ambiental y otras instituciones interesadas han servido de foro para el intercambio de información y los contactos entre las industrias de los sectores militar y civil, y han celebrado ferias y exposiciones sobre nuevos productos y tecnologías relacionados con el medio ambiente.

57. El sector militar, con sus tecnologías avanzadas, equipo y personal más calificado ha desempeñado un papel importante en el programa ambiental de China. Personal y aviones militares han participado en trabajos de forestación, protección de bosques y socorro de emergencia. Las instituciones militares de investigación han efectuado investigaciones ambientales, por ejemplo, sobre descontaminación y sobre protección contra la radiación y contra **agentes** químicos y otros efectos dañinos de las actividades militares. Además, han compartido con el sector civil los frutos de esos trabajos, como equipo para reducir el consumo de energía y mejorar el tratamiento de desechos. Se han **utilizado**, en puertos tanto militares como civiles, equipos desarrollados y producidos por la Marina para el tratamiento de derrames de **petróleo**. En los últimos años, el sector militar ha establecido un centro de vigilancia ambiental para registrar el grado de contaminación de las actividades industriales de los sectores civil y militar.

58. En la Alemania unificada, el final de la guerra fría ha brindado oportunidades extraordinarias para la **conversión** del sector militar, en especial con el fin de proteger el medio ambiente. Durante **más** de 40 años la **concentración** de tropas más grande del mundo, a lo largo de la divisoria de Alemania, impuso una pesada carga al medio ambiente. La opinión pública ha tomado una mayor conciencia de esta **situación**, que ha conducido a la **adopción** de varias medidas encaminadas a reducir los efectos de las actividades **militares**. Antes de la unificación, las fuerzas armadas de la República Federal de Alemania gastaban **más** de 600 millones de marcos alemanes (más de 350 millones de dólares de los EE.UU.) al año en la protección del medio ambiente **8/**. En el Ministerio de Defensa de Alemania hay un departamento especial **para** la protección del medio ambiente y varias instituciones militares se **encargan** de realizar investigaciones **con fines** ecológicos y, en particular, de la vigilancia y el control de los efectos del equipo y las instalaciones militares sobre el medio ambiente. Con los auspicios del Comité sobre los Problemas de la Sociedad Moderna de la **Organización** del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), se ha asignado personal **alemán** a la evaluación del impacto ambiental de las actividades del sector militar.

59. Otras actividades comprenden la capacitación y enseñanza del personal militar respecto de un comportamiento ecológicamente racional; el desarrollo de motores, incluidos motores eficientes de aeronaves que generan menos ruido y menos contaminación; el ensayo de dispositivos que utilizan energía solar; la reducción al mínimo del volumen de desechos y de la contaminación química en instalaciones militares; la **ordenación** y eliminación de desechos tóxicos; el reciclamiento de recursos; la utilización de materiales ambientalmente inocuos; y la asignación de personal y equipo (grúas, excavadoras, etc.) para mejorar y rehabilitar los terrenos afectados.

60. Como consecuencia del proceso de desarme en Europa central, hay un gran número de sitios militares y campos de maniobra que podrían ser utilizados como reservas biológicas naturales o como zonas de esparcimiento. La utilización de simuladores reduce las repercusiones desfavorables de los ensayos y maniobras sobre el medio ambiente. La Marina de Alemania opera embarcaciones que están equipadas para luchar contra los derrames de petróleo y transportar equipo de apoyo (por ejemplo, diques), vehículos (botes, **helicópteros**) y personal para hacer frente a situaciones **de emergencia** ambiental. Mediante vuelos de observación efectuados con aeronaves especiales se ayuda a descubrir y vigilar los derrames de petróleo. En esa actividad se utilizan sistemas militares de comunicaciones y navegación. Se controla el transporte de sustancias tóxicas a través de las fronteras y se dispone de instalaciones de descontaminación. Para detectar la contaminación del aire y del suelo se ha modificado un tanque alemán de reconocimiento que normalmente se utiliza para detectar el uso de armas químicas y la contaminación radiactiva en condiciones de combate. También cabe mencionar la **adaptación** de un equipo pesado de **extinción** de incendios para su uso **desde** grandes aviones militares.

61. La informática es importante para las actividades civiles y militares de protección del medio ambiente. Se están dedicando muchos recursos a la simulación y los sistemas de información computadorizados relativos al **medio** ambiente. Alemania participa en varios proyectos de vigilancia, computación y telecomunicaciones en la esfera del medio ambiente que demuestran la utilidad **de** tecnologías de doble propósito para proteger el medio ambiente. En 1989, el Ministerio de Investigación y Tecnología decidió prestar apoyo a las Fuerzas Armadas Federales para intensificar el desarrollo de tecnologías de **información** de doble propósito, incluidas las relativas a la protección del medio ambiente **9/**.

62. En Suecia se ha hecho uso de recursos **militares**, por ejemplo, helicópteros, vehículos de oruga y equipo de construcción de **puentes** del Ejército, para atender a situaciones de emergencia ambiental como incendios, temporales de nieve e **inundaciones**. Se han utilizado unidades del Ejército y de la Marina para hacer frente a emergencias causadas por derrames de petróleo. Además, aeronaves militares recogen desechos radiactivos suspendidos en el **aire**; puestos de mando naval vigilan los buques que transportan cargas peligrosas; y unidades de ingenieros hacen volar represas de hielo de los ríos, para prevenir las inundaciones. La Defensa Civil Sueca - organismo civil - ha organizado una fuerza de socorro y salvamento para operaciones nacionales o internacionales, que recurre en parte a la utilización de equipo militar, como aeronaves de transporte, generadores eléctricos Diesel, tiendas de campaña, etc.

63. Se observa una tendencia a **utilizar** la capacidad de **investigación** militar, principalmente al Instituto Sueco de **Investigaciones** sobre Defensa, para proteger el medio ambiente. En algunos casos, se ha **tratado** de **solucionar** problemas ambientales aplicando, técnicas elaboradas **con** otros fines, como en el **caso**, por ejemplo, de la **utilización** de rayos láser para detectar ciertos contaminantes **atmosféricos** o hidroaféricos. En otros casos, el Instituto ha **ajecutado** proyectos de investigación bien definidos, como el análisis de los gases de combustión provenientes de la incineración de residuos.

64. En 1987, Suecia **estableció** en Umeå el Centro de Investigaciones Ambientales. Los miembros del Centro son el Instituto Sueco de Investigaciones **sobre Defensa**, la Universidad de **Umeå**, la **Universidad** Sueca de Ciencias Agrícolas y el Instituto Nacional de Higiene del Trabajo. Se encomendó al Centro la tarea de promover las investigaciones en materia de ciencias del medio ambiente en **Umeå**, por conducto de la cooperación entre sus miembros. En este contexto, reviste especial interés el Instituto Sueco de Investigaciones sobre **Defensa**. A diferencia de las otras **tres** instituciones que integran el Centro, las investigaciones sobre el medio ambiente no **constituyen** la misión primordial del **Instituto** Sueco. El Departamento de Investigaciones **Nucleares**, Biológicas y Químicas del Instituto Sueco en **Umeå** lleva a cabo investigaciones sobre la protección **contra** la guerra química, biológica y nuclear. Los conocimientos acumulados por el Instituto están **también** a disposición del sector civil. En lo que respecta a otras cuestiones relativas al medio ambiente, el Instituto, por conducto de las actividades de cooperación del Centro, ha realizado investigaciones sobre meteorología de la **dispersión**, materiales protectores, evaluación de riesgos, muestreo y análisis de microorganismos anemófilos y radiología. Como ejemplos de los proyectos de investigación ambiental en que ha participado el Instituto Sueco de Investigaciones **sobre** Defensa cabe señalar el estudio del destino de los radionucleidos del accidente de Chernobyl en **los** ecosistemas boreales; la elaboración de una estrategia para clasificar las sustancias químicas presentes en el medio ambiente según su grado de toxicidad; la determinación por muestreo de los **microorganismos** en anemófilos del medio de trabajo; el estudio de métodos para la determinación por muestreo de sustancias orgánicas en los gases de chimenea, en particular las **dioxinas**; y las mediciones de exposición para la epidemiología.

65. En el Brasil, las **fuerzas** armadas han participado tradicionalmente en la protección del medio ambiente. En la Constitución de 1988 figura una sección concreta, el artículo 225, en que **se estipulan** las **obligaciones** generales para preservar el medio ambiente, que también se aplica a las **fuerzas** armadas. Se ha hecho extenso uso de unidades del Ejército, la **Fuerza** Aérea y la Marina para prevenir accidentes que afecten el medio ambiente del territorio terrestre, y las aguas territoriales del país. Las reglamentaciones internas exigen que las tripulaciones de **aviones** militares o civiles comuniquen a las autoridades competentes todos los problemas ambientales, como derrames de petróleo e incendios. Además, hay unidades navales que vigilan en forma regular amplias **zonas** de los bosques **amazónicos**, el Pantanal y las aguas territoriales a fin de **prevenir** el contrabando de especies en peligro y la pesca clandestina. El personal militar brasileño también es responsable de los **programas** de **asistencia** para situaciones de emergencia en plantas de energía nuclear.

66. Las fuerzas armadas proporcionan apoyo logístico a **las** inatitucionea **encargadas** de la protección del medio ambiente. Representantes de las fuerzas armadas contribuyen también a la labor de muchas comisiones nacionales, **en** particular las encargadas de la designación de zonas ecológicas y económicas, que se han creado recientemente para ocuparse de cuestiones del medio **ambiente**.

67. Como parte del programa educacional del Ejército, se ha llevado a cabo en todo el territorio nacional una serie de actividades ambientales para unidades militares. **Esas** actividades **están** encaminadas a crear y promover conciencia de la importancia del medio ambiente, no solamente en el personal del Ejército sino también entre la población civil de las zonas en que **se** encuentran las unidades militares. Las actividades comprenden la forestación y la protección de las plantas y los animales en peligro de la flora y la fauna locales. El Ejército también ha firmado recientemente acuerdos con otros organismos públicos con objeto de aunar esfuerzos para preservar los bosques bajo su jurisdicción.

68. En la mayoría de loo países en desarrollo, la capacidad tecnológica del sector militar no es **suficiente par,** hacer frente a los problemas del medio ambiente. Cuando ha sido posible, distintos organismos nacionales de protección del medio ambiente han utilizado personal militar. Por ejemplo, Ghana ha empleado a sus fuerzas armadas para mejorar la movilidad, accesibilidad y capacidad de vigilancia del Consejo Nacional para la Protección del Medio Ambiente. Las propias fuerzas armadas han adoptado algunas medidas en ese sentido. Cuando se le solicita, la Fuerza Aérea lleva **a** cabo vuelos de reconocimiento para vigilar las reservas forestales, velando por su integridad; el uso de la **tierra** y la **desertificación;** la pesca clandestina y los vertimientos en el **mar;** y la contaminación y erosión de las costas. También realiza vuelos de **fumigación** y **está** considerando las posibilidades de la forestación área mediante la siembra desde el aire de semillas, como las de margosa. La Marina **colabora** en la lucha contra los vertimientos en el mar, la pesca clandestina o en cantidades excesivas, y los métodos ilícitos de pesca, como el uso de explosivos y de redes con mallas de tamaño insuficiente, etc. Distintas unidades de ingenieros del Ejército han colaborado en obras de erección de barreras y construcción de canales para la lucha contra las inundaciones y en proyectos de abastecimiento de agua.

69. De esta descripción selectiva de las experiencias nacionales se desprende que el mundo apenas si está comenzando a considerar la posibilidad de dedicar recursos relacionados con el sector militar, a la protección del medio ambiente. No obstante, incluso en la esta etapa temprana es posible discernir algunas de las consideraciones y limitaciones que probablemente habrán de influir en los encargados de la adopción de decisiones en el plano nacional. En consecuencia, las estrategias internacionales para la integración de los recursos relacionados con el sector militar en las políticas relativas al medio ambiente exigen un profundo análisis de toda una gama de cuestiones, como la disponibilidad de eso recursos, la medida en que son adecuads y los costos de su utilización. Estas cuestiones se examinan en el capítulo III.

III. ESTRATEGIAS ECOLOGICAS Y RECURSOS RELACIONADOS CON EL SECTOR MILITAR

A . Estrategias y necesidades ecológicas

70. En general se entiende por estrategia un conjunto de medidas encaminadas a **alcanzar** un objetivo bien definido mediante la **utilización** Óptima de los **recursos** disponibles. Para **alcanzar** el objetivo de la protección del medio ambiente hace falta un conjunto amplio de **medidas**: medidas de protección para prevenir los daños y luchar contra la contaminación, **medidas** de reparación y rehabilitación y medidas correctivas que comprendan el cumplimiento de las normas relativas al medio ambiente y el desarrollo de tecnologías eficientes desde el punto de vista energético.

71. No siempre coinciden la percepción del público y la evaluación **científica** de lo que **constituye** riesgos para el medio ambiente. Según algunos cálculos, serían necesarios **hasta** dos decenios de investigación intensiva sólo en la esfera de los cambios climáticos mundiales para poder adoptar decisiones importantes de política sobre la **índole** de las medidas requeridas para hacer frente al problema **lo**/. También discrepan en muchos casos las normas **científicas** de protección del medio ambiente y las pautas de consumo público de los recursos naturales. **Así** pues, **existe** la necesidad de mejorar la comprensión científica de los procesos naturales y la conciencia que tiene el público de la repercusión de las prácticas cotidianas sobre el medio ambiente. Las medidas preventivas de lucha contra la contaminación, las medidas correctivas de limpieza y las medidas de rehabilitación están al alcance de la comunidad mundial en general pero no al de un sólo país o grupo de países. Por lo tanto, es preciso incluir en las estrategias ecológicas un inventario mundial de los recursos idóneos y disponibles para la protección del medio ambiente.

72. En términos generales, las estrategias ecológicas comprenden la vigilancia del medio terráqueo, la evaluación de los datos obtenidos con dicha vigilancia, la coordinación de la labor científica, la gestión de las negociaciones, la promoción de nuevas pautas de cooperación internacional, la difusión de información y el fomento de la conciencia pública de los problemas ambientales. Todavía no se ha podido calcular con exactitud lo que costaría poner en práctica esas estrategias.

73. Algunas estimaciones indican que la operación destinada a invertir la crisis ambiental mundial podría tener un costo inicial de unos 774.000 millones de dólares durante los próximos diez años y tal **vez** sea esa una **cifra** demasiado conservadora. En los Estados Unidos, según los cálculos, la protección del medio ambiente suponía un gasto anual de hasta 115.000 millones de dólares al año en 1990, lo que equivale a un 2% aproximadamente del producto nacional bruto de los Estados Unidos. Se calcula que los gastos de la Comunidad Económica Europea (CEE) relacionados con el medio ambiente representan casi el **1,5%** de su producto nacional bruto. En la Europa Oriental tal vez se necesiten entre 250.000 y 300.000 millones de dólares **como** mínimo para empezar a hacer frente de manera satisfactoria al problema de la degradación del medio ambiente. En los países en desarrollo se han formulado propuestas relativas al establecimiento de un fondo para la protección del

planeta con contribuciones anuales a razón del 0,1% del producto interno bruto de todos los países, con excepción de los menos adelantados. Se prevé que ese fondo cubra únicamente el costo de desarrollar o adquirir tecnologías compatibles con la conservación de energía en beneficio tanto de los países desarrollados como de los países en desarrollo.

74. Los gastos que supone la protección del medio ambiente parecen enormes hasta **que se** comparan con los gastos que podría ocasionar la falta de atención a los **problemas** ambientales. Sólo en algunos casos muy concretos, como, por ejemplo, el de los daños causados por la lluvia ácida, es posible determinar el valor comercial de los recursos destruidos. En otros casos, como, por ejemplo, el riesgo de pérdida de la diversidad biológica, resulta difícil calcular los gastos que entrañaría la pérdida de especies enteras. Si se considerara que los daños causados al medio ambiente **mu dial** ponían en peligro la supervivencia misma de la humanidad, ningún precio sería demasiado alto para la protección del medio ambiente. Se podría establecer una comparación entre, **por** ejemplo, los gastos actuales para fines ecológicos y para fines militares. Sobre la base de la información disponible acerca de las **asignaciones** nacionales, parece que, incluso teniendo en cuenta la reciente tendencia a la reducción de armamentos, los gastos militares en todo el mundo son entre tres y cinco veces mayores que los destinados a la protección del medio ambiente.

75. El costo estimado de la protección del medio ambiente tal vez no parezca tan enorme si se facilita una parte de los recursos necesarios por medio de la redistribución, la **reorientación** y el readiestramiento del personal, el equipo, la infraestructura y los medios tecnológicos que se destinan actualmente a fines no ecológicos. En ese sentido, la comunidad internacional debe considerar seriamente la posibilidad de utilizar para fines ecológicos los recursos relacionados con el sector militar, sobre todo ahora que existe una auténtica **posibilidad** de que se liberen o se inutilicen esos recursos, dada la tendencia reciente a la reducción de armamentos y de las fuerzas armadas.

B. Integración de los recursos relacionados con el sector militar en las estrategias ecológicas: gastos y otras consideraciones

76. Para poder **utilizar** los recursos relacionados con el **sector** militar para fines ecológicos habría que tomar fundamentalmente dos grandes medidas: en primer lugar, hacer un inventario de los recursos existentes para determinar su idoneidad, **y**, en segundo lugar, adoptar un plan de acción política para garantizar su disponibilidad, **efectuando** en cada una de las dos etapas los análisis de costos y beneficios pertinentes.

77. Los recursos relacionados con el sector militar varían enormemente de una nación a otra en cuanto a su tamaño, composición y complejidad tecnológica. Esos **recursos** consisten en principio en:

a) Personal, incluidos el personal regular de las fuerzas armadas y los reclutas, así como el personal civil, técnico y de apoyo;

b) Los conocimientos profesionales y técnicos que poseen los altos mandos militares y los soldadoa, así como los científicos, los técnicos y otro personal de instituciones y organismos que prestan apoyo al estamento militar propiamente **dicho**;

c) Equipo de todo tipo, desde pistolas, tanques, buques y aviones hasta instrumentos modernos de laboratorios

d) Los fondos asignados por los gobiernos para sufragar los gastos en sueldos de los empleados de las distintas ramas de la defensa, en conservación del equipo existente y en investigación, desarrollo y adquisición de nuevo equipo;

e) La infraestructura abarcada por el uso del suelo, la masa de capital, **las** plantas de producción, la **maquinaria**, las fábricas, las oficinas de diseño y los edificios **en diversas** etapas de su vida Útil;

f) La capacidad tecnológica, que incluye las actividades de investigación y desarrollo en marcha.

78. En algunos aspectos, los estamentos militares gozan de una posición única para fortalecer la capacidad civil internacional para poner en práctica estrategias ecológicas. El personal militar está bien equipado para enfrentarse a situaciones de emergencia lo que podría ser **útil** para hacer frente a los desastres ecológicos y manipular y eliminar **sustancias radiactivas** altamente tóxicas u otras sustancias nocivas. El sector militar posee abundante información **obtenida** por medio de los servicios de inteligencia que puede ayudar a detectar cambios en la atmósfera, los océanos y la superficie de la Tierra. Los aviones militares, los buques de superficie **y los submarinos** disponen de medios **para** reunir información adicional sobre cambios climáticos y sobre el flujo y la temperatura de los océanos. Podrían emplearse fácilmente algunas técnicas utilizadas en operaciones de reconocimiento militar, como la de "**marcación**", para vigilar el transporte de **sustancias** contaminantes y tóxicas y para garantizar la utilización de métodos de eliminación de armamentos ecológicamente racionales. La técnica de "marcación" se **ha** citado ya en relación con la verificación de los límites numéricos y geofísicos impuestos por tratados, como, **por** ejemplo, el Tratado sobre las **fuerzas** armadas convencionales en Europa de 1990 **6/**.

79. Tomando como base las experiencias nacionales reales y las características específicas del sector militar, es posible en principio prever la **realización** de muchas tareas relacionadas con la protección del medio ambiente haciendo uso de personal y equipo militares. Se debe distinguir claramente entre la utilización de personal y equipo militares para fines ecológicos dentro de las fronteras nacionales, en los espacios públicos internacionales y en **zonas** bajo la jurisdicción de otras naciones soberanas. Así pues, la **utilización** de recursos relacionados con el sector militar en el marco de los esfuerzos multilaterales internacionales para hacer frente a los problemas del medio ambiente solo sería posible de conformidad con los principios establecidos del derecho internacional y respetando la soberanía nacional. Algo se podría aprender también de la experiencia de las Naciones Unidas en la promoción de la cooperación técnica internacional:

a) El personal militar podría **ser** asignado temporalmente a tareas de limpieza **y/o** rehabilitación de **zonas** contaminadas o **maltratadas**. Para todos los fines prácticos esa labor constituiría una variante de la ingeniería militar, por lo que correspondería **realizarla** idóneamente a unidades de ingenieros. Un tipo concreto de **operación** de limpieza en **el que podría ser** útil emplear a unidades militares especiales sería el relacionado con materiales o accidentes químicos o radiactivos. En **los** casos en que el volumen de trabajo que se hubiera de realizar fuera muy considerable pero no requiriera conocimientos técnicos especiales, se podrían reforzar las unidades de ingenieros con unidades militares de otro tipo;

b) Otra posible aplicación sería el uso de medios relacionados con el sector militar para la vigilancia de actividades **ecológicamente** nocivas. Se podría facilitar la reunión de datos y observaciones sobre el medio ambiente mediante la utilización de buques, aviones o naves espaciales y también mediante servicios de patrulla por cursos de agua o superficies terrestres remotas para impedir - o por lo menos; detectar y localizar - **los** usos ecológicos como el vertimiento de desechos y el derrame de hidrocarburos o riesgos naturales como los incendios en zonas silvestres. En **particular** podría ser útil la vigilancia de la alta mar, en la superficie o por el aire, mientras que la vigilancia espacial tendrá un carácter más o menos global. Los buques y las unidades de la Marina de Guerra podrían desempeñar un papel útil en la protección del medio ambiente marino. Los mares y océanos del mundo - que comprenden más del 70% de la superficie de la Tierra - constituyen espacios públicos internacionales conforme al derecho internacional. Como se señala en las conclusiones del Estudio de las Naciones Unidas sobre la carrera de armamentos navales **II**, de 1985, el personal y el equipo navales podrían contribuir a la aplicación de políticas multilaterales eficaces de gestión oceánica para la utilización pacífica del mar como medida de fomento de **la** confianza. Dicha gestión, bajo los auspicios de las Naciones Unidas, podría comprender también la vigilancia del medio ambiente marino, medidas de protección y la verificación de los acuerdos internacionales sobre el medio ambiente;

c) Las operaciones de socorro y limitación de **los daños en situaciones de** emergencia dentro de las fronteras nacionales podrían **ser** realizadas por unidades militares, dada su capacidad de respuesta rápida. Para hacer uso de esa capacidad, se podrían asignar unidades especiales a esas tareas y establecer procedimientos de alerta. Siguiendo el ejemplo de algunos países, se podría crear un cuerpo de **socorro** para casos de desastre, compuesto de personal civil y militar, para hacer frente a las situaciones de emergencia **ecológica**. Los elementos militares de esa fuerza podrían proceder de unidades de ingeniería y médicas. La fuerza podría utilizar tipos especiales de equipo del sector militar, **tales** como vehículos ligeros sobre orugas, embarcaciones anfibia, helicópteros y aviones de transporte;

d) Como forma especial de asistencia internacional adaptada a las necesidades concretas del medio ambiente, se podrían asignar recursos de este tipo a las Naciones Unidas de forma que se pudieran poner **a** disposición de cualquier país víctima de **un** desastre ecológico cuando lo solicitara.

80. Para determinar la disponibilidad de **recursos** relacionados con **el** sector militar para la protección del medio ambiente es importante tener en cuenta el factor costos-beneficios. Los costos comprenderían no sólo los gastos requeridos para la **reorientación**, el readiestramiento, la redistribución y el reembolso sino también las **restricciones** políticas al uso de equipo militar para fines no militares. Por ejemplo, se podría utilizar personal militar para **realizar** operaciones relacionadas con el medio **ambiente** con muy poco readiestramiento o sin que **éste** fuera necesario siempre que los interesados estuvieran dispuestos a encargarse de esas **tareas** y la nación receptora los aceptara en esa capacidad. Pero el posible **uso** de equipo e infraestructura militares para fines no militares puede acarrear gastos considerables aparte de los necesarios para la renovación. En este sentido, se puede aprender bastante **de** la experiencia general de reorientar el sector militar hacia la producción civil a raíz de la reciente tendencia a la reducción **de** los armamentos y las **fuerzas** armadas.

81. En general, en comparación con los sectores civiles de la economía, el sector de producción de material de defensa, sobre todo el de las principales Potencias, militares, tiende a concentrarse más en **las** actividades de investigación y desarrollo, usa una mayor proporción de tecnologías avanzadas y técnicas de producción, emplea obreros, ingenieros y científicos más cualificados y depende relativamente menos de las fluctuaciones de la demanda. En general, el **carácter** del sector civil y su necesidad de recursos y tecnologías difieren bastante de **las** exigencias del sector militar. No sólo son diferentes las técnicas, las tecnologías, **los** bienes **de** equipo y los recursos y experiencias humanos, sino que también lo son las aptitudes de gestión requeridas, el énfasis de los diseños y el uso final de los productos civiles. Naturalmente, hay muchos casos de superposición: una fábrica o una oficina de diseño **especializadas** en aviones de caza pueden pasar a dedicarse con relativa facilidad a los aviones de transporte, o se pueden aplicar las instalaciones de fundición y forja de una **fábrica** de tanques a la fabricación de locomotoras y material rodante. **Pero**, hablando en términos más generales, las equivalencias pueden ser imperfectas y los recursos utilizables únicamente con costosas modificaciones **12/**.

82. La mayor parte de los tanques, cañones y otro equipo militar que los acuerdos sobre limitación de armamentos vuelvan innecesarios terminarán como chatarra, a menos que se reciclen. Del **mismo** modo, los bienes de equipo afectados por la reducción de determinados tipos de armamento pueden tener una duración limitada y el costo de su restauración tal vez sea superior **al** valor que represente la reducción de su producción. Las empresas, las oficinas de diseño y la maquinaria pueden tener o no capacidad para **product s** civiles.

83. Las experiencias recientes de diversificación o conversión del sector militar con miras a la producción civil han mostrado también que, en muchos casos, puede resultar más económico cerrar las empresas y dejar de utilizar sus instalaciones que realizar gastos de restauración. Se ha puesto **de** relieve en muchas ocasiones que cualquier plan de conversión para usos no militares necesitará insumos considerables para que pueda empezar a producir resultados. Por ejemplo, en la Unión Soviética se ha calculado que para poder reorganizar la capacidad operacional y **crear** nuevas instalaciones civiles en

empresas del sector militar se **requeriría** una suma adicional de **40.000** millones de rublos aparte **de** una suma igual para actividades de investigación y **desarrollo** relacionadas con la producción civil del complejo industrial militar **13/**.

84. Cualquier ahorro resultante de la reducción de armamentos tal vez no compense plenamente del costo de la remodelación y **reorientación** del equipo y la infraestructura militares. La infraestructura de apoyo al personal y la producción militares no guarda proporción directa con el número de personas o fábricas que **se apoyan**. Los costos **fijos** no dependen **del** volumen **de** trabajo que se realice. El equipo que diseña un aeroplano será el mismo independientemente de que sean **100** o **1.000** los aeroplanos que se fabriquen. Por consiguiente, la mayoría de las naciones no pueden permitirse ya por **sí** solas el diseño y la fabricación de un nuevo avión de Caza. Cualquier reducción en el número de productos comprados en un **período** determinado resultará en un **ahorro** presupuestario proporcionalmente menor **14/**.

85. La conversión civil de equipo militar que ya no se pueda utilizar o se haya prohibido en virtud de acuerdos sobre limitación de armamentos podría plantear problemas de seguridad. Los **negociadores** querrán asegurarse de que el equipo proscrito o convertido no pueda ser reconvertido para uso militar. Aun cuando haya **posibilidades**, por ejemplo, de utilizar tanques como vehículos contra incendios en casos de desastre nuclear, siempre existirá la preocupación, justificada o **no**, de que el equipo convertido pueda burlar las intenciones del tratado de limitación de armamentos de que no se vuelva a usar. También habrá que tener en cuenta otras razones **de** seguridad al estudiar las posibilidades de utilizar un importante recurso relacionado con **el** sector militar que posee **el** máximo potencial para fines ecológicos, a saber, los recursos **científicos** y tecnológicos con que cuentan los estamentos militares.

C. La capacidad tecnológica del sector militar

86. Entre los recursos tecnológicos con que **cuenta el** sector militar **se** incluyen sus actividades de investigación y desarrollo, sus laboratorios, su equipo y sus expertos de la comunidad científica. En el **caso de** las grandes Potencias militares, no sólo son amplios esos recursos sino que relativamente no se han visto **afectados** por la tendencia reciente **a** recortar el presupuesto de defensa. Por ejemplo, en la mayor parte de los **países** de la OTAN **las** actividades de investigación y desarrollo gozan de un nivel de financiación superior al que nunca han tenido. En la República Federal de **Alemania**, se ha calculado que el presupuesto de investigación y desarrollo del Ministerio **de** Defensa aumentó en un **11,3%** en 1990. En Francia el presupuesto asignado a la investigación y el desarrollo de armas convencionales **aumentó** en un **14%** en 1990 **y** los programas espaciales del Ministerio de Defensa aumentaron en nada menos que el **52,3%**. En el Reino Unido la situación es algo diferente: mientras que el presupuesto público de investigación y desarrollo ha disminuido de manera general (en términos reales), la porción **correspondiente a** las actividades de **investigación y** desarrollo del Ministerio de Defensa ha permanecido constante. El Gobierno ha tratado de alentar a las empresas privadas a que corran con parte de los gastos de investigación y desarrollo.

En la actualidad, los gobiernos de la mayoría de los países parecen seguir una estrategia doble: se da más importancia que antes a las negociaciones sobre limitación de armamentos convencionales y la reducción negociada de personal y equipo forma parte de la política oficial, pero por otra parte, no se ha detenido el proceso de fabricación de armamento nuevo y complejo. Hasta ahora **se han cancelado** pocos de los principales proyectos, aunque se han aplazado algunos programas pequeños de baja prioridad y en **ocasiones** se ha reducido el número de sistemas que se va a adquirir. Por consiguiente, es probable que el sector militar mundial sea uno de los principales consumidores de tecnologías **avanzadas** en un futuro próximo, como lo ha sido en los últimos cuatro decenios.

87. La mayor parte de las **tecnologías modernas son** fundamentalmente ambivalentes y pueden **utilizarse** tanto para fines militares como civiles. Esa dualidad hace que aumenten las **posibilidades** de reorientar las tecnologías **relacionadas** con el sector militar hacia el sector civil sin modificaciones costosas, incluso su aplicación a los problemas ecológicos. Ahora bien, al tomarse **medidas prácticas** en ese sentido se debe reconocer que los sistemas militares de gran complejidad **basados** en tecnologías **avanzadas** no están contruidos expresamente para fines ecológicos. En muchos casos tienen un exceso de **especificaciones**, son demasiado complejos y no resultan eficaces en **función** de los gastos para ser utilizados con fines civiles y ecológicos. No obstante, debería ser posible aprovechar lo que ya se ha invertido **en** el perfeccionamiento de la capacidad tecnológica del sector militar, sobre todo en la esfera de la **investigación** y **el** desarrollo.

88. En muchos **países**, las actividades de **investigación** y desarrollo para la defensa están a menudo **más** diversificadas y revisten más aspectos diferentes de lo que en **general** se piensa. Una de las **razones puede** ser la tradición, junto con el hecho de que podría llevar muchos años determinar si un hallazgo científico tiene aplicaciones y, en caso afirmativo, para qué. En consecuencia, y tal vez en contra de la opinión más **generalizada**, los laboratorios del Sector militar dedican una gran parte **de** sus esfuerzos a **investigaciones** que no son en **sí puramente militares; las** aplicaciones pueden **servir** para ambos propósitos. Hasta que estén disponibles sólo 58 pueden considerar instrumentos posibles para la protección del medio ambiente. Entre los ejemplos se cuenta la tecnología de materiales y tecnologías nucleares muchas menos nuevas como **las** relativas a la transmutación de los desechos radiactivos. Se podría utilizar **un** enfoque similar para otras importantes esferas tecnológicas.

89. Los estamentos militares modernos apoyan en cinco principales esferas de la tecnología, a saber, la tecnología nuclear, la tecnología espacial, la tecnología de materiales, la informática y la biotecnología, y sobre **el** uso de esta última para fines militares pende ya un rígido tabú a nivel **internacional**. En el informe del Secretario General sobre los avances científicos y tecnológicos y su repercusión en la seguridad internacional (A/45/568) se **señala** que no se **prevé** que en el futuro inmediato se logren grandes progresos en la esfera del uso de la tecnología nuclear para fines militares. Los adelantos de **la** tecnología espacial siguen alimentándose de una multitud de disciplinas científicas diferentes, **desde** la química aplicada al desarrollo de los propulsores de cohetes y la matemática empleada en los

cálculos de las Órbitas hasta la sicología que estudia el aislamiento prácticamente total de los astronrutas en condiciones de gravedad nula. Siguen **realizándose** grandes progresos en las esferas de la tecnología de materiales y la informática.

90. La informática (que comprende tanto equipo como programas de computadora) **pa·ece** ser a corto plazo especialmente adecuada a las necesidades de la protección del medio ambiente. Basada en una serie de innovaciones interrelacionadas introducidas en las tecnologías de la microelectrónica, las computadoras y las telecomunicaciones, la informática esta extraordinariamente difundida. En ella se basan los progresos logrados en las tecnologías de materiales, espacial y nuclear y la biotecnología, aunque en **si** misma dependa **únicamente** de la tecnología de materiales. Todas las principales tecnologías **dependen** de la información para sus investigaciones y sus sistemas de ordenación y control, hasta el punto de que en alguna ocasión se ha señalado que la información constituye el núcleo central do la actual oleada de cambios tecnológicos **15/**.

31. Cuatro importantes tareas militares se relacionan en general con la informática: el reconocimiento de fuerzas móviles del enemigo; las comunicaciones para asegurar una conexión y un control suficientes de las propias fuerzas; el mando y el control con apoyo de sistemas de información; y los sistemas de armamentos automatizados y con inteligencia. Para esas funciones son importantes las siguientes subesferas **tecnológicas**: la microelectrónica, el procesamiento de imágenes, la ingeniería asistida por computadora, la ingeniería de programas, las estructuras de computadoras (arquitecturas, configuración), la tecnología de las comunicaciones y los sistemas de inteligencia y expertos artificiales. En el estudio anual de las nuevas tecnologías militares correspondiente a 1989, preparado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, se incluyen 22 esferas críticas, la mayor parte de las cuales son importantes para los sistemas de información tanto en el sector civil como en el militar (véase el apéndice 1).

92. Para llevar a cabo misiones militares, **los** estamentos militares modernos han desarrollado **técnicas** muy avanzadas, como, por ejemplo, sensores; plataformas, como, por ejemplo, satélites; equipo, **como**, por ejemplo, computadoras; redes de comunicación: sistemas mundiales de fijación de posiciones; y simulacros y ejercicios modelo. En algunos casos, ya se ha hecho o se está haciendo uso de la informática para fines ecológicos o bien la adaptación resulta fácil. En otros casos puede adaptarse la tecnología subyacente. En el capítulo IV figura un estudio de las aplicaciones de la tecnología al medio ambiente.

D. Cómo hacer que el sector militar enaa un interés en la protección del medio ambiente

93. A primera vista podría parecer que las necesidades del medio ambiente constituyen otro caso más entre los numerosos en que se reclaman los recursos que actualmente se dedican al sector militar y, por lo tanto, estaría sujeto a todas las limitaciones acostumbraadas, de carácter interinstitucional, económico, político y estratégico. Las relaciones entre el **sectcr** civil y el

militar en la sociedad, la competencia entre la producción militar y la civil en la economía, las prioridades políticas y ciertas consideraciones relativas a la seguridad **pueden** menoscabar el apoyo al uso de recursos relacionados con el sector militar como instrumentos para la protección del medio ambiente. Al mismo **tiempo**, ha surgido una nueva gama de posibilidades aún sin explorar a **raíz** de las tendencias recientes en la situación internacional, es decir, la distensión política, la desescalada militar **y** el reconocimiento cada vez mayor de que muchos de los problemas del medio ambiente tienen un alcance mundial. En estas circunstancias, el desafío que supone la **protección** del medio **ambiente podría** muy bien representar una oportunidad para los militares. Sin embargo, la protección del medio ambiente abarca una amplia gama de cuestiones y la optimización **ecológica** de las actividades relacionadas con el sector militar debe considerarse una de ellas. Aunque **necesariamente** implica un trueque entre la asignación de recursos para lograr objetivos rivales y a veces incompatibles entre sí, es importante subrayar que el programa para la protección del medio ambiente debe determinarse de acuerdo con imperativos **ecológicos** y no militares.

94. Tanto el sector del medio ambiente como el sector militar siguen un criterio multidisciplinario y orientado hacia las tareas para alcanzar sus respectivos objetivos. Los dos están sujetos a normas y **reglamentaciones** gubernamentales rigurosas. El sector militar cuenta con personal directivo muy capacitado y competente en los estudios de sistema? y análisis de políticas necesarios para la selección de proyectos nacionales, teniendo en cuenta la infraestructura nacional y los recursos propios de cada país. Sería muy útil aplicar dichos conocimientos a la evaluación de los riesgos ecológicos, **la** determinación de las **tecnologías** apropiadas y el desarrollo de tecnologías inocuas para el medio ambiente y eficientes desde el punto de **vista** energético.

95. Un factor crucial en la reorientación ecológica de **los** estamentos militares sería el **incentivo** económico basado en las **consecuencias** de tener en cuenta o no los problemas del medio ambiente. **Está** aumentando el uso de equipo relacionado con el sector militar, como supercomputadoras e instrumentos de navegación, para la protección del medio ambiente en un momento en que centenares de contratistas del sector de defensa de los países industrializados deben hacer frente a un mercado cada vez más reducido para sus productos. Los estamentos militares tal vez desearían considerar si sería más conveniente, desde el punto de vista de los **costos**, utilizar, por ejemplo, una fragata como plataforma de observación meteorológica en el mar que dejarla en un muelle para no utilizarla.

96. Una característica que distingue a todos los recursos **relacionados** con el sector militar es que, en principio, están a la inmediata **disposición** del gobierno. Se facilitaría a los gobiernos la decisión de llevar a cabo una reasignación si se estableciera una comparación entre el costo de una tarea relacionada con el medio ambiente que se realizara utilizando recursos militares y los gastos que entrañaría utilizar otros medios. Si se incluyera esa clase de comparaciones en una estrategia nacional para hacer un uso distinto de los recursos militares, tal vez los estamentos militares estarían más dispuestos a cooperar, sobre todo en los casos en que una parte importante de las actividades de **producción** y de investigación y desarrollo del sector

militar se realiaan en el sector privado de la industria. Existe la posibilidad de que el readiestramiento del personal militar y la renovación del equipo militar no sean lo más óptimo desde el punto de vista ecológico **pero**, con todo, siguen siendo la mejor opción en lo que respecta a las economías nacionales en general.

97. Para **los** gobiernos resultaría **más** fácil adoptar la política de utilizar los **recursos** relacionados con el sector militar para fines ecológicos dentro de la nación que dedicar esos recurso? a una actividad ecológica desarrollada a nivel **mundial**. Los recursos **relaciona**los con el sector militar estin **distribuidos** de manera desigual entre los países industrializados y los países en desarrollo y también dentro de cada uno de estos grupos de países. Respecto de muchos países, los recursos humanos, tecnológicos y materiales de su **sector** militar no son suficientes para hacer frente a los enormes problemas **ecológicos** que se les plantean. A corto plazo es posible hacer frente a algunos de estos problemas mediante la adopción de medidas a nivel nacional, pero no es probable que con estas medidas se puedan solucionar a largo plazo los problemas del medio ambiente a nivel mundial. Por consiguiente, cada país debe asumir su parte de responsabilidad en la protección del medio ambiente de acuerdo con sus capacidades. En ese sentido, las actividades de cooperación **internacional** para hacer uso de los recursos relacionados con el sector militar para fines ecológicos podrían cumplir un doble propósito. Por una parte, podrían representar un intento **simbólico** desde el punto de vista político de fomentar la **confianza** por medio de empresas conjuntas y, por otra, podrían alentar a los estamentos militares a que asumieran una parte de **las** obligaciones con respecto al medio ambiente proporcional a sus capacidades. Hay dos importantes esferas en las que ya sería muy factible emprender esas actividades de cooperación, a saber, la transmisión de tecnología y la capacitación y educación.

1. Transmisión de **tecnología**

98. Los recursos tecnológicos de los estamentos militares modernos, por muy prometedores que sean para la protección del medio ambiente, no resultan fácilmente accesibles para todos **los** que los necesitan. Poco **significan** para más de 1.000 millones de personas de los países en **desarrollo** los rápidos avances logrados en el terreno de **la** ciencia y sus capacidades espectaculares. Su medio ambiente se mejoraría mediante un mayor **acceso** a tecnologías sencillas, por ejemplo, las que facilitan el abastecimiento de agua para el consumo; a fuentes de energía: a práctica agrícolas sostenibles; y a servicios básicos de salud, como vacunaciones y saneamiento. La educación y el acceso a tecnologías baratas, básicas y muy extendidas en nuestros días ayudarían a los pobres del mundo a mejorar su medio ambiente y **contribuirían** a los esfuerzos por reducir los riesgos para el medio ambiente.

99. El acceso a tecnologías existentes y nuevas es un **requisito** previo para la eJ.aboración de estrategias eficaces a nivel mundial para la protección del **medio** ambiente. La transmisión de tecnología a las economías en desarrollo se considera esencial para la protección del medio ambiente mundial. La transmisión de tecnología abarca una serie de actividades que requieren el intercambio de **investigaciones** y conocimientos técnicos, capacitación,

• Studio8, procesos y equipo a nivel internacional. Para explicarlo de una manera simple, ello significa que una tecnología desarrollada o poseída por un doctor o esfera (es decir, el que expone) se utiliza por otro (es decir, el que asimila), normalmente en un lugar diferente y a veces con una finalidad diferente. Esto supone muchas veces la transmisión de tecnología de una industria a otra, de una institución de investigación y desarrollo o un medio académico a la industria o de las naciana desarrolladas a las naciones en desarrollo. En la situación actual, la transmisión de tecnología puede abarcar todos esos aspectos, pero cobra dimensiones adicionales debido a la participación específica del sector militar y a que va implícito el carácter internacional de la transmisión.

100. El interés del sector comercial en las patentes industriales y los derechos de propiedad intelectual y las consideraciones que desde el punto de vista de la seguridad plantea el compartir información de importancia estratégica han pasado a ser ya elementos familiares de los debates internacionales sobre la transmisión de tecnología entre los donantes avanzados y los receptores no tan avanzados. Los casos más satisfactorios de transmisión de tecnología han tenido lugar cuando tanto los donantes como los receptores han comprendido que tenían algo que ganar, si no lo mismo que ganar, con la operación. La transmisión de tecnología de los estamentos militares mundiales al sector del medio ambiente mundial será posible si el sector militar considera que corre el mismo riesgo que la comunidad civil internacional ante una degradación grave y a veces irreversible del medio ambiente. Peligros para el medio ambiente mundial como el agotamiento de la capa de ozono y la pérdida de la diversidad biológica no reconocen fronteras nacionales; tampoco hacen ninguna distinción entre el sector militar y el sector civil.

101. De importancia fundamental en ese enfoque global de los problemas del medio ambiente es el reconocimiento de que los países en desarrollo deben tener acceso a tecnologías eficientes desde el punto de vista energético y no contaminantes, a medios de producción (tanto de productos manufacturados como agrícolas) y a métodos de evaluación, vigilancia y corrección del medio ambiente.

2. Educación y capacitación

102. Se podría fortalecer la voluntad nacional de utilizar a nivel mundial los recursos relacionados con el sector militar como instrumentos de protección del medio ambiente si se sensibilizara a la opinión pública por medio de la educación. En muchos países no hay conciencia suficiente de la degradación del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre. Tampoco son conscientes todos los países de los efectos que producen sobre el medio ambiente sus prácticas cotidianas. Los países que no poseen los conocimientos especializados necesarios saldrían beneficiados si su personal recibiera capacitación para fortalecer sus organizaciones de protección del medio ambiente. El personal en cuestión ayudaría a educar al público para que se tuviera amplia conciencia de los peligros reales o potenciales que amenazan al medio ambiente de los distintos países y de lo que las propias poblaciones pueden hacer para reducir esos peligros. También se podría fortalecer el

apoyo público a la **utilización** de recursos relacionados con el sector militar como instrumentos de protección del medio ambiente si participara personal tanto civil como militar en la educación en materia de medio ambiente.

103. A todos los países les interesa hacer un uso óptimo de los recursos disponibles, incluidos los que se dedican actualmente al sector militar. Con ese fin **es sumamente** importante que se invierta en **educación** y capacitación para promover el aprovechamiento ecológicamente **eficaz** de los recursos naturales. Además, algunos de los recursos financieros que quedarán disponibles al reducirse los presupuestos de defensa podrían ayudar a que se adoptasen unas pautas de crecimiento y **consumo** más sensatas desde el punto de **vista** ecológico. Los métodos que **utiliza** el sector militar para la eliminación de sustancias peligrosas servirán para garantizar que los desechos tóxicos se eliminen de forma adecuada en lugar de verterse en senas que no están preparadas para recibir **tales** desechos.

IV. APLICACIONES AL MEDIO AMBIENTE DE LAS **TECNOLOGIAS** RELACIONADAS COY EL SECTOR MILITAR

104. La Asamblea General **reconoció**, en su resolución 441228 relativa a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, la función decisiva que desempeñan la ciencia y la tecnología en la protección del medio ambiente. Las tecnologías relacionadas con el sector militar **revisten** interés desde la perspectiva del medio ambiente por dos razones: **por** una parte, para resolver efícaamente los problemas del medio **ambiente se** requieren tecnologías avanzadas, pero los recursos disponibles para la protección **del** medio ambiente son siempre insuficientes: las tecnologías avanaadas necesarias existen, pero no están suficientemente orientadaa hacia objetivos ambientales. Por otra parte, el sector militar sigue siendo uno de los principales consumidores de tecnologías avanzadas.

105. La tecnología es, de todos los recursos relacionados con el sector militar, el que más aplicaciones tiene en el medio ambiente. La mayoría de las **tecnologías son**, por naturaleza, ambivalentes. En muchos casos, sus aplicaciones al medio **ambiente** no difieren en esencia de las militares, salvo por el hecho de que estas últimas son más complejas y costosas. Muchos sistemas se han desarrollado de forma paralela en ambos sectores; otros se crearon inicialmente para fines militares, pero han repercutido en el sector civil. En los países con economía de mercado, los fabricantes y los centros de investigación **y** desarrollo abastecen en ocasiones a ambos sectores; los laboratorios y organismos de defensa dedican a menudo una parte considerable de su trabajo a actividades no militares, y viceversa. De resultas de **ello**, parte de loa costos de **investigación** y desarrollo y de producción de tecnologías con aplicaciones civiles se sufragan con los presupuestos militares, situación que el sector industrial considera beneficiosa en ocasiones. Aunque el objeto del presente estudio son los recursos relacionados con el sector militar, no es siempre posible diferenciar lo militar de lo no militar, sobre **todo** por lo que respecta a la tecnología. Evidentemente, la inversa también es cierta, y cabe sostener que en muchos aspectos el sector civil ocupa una posición dominante.

106. La **informática, en particular**, es fácilmente **susceptible** de adaptación para **fines ecológicos**. Muchos de los resultados de las aplicaciones **militares** de esta **tecnología** pueden **utilizarse** para fines ecológicos sin gastos importantes de **modificación** del equipo y de readiestramiento del personal. En algunos aspectos, los condicionamientos tecnológicos de las aplicaciones al medio ambiente son menos restrictivos que los de las actividades militares. Con todo, las posibilidades de **aplicación** dependen en muchos casos de las **características** técnicas de la actividad de que se trate.

107. Para **alcanzar** los objetivos a largo **plazo** de la protección del medio ambiente es preciso comprender los aspectos técnicos de los riesgos naturales y antropógenos y de ser **capaz** de formular decisiones **normativas** claras y de responder con **rapidez** a **situaciones** de emergencia en el medio ambiente. El sector militar puede contribuir al logro de esos objetivos aportando los métodos y sistemas necesarios para la vigilancia del medio ambiente, reforzando los medios disponibles para responder con **rapidez** a emergencias ecológicas, **realizar** evaluaciones del impacto ambiental y adoptar decisiones al respecto, y tomando medidas para influir en el medio **ambiente**.

108. Para la **realización** de misiones militares, los ejércitos modernos han desarrollado equipos y métodos **sofisticados**: sensores, **plataformas** como los satélites, computadoras, **redes** de comunicaciones, sistemas mundiales de fijación de posiciones y actividades como la **formulación** de modelos de simulación. En algunos casos, estos métodos y equipos tienen ya **aplicaciones** en el medio ambiente o las tendrán próximamente. En otros, **utilizan** tecnologías que pueden adaptarse para actividades relacionadas con el medio ambiente. El presente capítulo se centra en los sectores en los que la dualidad de los recursos tecnológicos relacionados con el sector militar propicia su **utilización** para la protección del medio ambiente.

A. Vigilancia del medio ambiente

109. Las **amenazas** a que está expuesto el medio ambiente son a menudo el resultado acumulado de largos períodos de negligencia y abusos. Tanto para hacer frente a problemas mundiales como el agotamiento de la capa de **ozono** de la estratosfera, los cambios climáticos y la pérdida de diversidad biológica, como para responder a situaciones de emergencia ecológica en lugares concretos del mundo, la previsión de los acontecimientos tiene un valor inestimable. En este sentido, es indudable que la vigilancia del medio ambiente constituye una de las principales medidas preventivas y de diagnóstico para la protección del medio ambiente. La tecnología es un valioso instrumento para esa labor de vigilancia y desempeña **una función decisiva** en programas internacionales como el Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente, La Base de Datos sobre Recursos Mundiales y el Programa **Mundial** sobre el **Ozono 16/**. Los medios de **que** se dispone, sin embargo, son insuficientes para hacer frente a los problemas del medio ambiente. La utilización de las tecnologías relacionadas con el sector militar ya existentes supondría una importante mejora de los medios tecnológicos y de los recursos disponibles para actividades **en** el medio ambiente. La utilización de instalaciones y **técnicas** militares revestiría especial **interés** para la vigilancia del medio ambiente.

110. Los organismos de **defensa** han recopilado valiosos datos sobre ñas océanos, el hielo marino, la atmósfera, **los** sistemas **hidrológicos** y vegetativos y otros **procesos** naturales¹ si se integrase **adecuamente**, esa **información** podría ayudar a comprender mejor el medio ambiente natural y las perturbaciones ecológicas producidas por el hombre. Los laboratorios de defensa existentes podrían utilizar sus recursos de computación y elaboración de modelos, para sacar mayor partido de datos que pueden obtenerse sin dificultad. Se podrían utilizar métodos de computación avanzados para interpretar loa resultados recopilados mediante sistemas de sensores.

111. Los centros militares pueden localizar los datos pertinentes, comprobar **su** idoneidad y fomentar una mayor comprensión de los fenómenos y modelos climáticos locales, regionales y mundiales. Se podría utiliaar el instrumental avanzado y de gran sensibilidad de loa laboratorios de defensa para extraer más información de las muestras geológicas y atmosféricas, que podrían revelar nuevos datos sobre la evolución del clima y de los glaciares en el pasado, la recarga da las capas acuíferas, los ciclos biogeoquímicoa, la circulación en **la** atmósfera y la química **atmosférica**.

112. Mejorando loa procesos de recopilación de datos se podría abordar una amplia gama de cuestiones ambientales y sanitarias que van desde loa efectos de las emisiones de dióxido de carbono y de otros gases relncionadoa con el consumo y la producción de energía hasta las repercusiones de posibles emisiones accidentales de sustancias peligrosas. Es preciso corregir las deficiencias que impiden determinar adecuadamente el balance de radiación de la Tierra y obtener mediciones de alta resolución vertical de variables climáticas fundamentales como el vapor de agua, los aerosoles, loa vientos y la temperatura. Aunque se están desarrollando medios adecuados para representar gráficamente las variaciones de la concentración de ozono, es preciso ampliar los estudios sobre la dinámica y la química de la atmósfera a fin de lograr mejores predicciones de los niveles futuros del ozono y los efectos **de** los sustitutos de los clorofluorocarburos. Hay que aumentar la capacidad de respuesta en caso de emergencia y vigilar de forma continuada el medio ambiente. Las plataformas y **sensores** avanzados del sector militar podrían facilitar esta labor.

113. Las plataformas de teleobservación son especialmente útiles para recopilar información que permitiría comprender mejor el medio ambiente, y en particular la atmósfera (capa gaseosa), la litosfera (**corteza** sólida de la Tierra), la hiosfera orgánica (la capa en la que hay vida) y la hidrosfera (capa acuática), incluida la criosfera (capa de hielo). (El apéndice III contiene un examen de los **sensores** instalados en satélites y de sus aplicaciones a actividades relacionadas con el medio ambiente.)

114. Los **sensores** pueden se activos o pasivos, fijos o móviles, transportados en **aeronaves**, satélites o vehículos teledirigidos (véase el apéndice III para un examen técnico).

3.15. Para las operaciones **estratégicas** y **tácticas** de defensa aérea se utilizan redes compuestas por gran número de radares terrestres de vigilancia, que pueden ser fijos o móviles. Loa sistemas aerotransportados realizan operaciones de gran alcance de reconocimiento de las fronteras aéreas y

terrestre. Los aviones estadounidenses de reconocimiento SR-71 y TR-1 permiten **vigilar** desde gran **altura** y en tiempo casi real el campo de batalla. La Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) utiliza una **versión** civil de estos aviones (**el ER-2**) para investigaciones sobre los recursos terrestres **17'**. Los aviones **mencionados** no son los **únicos** disponibles.

116. Los satélites colocados en órbita alrededor de la Tierra son plataformas **idóneas** para teledetectores que **se** utilizan para estudios mundiales. Entre los principales **satélites** militares cabría citar los satélites de reconocimiento fotográfico, por radar o electrónicos, los satélites de alerta temprana, los **satélites** de **vigilancia** de los océanos y los satélites meteorológicos y **geodésicos**. (En el apéndice III se mencionan algunos satélites estadounidenses.)

117. Algunas de las técnicas de **observación** mediante sensores que **se** utilizan en el sector militar pueden emplearse a bordo de camiones, helicópteros, aviones o barcos. Entre sus **aplicaciones** al medio ambiente figuran en análisis de aguas e incendios, la detección de **plaguicidas** o la medición de la contaminación tras un accidente.

118. Se han desarrollado trazadores con marcación **isotópica** que, combinados con análisis químicos de gran sensibilidad, permiten levantar planos de las sendas de migración de sustancias contaminantes y determinar los momentos en que se producen esas migraciones. Técnicas como la **espectrometría** de masas por aceleración sirven para detectar, en muestras muy reducidas, isótopos ambientales en baja concentración. Los radioisótopos pueden utilizarse para estudiar los ciclos **hidrológicos**, medir la erosión, detectar los flujos de energía en las redes alimentarias acuáticas y determinar la edad de masas de agua subterránea, hielos, rocas, sedimentos, etc. (véase apéndice III).

119. Cuando es preciso **realizar** mediciones **intrusivas**, se pueden idear métodos de perforación más rápidos, más baratos y que provocan menos perturbaciones: para hacer mediciones **in situ** y vigilar los efectos a largo **plazo** de las medidas correctivas se pueden utilizar **sensores** tubulares que se introducen **hasta** la base de la **perforación**. Las tecnologías no intrusivas existentes para la vigilancia geofísica pueden combinarse con radares **perfeccionados** capaces de detectar fenómenos **subsuperficiales** y con métodos avanzados de **combinación** de datos y formación de imágenes por computadora para obtener **imágenes** tridimensionales del subsuelo de gran claridad y en tiempo real.

120. Mediante teledetectores avanzados se pueden realizar estudios de los suelos y las aguas terrestres, los océanos y los ecosistemas naturales y ordenados por el ser humano. Los **sensores** pasivos son capaces de detectar la banda infrarroja **térmica** y la banda de microondas del espectro de radiaciones, que no pueden observarse con claridad en la atmósfera, y algunas de las partes viables o casi visibles del espectro. Los **sensores** activos, que exploran la superficie de la Tierra con dispositivos que generan radiaciones electromagnéticas en las bandas óptica y de radar, son independientes de las emisiones radiactivas naturales del planeta. Los **sensores** activos y pasivos son de gran utilidad en la **vigilancia** del medio ambiente (véase apéndice III),

121. Los **sensores** pasivos son espacialmente útiles para el estudio de las formaciones terrestres y de sus cambios (aspectos básicos de la geomorfología **como** las fallas, la altitud de los lechos, los **plegamientos**, la morfología de las costas, el manto **de** vegetación, la valoración de los recursos hídricos, el manto de hielo, la vulcanología, etc.). La **observación** del espectro infrarrojo térmico por ejemplo, es muy eficaz para el estudio **de** la actividad volcánica secundaria, de las corrientes oceánicas y costeras, de los incendios forestales y de las descargas de agua subterránea.

122. Los radares se utilizan para vigilar las inundaciones, los derrames de hidrocarburos en el mar, el hielo marino y la humedad del hielo. El láser tiene cada vez más aplicaciones en el medio ambiente; una de ellas es la teleobservación de los componentes, las condiciones y las propiedades de la atmósfera.

123. Entre los avances esperados para el futuro cabe mencionar la próxima generación de teledetectores por láser, que se **caracterizarán** por su **resistencia en** operaciones sobre el terreno, su mayor autonomía y facilidad de uso y su menor tamaño, y en los que la **utilización** del láser se hará extensiva a las plataformas espaciales. Las plataformas aerotransportadas existentes y perfeccionadas (como las aeronaves y los globos altamente automatizados) pueden utilizarse para estudios de la nebulosidad y experimentos que requieran la aplicación de la química de la atmósfera y la vigilancia de la atmósfera.

B. **Fortalecimiento de la capacidad de responder con rapidez a situaciones de emergencia ecológica**

124. En muchas situaciones recientes de emergencia ecológica producidas por accidentes o desastres naturales, las pérdidas humanas y materiales **se** habrían reducido considerablemente si los organismos de socorro hubieran podido actuar con mayor agilidad. Esta capacidad de respuesta rápida requiere una distribución rápida de la información y una dirección y un control eficaces de las medidas correctivas.

125. En el sector militar, y en el marco del sistema de comando, control, comunicaciones e inteligencia (**C³I**), se han desarrollado sistemas de comunicaciones que permiten coordinar numerosos elementos complejos y dispares con un retraso mínimo. Gracias **a** estos sistemas, grandes cantidades de datos procedentes de los satélites militares de **reconocimiento** se transmiten en **tiempo casi real** a terminales terrestres **fijos** y **móviles**. La **información** facilitada por los **sensores** se recopila y evalúa en centros militares de control y de operaciones que, en principio, podrían utilizarse para la vigilancia del medio ambiente. Así, desde que se decidió, en 1973, hacer públicos determinados datos que hasta entonces habían sido confidenciales, la comunidad científica puede acceder a parte de la información del programa estadounidense de satélites **meteorológicos** y de **defensa**.

126. La Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) está desarrollando su propio sistema integrado de comunicaciones, que comprende distintos sistemas de comunicaciones como las comunicaciones por radio en distintas gamas de frecuencia, sistemas de teléfono y telégrafo y comunicaciones por satélite y fibra óptica **18/**.

127. Los **sistemas** militares de comunicaciones pueden procesar y transmitir grandes cantidades de datos de numerosos y variados **sensores** y teledetectores e integrar **esa** información velozmente, a menudo en tiempo real. Serían idóneos para aplicaciones al medio ambiente en situaciones de emergencia de extrema gravedad talos como una erupción volcánica, un terremoto, un accidente provocado por la fusión del núcleo de un reactor o el impacto de un meteorito. Los sistemas militares permiten establecer equipos y sistemas móviles de **comunicaciones**. Sería de gran utilidad para la evaluación del medio ambiente organizar el procesamiento de datos y el diseño de redes aplicando planteamientos análogos a los del sector militar, sobre todo en vista de que cada **vez** más satélites funcionan en línea.

128. Las redes computadorizadas de respuesta de emergencia pueden utilizarse para predecir la dispersión y las consecuencias de la emisión de sustancias químicas peligrosas, por ejemplo en caso de escapes de depósitos o tuberías, evaporación de componentes de un depósito de líquidos o infiltración en edificios. Entre las redes de este tipo existentes en el sector civil cabría **mencionar la red SAFER alemana, las redes UMBLDR y UMBL-NET austríacas, la red NABEL suiza y la red RAINS del Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas 19/.**

129. El Organismo Federal de Protección Civil Alemán tiene un sistema de vigilancia e información mediante el cual realiza controles continuos de la radiación de superficie y difunde información sobre los peligros de origen radiactivo y químico a que está expuesta la población. Existe un sistema similar para el análisis físico y **químico** de las aguas.

130. Los Estados Unidos y la Unión Soviética han puesto en marcha sistemas mundiales de fijación de posiciones de gran precisión. El código civil de **acceso** al sistema de satélites Navstar estadounidense permite **obtener** datos de navegación en tiempo real para aeronaves, barcos y vehículos terrestres, y puede utilizarse para levantar planos durante trabajos de vigilancia del medio ambiente o de gestión de crisis ecológicas.

131. El código militar de acceso, de mayor precisión, presenta ventajas evidentes para las aplicaciones al sector civil, y en particular al medio ambiente, por ejemplo en la investigación geofísica y oceanográfica. Se puede aumentar la precisión del canal civil, pero ello aumentaría considerablemente el costo de **adquisición**, almacenamiento, transmisión y procesamiento de los datos. (Para una descripción técnica, véase el apéndice IV.) Estas limitaciones desaparecerían si se tuviera acceso al canal militar.

C. Evaluación del impacto ambiental y toma de decisiones relacionadas con el medio ambiente

132. La evaluación del impacto ambiental se utiliza para **deter'inar** las **consecuencias** (riesgos) probables para el medio ambiente y la salud y el bienestar de la población de actividades humanas como la construcción de presas, centrales de energía y otras obras de envergadura similares. Su objetivo **último** es proporcionar a quienes han de tomar las decisiones **una** indicación de las consecuencias probables de **sus** acciones, incluida en un

informe sobre el impacto ambiental **20/**. El **PNUMA** ha dado orientaciones sobre la evaluación de las propuestas de desarrollo y ha apoyado las investigaciones **sobre** la evaluación del impacto ambiental en los países en desarrollo. Las evaluaciones del impacto ambiental están adquiriendo cada vez más importancia en el proceso global de toma de decisiones. Los encargados de tomar decisiones necesitan información adecuada para evaluar los beneficios, costos **y** riesgos reales, y deben elegir las medidas pertinentes basándose en modelos sobre el medio ambiente. Aunque existen graves insuficiencias **de** recursos humanos, **organizativos** y financieros, la tecnología puede convertir la toma de decisiones basada en evaluaciones del impacto **ambiental** en un proceso más **eficaz** mediante el procesamiento de datos, la **elaboración** de modelos y la **simulación** y los análisis de sistemas.

133. Para procesar la enorme cantidad de información que generan los **sensores** utilizados para fines militares y ambientales, es indispensable disponer de computadoras de gran capacidad y **rapidez**; muchas de estas computadoras son propiedad de las **fuerzas** armadas de los países industrializados.

134. Las computadoras son un instrumento muy utilizado en estudios ambientales para la evaluación de los datos obtenidos por teleobservación, el análisis de bancos de datos, las aplicaciones de los sistemas especializados, la vigilancia y la previsión de cambios ambientales y en la elaboración de modelos numéricos y de simulación.

135. Los satélites meteorológicos transmiten a la Tierra millones de datos por segundo; esos datos deben bien almacenarse, bien procesarse en tiempo real mediante computadoras de gran **rapidez**; **así** ocurre, por ejemplo, con los datos sobre daños forestales. Para estos **fines** es preciso disponer de bases de datos que comprendan información sobre muy diversas esferas, como los sistemas de observación geográfica.

136. Los sistemas **especializados** para servicios ambientales ayudan a interpretar datos aparentemente no **relacionados** obtenidos de fuentes dispares. El sistema estadounidense **McIDAS** (sistema **interactivo** usuario-computadora de acceso a datos), por ejemplo, es capaz de integrar datos convencionales y de satélites y permite vigilar en **tiempo** real situaciones de **rápido** cambio climático. Los sistemas especializados se utilizan ya para controlar la calidad del aire, las cantidades de **plaguicidas** **y** las aguas subterráneas y de superficie, para la planificación ecológica y para integrar en tiempo real datos obtenidos por medios convencionales y por satélite con objeto de vigilar sistemas climáticos que están registrando cambio: **rápidos**.

137. La inteligencia artificial, **los** sistemas especializados y la robótica **desempeñan** una función decisiva en el desarrollo de nuevos **métodos** de recopilación de información reservada y de sistemas de armamento y **defensa**; los **estamentos** militares han **financiado** una parte considerable de **las** investigaciones **realizadas** en estas esferas. (En el **apéndice** IV figura un breve análisis de la inteligencia artificial y **cuestiones** conexas.)

138. Es evidente que muchos de los sistemas especializados y **de inteligencia artificial** que se **utilizan** en el sector militar **podrían** aplicarse a la protección del **medio** ambiente. **Cualquier** medio que permita dar mayor eficacia

a los **procesos** industriales reducirá necesariamente al número de accidentes, emisiones **accidentales** y problemas de esta **índole**; las funciones de apoyo a la toma de **decisiones** y de análisis de opciones podrían utilizarse a la hora de hacer frente a desastres ecológicos. No cabe duda de **que** algunos de estos **métodos** tienen aplicaciones para el desarrollo de técnicas de teleobservación con **finés de** vigilancia y evaluación, la toma de decisiones en caso de crisis, el control de procesos y el análisis a distancia de materiales peligrosos y radiactivos.

139. **También** para las actividades de evaluación e interpretación es preciso disponer de **medios** que permitan elaborar modelos y **realizar** simulaciones de muy **diversos** fenómenos asociados con los movimientos de desechos peligrosos, las operaciones de depuración y las respuestas en caso de emergencia. Estos **fenómenos** son el resultado de procesos complejos que, en general, sólo pueden describirse mediante modelos elaborados por computadora. Para simular procesos es preciso, además, poder elaborar modelos que **describan** los **fenómenos** de que se trate a corto y a largo plazo. La simulación es un instrumento **necesario** para **estimar** el costo de las medidas correctivas y **●** evaluar su **eficacia**, y permite realizar con **rapidez** los análisis necesarios en casos de emergencia.

140. Las simulaciones deben incorporar los conocimientos de física y química sobre las corrientes en el medio ambiente. En cada **operación** de depuración o de respuesta ante una emergencia habrá que tener presentes distintas propiedades ecológicas y desechos de distintas características. Los conocimientos sobre los procesos de transporte y la eficacia de las medidas **correctivas adquiridas** en un lugar sólo pueden **aplicarse** en otro o transferirse del laboratorio al lugar de las operaciones mediante la simulación por computadora.

141. La **mayoría de** los ejércitos de los países avanzados disponen ya de simuladores de los procesos atmosféricos, de las medidas de emergencia que deben **adoptarse** en caso de **contaminación** de las aguas de superficie y de otros simuladores de las corrientes de aguas subterráneas y de superficie y del transporte en dichas aguas. **Estos** simuladores podrían **utilizarse**, en cooperación con el sector industrial, para mejorar la recuperación de los hidrocarburos. Programas como los que se ocupan de la emisión de sustancias a la atmósfera y de los medios de asesoramiento proporcionan una base para elaborar modelos de respuesta ante situaciones de emergencia. Existen códigos de computadora para comprender el fenómeno del transporte en aguas subterráneas.

142. Las potentes computadoras actuales tienen aplicaciones inmediatas a los estudios militares y del medio ambiente. Desde finales del decenio de 1970, la creciente importancia que han adquirido los sistemas **C³I** en la estrategia de la OTAN ha despertado un mayor interés por la evaluación y el análisis teórico de los sistemas de comando y control. (Se ha desarrollado toda una gama de modelos **C³I**, algunos de los cuales se describen en el apéndice IV.)

143. **Utilizando** los conocimientos especializados sobre la elaboración de modelos geofísicos y químicos, se podrían aunar los modelos **avanzados** de los procesos atmosféricos, químicos y oceánicos y de los ecosistemas para

construir modelos preliminares que describiesen todos los procesos terrestres. Para elaborar modelos globales es preciso utilizar Óptimamente los sistemas de computadoras más recientes, en particular los grandes sistemas de computadoras en paralelo. Se han utilizado computadoras de gran **rapidez** para predicciones climatológicas y sondeos de la contaminación atmosférica a escala mundial. Sin embargo, hay simulaciones de menor envergadura que pueden realizarse con una computadora personal normal. A continuación figuran algunos ejemplos de simulaciones que se utilizan en el sector civil **21/**:

a) OECOSYS es un modelo de simulación por computadora que permite predecir la dosis de radiación absorbida por la población en caso de contaminación radiactiva a gran escala. Se pueden tomar medidas para reducir esa dosis. La validez de este modelo ha quedado demostrada por los datos sobre la precipitación radiactiva provocada por el accidente de Chernobyl;

b) Mediante modelos meteorológicos y de simulación basados en las propiedades de las partículas se puede estudiar el comportamiento de las **emisiones de gases** de escape en distintas capas de la atmósfera. Los resultados de esa simulación pueden reproducirse en gráficos de computadora de alta calidad:

c) Se han desarrollado métodos de simulación para el análisis del deterioro de los bosques. Estos métodos se basan en un modelo de dinámica de sistemas sobre el crecimiento y la muerte de los bosques e incorporan **submodelos** que describen el crecimiento de los árboles, las corrientes de agua en tierra, las reacciones químicas en los suelos **adyacentes** y el intercambio de minerales;

d) Se ha elaborado un modelo que puede utilizarse en microcomputadoras para simular los movimientos de desechos y sus repercusiones en el proceso de toma de decisiones. **También** este modelo incorpora distintos submodelos o niveles sobre el origen de los desechos, **los** centros de tratamiento de esos desechos y la producción de dichos centros.

144. Los laboratorios del Departamento de Energía de los Estados Unidos, en los que se realiza una parte sustantiva de la investigación militar y nuclear estadounidense, tienen una amplia experiencia en la simulación por computadora. A continuación figuran **algunos** ejemplos de **SUS** aplicaciones al medio ambiente:

a) Estos laboratorios realizan desde hace más de 25 años investigaciones sobre los efectos que tendría en el clima mundial una guerra nuclear. A partir de 1983 comenzaron a **examinar estudios** preliminares sobre el invierno nuclear en cooperación con el Organismo Nuclear de Defensa y con la ayuda de la Oficina del Programa Nacional sobre el Clima **22/**;

b) Mediante modelos que utilizan medios múltiples se han simulado los movimientos y la transformación de las sustancias químicas en su proceso de diseminación por el aire, el agua, la biota, **los** suelos, **los** sedimentos y las aguas subterráneas. Estos modelos permiten evaluar los productos residuales de diferentes procesos industriales (**por** ejemplo, los disolventes utilizados en la industria de los semiconductores o **los humos** producidos por la

utilización de combustibles fósiles) y pueden **utilizarse** como instrumentos de gestión del riesgo. También permiten visualizar en una pantalla de computadora la forma en que los contaminantes **se desplazan** por el aire, el suelo y el agua, y las cantidades de contaminantes (por ejemplo radionucleidos, plomo y arsénico, **dioxinas** y bencenos) que absorberá la población. Describen asimismo los efectos de los residuos químicos de la combustión o **detonación** de desechos explosivos **23/**;

c) El **Servicio** de Asesoramiento sobre Emisiones a la Atmósfera es un sistema de respuesta de emergencia que proporciona predicciones en tiempo **real** sobre la dosis y la deposición resultantes de accidentes que entrañen la emisión a la atmósfera de sustancias radiactivas o tóxicas. Se han analizado acontecimientos reales **tales** como los accidentes de reactores **nucleares** ocurridos en Chernobyl (Unión Soviética), en Three Mile Island (Pennsylvania, Estados Unidos) y las **reentradas** de los satélites soviéticos COSMOS propulsados por energía nuclear. Este sistema facilita también gráficos sobre los movimientos de las sustancias contaminantes en la atmósfera y en Tierra **24/**.

145. Los medios de gestión y de análisis de sistemas de que dispone el sector militar también podrían ser instrumentos de gran utilidad para fines ambientales. Entre estos medios cabría citar los **sistemas** de expertos y de **gestión** de la información **tales** como las bases de datos **distribuidas** de información **sobre** el medio ambiente; el análisis de **decisiones** mediante la elaboración de un marco que permita establecer un orden de **prioridades** y **seleccionar** los componentes de cualquier proyecto propuesto; la evaluación del **grado** de exposición, esto es, el desarrollo de métodos fiables para cuantificar la exposición y la **dosis** para todos **los** agentes **afectados**; el análisis **de** los **riesgos** sanitarios que entrañan las distintas opciones energéticas y ambientales resultantes de **los** proyectos; el **análisis** de sistemas y la simulación en la aplicación de tecnologías de simulación avanzadas para evaluar las ventajas comparativas de tecnologías y procesos alternativos y el diseño y la programación de **sistemas**; y el análisis costo--beneficio para estimar los costos de las tecnologías o procesos de un proyecto, el mercado al que **pueden** aplicarse y la cuantificación de las ventajas sanitarias y financieras de las **tecnologías** o procesos.

D. Medidas para proteger el medio ambiente

146. La protección del medio ambiente a menudo requiere la aplicación de un enfoque **multisectorial** y **multidisciplinario** para, por ejemplo, desarrollar **tecnologías** energéticas eficientes e inocuas desde el punto de vista ecológico; perfeccionar las normas de protección del medio **ambiente**; y adoptar métodos eficaces de saneamiento del medio ambiente **25/**. Por diversas **razones**, **el** sector militar también se ha **interesado** en estas cuestiones. Los sectores ecológico y militar podrían beneficiarse de la **intercomunicación** de sus conocimientos especializados y recursos **en** estas esferas de **interés** común.

1. Mejoramiento de la producción, el almacenamiento y la utilización de energía

147. De las **actuales** pautas de consumo de energía se derivan dos importantes esferas de interés para muchas naciones, a saber, **la** seguridad en materia de energía y el impacto **ambiental**. La mayoría de los vehículos de transporte terrestre, al igual que los generadores **eléctricos** Diesel estacionarios, utilizan combustibles petroquímicos. El sector civil y el sector militar podrían beneficiarse de tecnologías y conceptos prometedores en el campo energético que no sólo reducirían el **consumo** de energía sino que además **harían** tal cosa sin dañar el medio ambiente. Las actividades en esa esfera se concentrarían en la **producción** y el almacenamiento de energía en las instalaciones militares, por una parte, y el logro de un consumo más eficaz de energía, por otra.

148. El mejoramiento de la producción y el almacenamiento de energía en las instalaciones militares facilitaría el cumplimiento de normas que establecen niveles más bajos de emisiones al medio ambiente y de generación de desechos peligrosos. Es preciso concentrarse en la elaboración de tecnologías energéticas benignas para el medio ambiente y, en particular, de las que se relacionan con fuentes renovables de energía (por ejemplo, energías eólica, fotovoltaica, heliotérmica, geotérmica y de la biomasa), así como en otros aspectos, como los vehículos propulsados por energía eléctrica o gas natural, las baterías con gran capacidad de acumulación, la generación de metano e hidrógeno, el almacenamiento de energía y las pilas o células de combustible. En combinación con medios de almacenamiento, los sistemas **híbridos** de generación de energía basados en determinadas fuentes **renovables** de energía (**eólica**, fotovoltaica, heliotérmica y de células de combustible) pueden reducir significativamente el consumo de combustible Diesel. En los países en desarrollo hay una necesidad urgente de sistemas híbridos de generación de energía.

149. Una esfera de concentración podría ser la adaptación de programas anteriores o en curso para reducir el consumo de **energía** de todos los **sectores**: en la construcción, en los procesos industriales y el transporte, y en la propia generación de **energía**. Las técnicas de conservación de edificios se han perfeccionado merced **varias** innovaciones que han reducido las demandas del consumo para calefacción, **refrigeración y** alumbrado. En el sector del transporte se han logrado adelantos similares, como motores de alto rendimiento y motores que funcionan eficazmente con combustibles distintos de los derivados del **petróleo**.

150. Un **aspecto** fundamental del **mejoramiento** de la eficacia del consumo de energía es la aplicación de sistemas avanzados de control electrónico para obtener un rendimiento óptimo de los motores Diesel que utilizan los camiones **pesados y los generadores** eléctricos estacionarios, a fin de que funcionen con **metano**, gas natural. Esos **mismos** combustibles producidos localmente se **pueden** incorporar a los sistemas avanzados de combustión controlada electrónicamente que se utilizan en diversas instalaciones, para **lograr un** consumo **más** eficaz de combustible y reducir el impacto ambiental, especialmente las **emisiones** producidas por la combustión.

151. Mediante modernos sistemas de inyección y quema de combustible, que se están desarrollando, los grandes motores Diesel estacionarios se podrían modificar para que utilizaran gas natural o **metanol**, o ambos combustibles. Un objetivo consistiría **en mejorar** el rendimiento de los motores y, al mismo tiempo, reducir considerablemente la emisión a la atmósfera de humo y Óxidos de **nitrógeno**.

2 . Cumplimiento de normas ambientales y saneamiento del medio ambiente

152. El cumplimiento de las normas ambientales y la restauración **del** medio ambiente constituyen un problema de grandes proporciones. Las publicaciones sobre el tema muestran que las leyes nacionales que fijan normas ambientales difieren considerablemente entre sí en cuanto a su severidad. En el Protocolo de Montreal de **1987**, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, **un** acuerdo internacional que fue enmendado en 1990, se requiere la eliminación **gradual**, para el año 2000, de los halones "controlados", salvo cuando su uso sea esencial, y de todos los clorofluorocarburos. Los problemas de los sitios militares pueden incluir la limpieza del terreno y la eliminación de armas convencionales, químicas y biológicas, propulsores, mezclas de desechos peligrosos y radiactivos, contaminación de las aguas subterráneas y superficiales por combustibles, propulsores, disolventes y metales. Estas necesidades se están experimentando con una **frecuencia** cada vez mayor en todo el mundo. El transporte **hasta** la superficie de contaminantes **subterráneos** a fin de someterlos a **tratamiento** es a menudo difícil, costoso e **ineficaz**. En efecto, en la mayoría de los intentos hasta ahora no se ha podido predecir **el** resultado ni la eficacia del tratamiento o la destrucción **in situ** de contaminantes subterráneos, porque todavía **no** se conocen suficientemente los procesos que tienen lugar debajo de la superficie ni sus interacciones.

153. En esta esfera se pueden considerar por lo menos cuatro posibilidades: a) reducción al **mínimo** del volumen de desechos; b) tratamiento y eliminación de desechos; c) estrategias de rehabilitación; y d) empleo de instrumentos especiales. La manera más **eficaz** y económica de resolver el problema de los desechos es generar la menor cantidad posible mediante **la** aplicación de un criterio bien estructurado de reducción al mínimo del volumen de desechos. Los aparatos modernos de medición y vigilancia que se utilizan en las actividades de reducción al mínimo de la cantidad de desechos y su tratamiento, de **identificación** de sitios contaminados y de aplicación de métodos de limpieza son instrumentos muy eficaces.

Reducción al mínimo del volumen de desechos

154. La mayor parte de los procesos de fabricación generan desechos que requieren el uso de energía para su recolección, transporte y eliminación. La reparación y modificación del equipo también genera desechos. El objetivo **general** es desarrollar procesos de fabricación que sean inocuos para **el** medio ambiente y aplicar modernos **análisis** de sistemas para eliminar o reducir drásticamente la generación de desechos. Tal **objetivo** puede abarcar la limpieza, el recubrimiento, **el** ensamblaje, el envase y los procesos de fabricación de circuito cerrado (de **efluente** igual a cero). Además, habría

que desarrollar **sensores** químicos y analizadores automáticos para establecer sistemas de control de los procesos que reduzcan al mínimo el volumen de desechos y faciliten la limpieza.

155. Otra **esfera** de concentración, a efectos ambientales, es la de las técnicas y los procesos que deberían utilizarse para **reducir** al mínimo la cantidad de desechos. Las medidas en ese sentido **podrían** incluir el uso de tecnologías modernas de fabricación de metales, **polímeros**, y cerámicas y cristales exentos de plomo. Un objetivo sería eliminar los compuestos orgánicos volátiles, los productos químicos que agotan el ozono y los metales pesados. Se pueden construir modelos químicos y mecánicos para predecir la fiabilidad y el ritmo de degradación de los productos que se fabriquen aplicando esas nuevas tecnologías. En la producción de polímeros **podrían** utilizarse el dióxido de carbono **supercrítico** u otros disolventes de efectos benignos, lo cual traería aparejados **importantes** beneficios ecológicos y en materia de conservación de energía. También es preciso evaluar la mitigación plasmática y la concentración de iones metálicos basada en células vegetales.

Tratamiento y eliminación de desechos

156. Los adelantos más recientes, junto con la creciente preocupación de la opinión pública por los desechos peligrosos, han hecho que muchas tecnologías contemporáneas de tratamiento se consideren inadecuadas o no deseables. Se necesitan urgentemente nuevos medios de tratar los desechos peligrosos y, en el caso de **los desechos radioisotópicos**, las mezclas de desechos (radiactivos y peligrosos). Las nuevas tecnologías e instalaciones deberían satisfacer todos los requisitos actuales y previstos de las reglamentaciones.

157. Para **tratar** los **desechos** peligrosos y las mezclas de desechos orgánicos se puede recurrir a una variedad de procesos térmicos y oxidantes de **eliminación**. Se está estudiando la posibilidad de aplicar la biotecnología a distintas fuentes de desechos y en la rehabilitación de sitios contaminados. Una esfera de interés primordial es la identificación de especies apropiadas y búsqueda de nutrientes para multiplicar sus efectos. También se está desarrollando la **biotecnología** para degradar los explosivos, los disolventes y los hidrocarburos. El interés en esta tecnología se ha visto acrecentado por la necesidad de reducir los armamentos, en virtud de diversos tratados y como alternativa a la incineración. Para tratar los desechos peligrosos y las mezclas de desechos inorgánicos que contienen metales tóxicos y radiactivos se recurre a una serie de técnicas, como la separación magnética, la disolución o la descontaminación por agentes químicos. También se está desarrollando la biotecnología como medio de tratar los desechos.

158. Se necesitan tecnologías auxiliares para aplicar esos procesos de tratamiento de desechos. Muchos de ellos, como el control automatizado de los procesos, los **sensores** y los robots, ya están en la etapa de desarrollo. Los procesos de tratamiento de desechos que se elaboren no deben producir una mayor contaminación del medio ambiente como resultado de la producción y descarga de especies radiactivas.

Estrategias de rehabilitación

159. Para impedir **la** liberación de sustancias o contaminantes peligrosos, hay que rehabilitar los **sitios** contaminados que **causan** o podrían causar daños **a** la salud de las personas o el medio ambiente. La rehabilitación de sitios contaminados requiere el empleo de tecnologías de rehabilitación, la identificación y evaluación de los sitios, la interpretación de los datos y el **uso** de instrumentos especiales. **A la luz** de esta amplia definición, todos los casos de contaminación del suelo o el agua como resultado de la creación de fosas **sanitarias** o vertederos, filtraciones de tanques subterráneos, derrames y otros **hechos** intencionales o accidentales pueden requerir medidas costosas y prolongadas de rehabilitación **del sitio** contaminado. Ese aspecto es particularmente importante en el **caso** de **instalaciones** que, una vez **clausuradas**, han de dedicarse a **usos** privados o públicos. Los métodos **actuales** de rehabilitación de sitios contaminados son inadecuados. Estas mismas consideraciones se **aplicarían** en todo el mundo a la legislación nacional e internacional presente y futura.

160. Varian actividades actuales o **propuestas** requieren la aplicación de tecnologías propias de la rehabilitación **in situ**. En muchos sitios contaminados las soluciones exigen la aplicación de múltiples tecnologías para lograr una restauración a largo **plazo**. Hay que identificar y seleccionar los posibles **sitios** de demostración y rehabilitación y considerar cuestiones relacionadas con **la** reglamentación. Es preciso mantenerse al tanto, **sistemáticamente**, de las tecnologías de rehabilitación ambiental que se están utilizando o desarrollando. Si los métodos actuales no son adecuados hay que considerar otras soluciones. Mediante ensayos sobre el terreno hay que resolver los problemas prácticos que **conlleva** el pasaje de los trabajos de laboratorio a **las** actividades o aplicaciones sobre el terreno, a **fin** de recoger - mediante **demostraciones** - experiencia operacional y pruebas del funcionamiento **eficaz** de la tecnología. **Además**, hay que seguir de cerca tanto **las** actividades que se lleven a cabo en el sitio contaminado como su estado una vez **clausurado**.

161. En la actualidad o en decenios venideros muchas naciones deberán hacer frente al enorme y costoso problema técnico de identificar, evaluar y eliminar la contaminación del subsuelo. Un nuevo problema es que las actividades de rehabilitación a veces no tienen en cuenta procesos subterráneos que pueden hacer ineficaces los métodos tradicionales de saneamiento del medio basados en el bombeo y el tratamiento.

162. Se podrían elaborar métodos para desarrollar y ensayar técnicas integradas de detección y medición de la contaminación del subsuelo; vigilar el transporte y el destino de **los contaminantes**; y simular, evaluar y extrapolar los efectos de las distintas técnicas de saneamiento. La determinación de **las** características de los sitios contaminados facilita su rehabilitación, el **análisis** de las políticas y **la** formulación de estrategias, al proporcionar información sobre las condiciones iniciales, los factores limitativos, los **procesos** en curso y las tendencias que se utiliza para realizar evaluaciones y actividades de rehabilitación en los laboratorios y sobre el terreno.

Empleo de instrumentos

163. Los instrumentos analíticos para determinar las **características** de los contaminantes ambientales son necesarios para atender a una amplia gama de problemas. Es preciso **identificar** las fuentes de **contaminación** del aire, el **suelo** y las aguas subterráneas y medir dicha contaminación. También se requieren instrumentos modernos para crear procesos de control inocuos para el medio ambiente.

164. Las tecnologías que se han descrito en los párrafos precedentes pueden aplicarse en una amplia gama de situaciones y su grado de utilización varía según las circunstancias. Algunas de ellas ya están **disponibles**, mientras que otras podrán emplearse en el futuro cercano o a más largo plazo. Como actividad complementaria de la transferencia de tecnología, la **mancomunización** de los esfuerzos de las naciones que poseen recursos tecnológicos facilitaría su aplicación temprana. Los métodos actuales pueden ser costosos e ineficaces, o hacer que la mayor parte del impacto ambiental se sienta en otros lugares.

v. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Contexto

165. Los efectos cada vez mayores de las **actividades** humanas sobre el medio ambiente han pasado a ser un factor decisivo para **las** perspectivas de bienestar y supervivencia del planeta Tierra. El medio ambiente mundial es notablemente resistente y la vida en la Tierra ha sobrevivido muchos ataques de características mucho más catastróficas que las del que representan las actividades humanas. No obstante, la capacidad de supervivencia **de** la **naturaleza** tiene sus límites, y éstos todavía no se conocen. Por su propia suerte, la humanidad debe fortalecer la capacidad intrínseca del planeta para reconstituirse.

166. La integridad del medio ambiente y la necesidad de un desarrollo sostenible son cuestiones de importancia suprema. En una situación internacional sujeta a rápidos cambios, la conservación del medio ambiente podría ser el tema que diera pie a iniciativas **multilaterales** y sobre el papel de **las** Naciones Unidas. El carácter global **del** problema del medio ambiente exige que las medidas internacionales vayan a la par de **las** nacionales.

167. El mundo actual es muy diferente de aquel en que por primera vez se consideraron a nivel internacional las cuestiones **ecológicas**. El decenio de 1970 se **caracterizó** por una serie de iniciativas nacionales encaminadas a resolver los problemas ecológicos. En el decenio de 1980 se manifestó un interés renovado en el medio ambiente del planeta. En cuanto al decenio de 1990, se tiene la esperanza de que en su transcurso se establezca un amplio plan de rescate del medio ambiente de la Tierra.

168. El medio ambiente no reconoce **las** divisiones creadas por bloques políticos, alianzas militares o sistemas económicos. Las oportunidades para sacar partido de esa peculiaridad y tomar medidas de orden práctico nunca han

sido tan prometedoras como hasta ahora. Los adelantos de la tecnología han creado **nuevas** posibilidades de comprender y resolver los problemas ecológicos. La preocupación de la opinión pública por los problemas del medio ambiente, estimulada por su interés en que se tomen medidas correctivas, aumenta constantemente. En los últimos años **los** problemas ambientales han sido motivo de interés para más Jefes de Estado y de Gobierno, organizaciones **económicas** y políticas y una mayor variedad de expertos que en ningún otro periodo reciente de la historia. La conservación del medio ambiente ofrece un nuevo campo de actividad para el gran caudal de facultades liberado por el final de la guerra fría.

169. La distensión política ha mejorado las perspectivas de una reducción del poderío militar. La **pa** está siendo considerada como algo más que una situación en que no hay guerra. **Los** conceptos de seguridad están siendo reconsiderados para tener en cuenta otras amenazas, además de las bélicas, a la seguridad. Se ha reavivado la **esperanza** de lograr la seguridad a niveles **más** reducidos de armamentos y fuerzas armadas.

170. Sea como resultado de acuerdos negociados bilateral o multilateralmente, o de medidas unilaterales, muchos gobiernos están reduciendo el tamaño de su **sector** militar. Para ello, están reduciendo, liberando o dejando de utilizar los recursos humanos, materiales y tecnológicos absorbidos por el sector. **Incluso** en **los** casos en **que** no se han tomado medidas para reducir los arsenales, la capacidad **del sector** militar podría aprovecharse en actividades de protección del medio ambiente.

171. La protección del medio ambiente requiere un conjunto amplio de medidas para la prevención y el control de los daños; medidas de **restauración** del medio, por conducto de actividades de reparación y rehabilitación y del cumplimiento de normas ambientales⁸ medidas correctivas, a fin de desarrollar tecnologías benignas ecológicamente **y** eficientes desde el punto de vista **energético**; y medidas de promoción para crear mayor conciencia acerca del medio ambiente por conducto de la educación. **También** hay urgente necesidad de crear la capacidad de atender rápidamente a los desastres ambientales e impedir que se **produzcan** mediante una vigilancia constante del **medio** ambiente.

B. Observaciones

172. Las **fuerzas** armadas del mundo disponen, en muchos sentidos, de un potencial único para respaldar los esfuerzos del sector civil o proteger el medio ambiente. **Las** organizaciones militares **están bien** organizadas para ocuparse de situaciones catastróficas. El personal militar, debidamente calificado, podría emplearse para atender los casos de desastre ecológico y manejar y eliminar las sustancias radiactivas sumamente tóxicas o sencillamente dañinas. El sector militar dispone de un gran **caudal** de información, reunida por sus servicios de inteligencia, que puede ayudar a determinar los cambios en la atmósfera, los océanos y la superficie terrestre. Los satélites, aeronaves, naves de superficie y submarinos de las fuerzas armadas pueden reunir información adicional sobre los cambios climáticos y las corrientes y temperaturas de los océanos. Las técnicas de

observación militar podrían **utilizarse** fácilmente para vigilar el transporte de contaminantes **y sustancias** tóxicas y velar por la aplicación de **métodos** ecológicamente **seguros** de eliminación de los armamentos.

173. De todos los **recursos** relacionados con el sector militar, la tecnología es el más adecuado **para usos** ambientales debido a su doble **finalidad** intrínseca. La tecnología de la información es particularmente fácil de adaptar para **perseguir** fines ambientales. **Muchos de** los resultados de **las** aplicaciones militares de la tecnología de la información **pueden dedicarse a** objetivos **ecológicos** sin introducir costosas modificaciones en el equipo ni tener que readiestrar al personal. Evidentemente, los objetivos a largo plazo de la protección del medio ambiente requieren una **comprensión** de los problemas técnicos que plantean los riesgos naturales y artificiales, así como la capacidad de formular claras decisiones de política y de responder **rápidamente** ante casos **de** emergencia ambiental. El sector militar puede **colaborar** en la consecución de esos objetivos, aportando sus conocimientos **técnicos**, equipo moderno y sistemas de comunicaciones y observación.

174. Una **parte** importante de los gastos militares de los países tecnológicamente avanzados está **destinada** a la investigación y el desarrollo. Esta es una esfera de las actividades militares que todavía no ha **sido** afectada por las tendencias recientes hacia una reducción **de los gastos** militares. Es, asimismo, una esfera que requiere una enorme inversión de recursos para **proteger** el medio ambiente. Las decisiones nacionales que incorporaran **aspectos** ecológicos a las actividades en curso de investigación y desarrollo podrían ser particularmente beneficiosas para **el desarrollo de** fuentes **de energía inocuas** para el medio ambiente, métodos **ecológicamente** seguros **de** eliminación de los armamentos y técnicas para el tratamiento de las sustancias **peligrosas y** tóxicas.

C. Conclusiones

175. Teniendo presente la necesidad de mantener el impulso político **hacia** una cooperación fructífera **en** todo el mundo respecto del medio ambiente, el Grupo llegó a las siguientes conclusiones:

a) Sólo **ahora** el mundo está comenzando a comprender todas las **consecuencias** de **las** tendencias recientes del proceso de reducción **de** armamentos y las experiencias nacionales en cuanto a dedicar los recursos relacionados **con** el sector militar a otros usos son algo limitadas. Por consiguiente, habría que aprovechar las **enseñanzas** obtenidas **hasta ahora y** fomentar mayores **esfuerzos** en esta esfera para que el **sector** militar tuviese un interés vital en la protección del medio **ambiente;**

b) Los **recursos** relacionados con el sector militar son intrínsecamente **recursos** nacionales, pero el problema del medio ambiente es de naturaleza mundial. Por lo tanto, es preciso **crear** medios para lograr **la** cooperación internacional en lo tocante al **aprovechamiento** y la redistribución **de esos recursos**, como posibles instrumentos para atender los problemas **ambientales;**

c) Las percepciones de la opinión pública y las evaluaciones científicas de 103 riesgos ambientales no siempre coinciden. En consecuencia, se requiere una mayor comprensión de los procesos naturales y sus consecuencias para el medio ambiente. Las actividades de investigación y desarrollo de los sectores relacionados con las fuerzas armadas y el equipo moderno de que ellos disponen podrían ser un nuevo medio de lograr esa comprensión;

d) El costo estimado de la protección del medio ambiente todavía se debe contraponer al posible costo de descuidar el medio ambiente. Por consiguiente, es necesario realizar un análisis de la relación costo-beneficio de las estrategias ambientales, que deberían incluir la posible redistribución, reorientación o reubicación de los recursos relacionados con el sector militar que se liberarían o dejarían de utilizarse si se materializaran las recientes tendencias hacia la reducción de armamento;

e) El objetivo común de restaurar el ecosistema terrestre no se podrá alcanzar si no se tienen en cuenta las cuestiones de equidad que entraña la utilización de los recursos del mundo. Por lo tanto, es necesario facilitar la cooperación técnica internacional y promover la transferencia de la tecnología apropiada relacionada con el sector militar como estrategia, más que como factor limitativo, de la protección del medio ambiente;

f) La preocupación del público por la degradación ecológica y las emergencias ambientales requieren que se establezcan prioridades como parte del proceso de adopción de decisiones a nivel nacional. En consecuencia, es preciso atender eficazmente a las emergencias ambientales, campo éste en el que las aptitudes y el equipo del sector militar podrían aprovecharse fácilmente y con buenos resultados.

g) Si bien el grado de cumplimiento de las normas de protección del medio ambiente varía de una nación a otra, las consecuencias del abuso del medio ambiente trascienden de las fronteras nacionales. Por lo tanto, es preciso un cumplimiento más estricto de normas de protección del medio ambiente cuya aplicación pueda verificarse con más rapidez mediante la utilización de las técnicas y el equipo de observación aérea y marítima de que dispone el sector militar de cada país.

D. Recomendaciones

176. En vista de la necesidad urgente de hacer frente al problema ambiental en todo el mundo y de la insuficiencia de recursos para proteger el medio ambiente, el Grupo recomienda que las Naciones Unidas fomenten las posibilidades de aplicar al medio ambiente recursos relacionados con el sector militar:

a) Facilitando el compartimiento a nivel mundial de los datos ambientales, incluido los procedentes de satélites relacionados con el sector militar y los de otros tipos de plataformas de reunión de información;

b) Formulando planes para crear equipos internacionales de socorro ambiental que utilicen personal, equipo e instalaciones del sector militar puestos a disposición de las Naciones Unidas por los gobiernos para fortalecer otros medios multilaterales o internacionales de atender las emergencias ambientales;

c) Actuando como centro de coordinación para intercambiar información en el plano internacional sobre las experiencias nacionales de aplicación de los recursos relacionados con el sector militar a la solución de los problemas ambientales;

d) Fomentando la participación de personal militar en la creación, por conducto de la enseñanza y la formación, de una mayor conciencia pública acerca de la necesidad de normas de **protección** del medio ambiente, y en el **suministro** de conocimientos especializados para **detectar** los **casos** de abuso del medio ambiente;

e) Prestando debida atención al desarrollo sostenible y la transferencia de tecnología militar a los sectores no militares y estudiando los medios de superar las limitaciones a que está sujeta la transferencia de tecnologías ambientales dentro de **cada** país y entre los países.

177. Habida cuenta de que las experiencias en esta materia son limitadas y de que la cooperación entre Estados soberanos es vital para realizar un esfuerzo mundial por dedicar a fines ambientales los recursos relacionados con el sector militar, el Grupo **recomienda** que los gobiernos:

a) Realicen inventarios de sus necesidades de carácter ambiental y de los recursos relacionados con el sector militar susceptibles de aplicación al medio ambiente, incorporen esos recursos a planes de **acción** nacionales sobre el medio ambiente e informen a las Naciones Unidas sobre la experiencia que recojan al respecto;

b) Consideren **qué** recursos relacionados con el sector militar podrían poner a disposición de las Naciones Unidas u otros Órganos internacionales temporalmente, a largo plazo o a título contingente como instrumentos de la cooperación **multilateral** internacional para atender casos de desastre o **emergencias** ambientales;

c) Velen por que las actividades militares se ajusten a las normas y reglamentaciones ambientales y subsanen las consecuencias acarreadas por la negligencia del pasado a ese respecto;

d) Desarrollen tecnologías ambientalmente racionales para la eliminación de los armamentos;

e) Incorporen los aspectos ambientales en sus programas militares de investigación y desarrollo;

f) Integren los objetivos de la conservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible en **sus** conceptos de seguridad;

g) Hagan mayores **esfuerzos** por promover el desarme, en vista de que las actividades militares afectan el medio ambiente en tiempos tanto de guerra **como de paz**.

178. El Grupo también recomienda que la Comisión Preparatoria de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, que se ha de celebrar en 1992, considere la incorporación de las conclusiones y recomendaciones del presente informe en sus elementos para una "Carta de la **Tierras**" y el ****Programa 21**".

Notas

1/ Environmental Problems: A Global Security Threat, informe de la Fundación Stanley, 1989.

2/ Jim MacNeil, "The greening of international relations", International Journal, vol. XLV, No. 1 (Invierno 1989-1990), págs. 1 a 35.

3/ Ibid.

4/ Naciones Unidas, Treaty Series, vol. 480, No. 6964.

5/ Anua de las Naciones Unidas sobre desarme, vo. 12: 1987 (publicación de las Naciones Unidas, número de venta **S.88.IX.2**), apéndice VII.

6/ Ibid., vol. 15: 1990 (publicación de las Naciones Unidas, número de venta: **S.91.IX.8**), apéndice II.

7/ Naciones Unidas, Treaty Series, vol. 944, No. 13446.

8/ Umweltschutz in Bereiche der Bundesregierung [Protección del medio ambiente por el Gobierno Federal], Bonn, Departamento de Prensa e Información, 1989.

9/ Zukunftskonzept Informationstechnik [Modalidades futuras de la informática], Bonn, Ministerio de **Información** y Tecnología del Gobierno Federal, 1989.

10/ C. Boyden Gray, David B. Rivkin, Jr., "A 'No Regrets' Environmental Policy", Foreign Policy, No. 83, verano de 1991, págs 47 a 65.

11/ La carreras de armamentos naval (publicación de las Naciones Unidas, número de venta: **S.86.IX.3**), párrs. 308 a 326.

12/ Arthur A. Alexander, "National Experiences in the Field of Conversion: A Comparative Analysis", monografía presentada en la Conferencia de las Naciones Unidas titulada "Conversión: los **ajustes** económicos en una época de reducción de armamentos", Moscú, 13 a 17 de agosto de 1990.

Notas (continuación)

- 13/ Yuri Andreev y Alexander Kislov, "**Conversion in** the USSR: Gaining Experience", Peace and the Sciences, No. 4, 1990, págs. 22 y 23.
- 14/ Alan Shaw, "**Problems** arising from the implementation of disarmament measures", monografía presentada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre cuestiones de desarme, Kyoto, Japón, 27 a 30 de mayo de 1991.
- 15/ New Technoloaies in the 1990s: A Socio-economic Strateav, OCDE, París, 1988, págs. 35 a 37.
- 16/ Recursos Mundiales 1990-1991, informe del Instituto Mundial de Recursos, Oxford University Press, 1990, 227 páginas.
- 17/ Para una descripción técnica de estos sistemas véase The C³I Handbook, tercera edición, Palo Alto, 1988.
- 18/ En los documentos que se mencionan a continuación se examinan el sistema C³I de la OTAN y las tecnologías de información y comunicación conexas: J. Grin, Military-Technoloaical Choices and Political Implications: Command and Control in Established NATO Posture and a Non-Provocative Defence, Amsterdam: VU University Press, 1990; P. Stares, Command Performancen The Nealedted Dimension of European Security, The Brookings Institution, Washington, D.C., 1991; J. Scheffran, NATO Command and Control Between High-Tech Warfare and Disarmament, Peace Research Institute, Francfort, 1991.
- 19/ Los distintos sistemas mencionados se describen en: W. Pillman, A. Jaeschke (compiladores), Informatik für den Umweltschutz, [Computer science for environmental protection], Springer, 1990.
- 20/ P. Wathern (compilador) Environmental Impact Assessment, Londres, Hyman, 1988.
- 21/ Para una descripción más detallada de estos modelos véase W. Pillmann, op. cit.
- 22/ M. C. MacCracken, "Global Atmospheric Effects of Nuclear War", en Energy and Technology Review, mayo de 1985, págs. 10 a 35.
- 23/ T. E. McKone "GEOTOX: Simulating Contaminant Behavior and Human Exposure", en Energy and Technology Review, mayo de 1987, págs. 14 a 20.
- 24/ R. D. Belles, H. Walker y T. J. Sullivan, "Data Visualization and the ARAC Emergency Response System", en Energy and Technology Review, enero/febrero de 1990, págs. 3 a 15.

Notas (continuación)

25/ La mayor parte de la información que figura en la presente sección se extrajo de un proyecto de documento preparado por los laboratorios de investigación de armamentos del Departamento del Medio Ambiente de los Estados Unidos de América en atención al programa de investigación y desarrollo con fines ambientales estratégicos del Departamento de Defensa de los Estados Unidos. En el caso de la energía, la siguiente **referencia** bibliográfica es pertinente: **Energy Technology for Developing Countries: Issues for the US National Energy Strategy**, Lawrence Berkeley Laboratory, diciembre de 1989.

Apéndice 1

EL PLAN DE TECNOLOGÍAS CRÍTICAS DEL DEPARTAMENTO DE DEFENSA
DE LOS ESTADOS UNIDOS a/

Aplicaciones a productos y procesos	Armas				Plataformas				Sistemas de información				Apoyo										
	Armas inteligentes	Misiles balísticos	BMD/ASAT*	Combate electrónico	Armas electromagnéticas	Tanques/vehículos de tierra	Submarinos/bugues	Aeronaves	Naves espaciales	Búsqueda y vigilancia	Reconocimiento	Manejo de batallas/C3	Identificación no cooperativa	Guía y control	Control de armas	Diseño e integración	Fabricación	Mantenimiento/logística	Prueba y evaluación	Capacitación	CBD**	Médico	Ambiente de combate
1. Circuitos microelectrónicos y su fabricación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Preparación de gas y otros semiconductores compuestos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3. Producibilidad de programas de computadoras	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X		X
4. Arquitectura de computadoras paralelas		X	X	X					X	X	X	X		X				X	X			X	X
5. Inteligencia artificial/robótica	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
6. Simulación y modelación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7. Óptica integrada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8. Óptica de fibras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9. Radares sensibles	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
0. Sensores pasivos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1. Reconocimiento automático de blancos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Red de elementos en fase	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3. Fusión de datos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4. Control de signatura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5. Dir'mica de fluidos por computadora	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6. Propulsión por absorción de aire	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7. Microondas de alta potencia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8. Potencia en impulsos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9. Proyectiles de hipervelocidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
0. Materiales compuestos livianos de alta temperatura y alta resistencia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1. Superconductividad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Materiales-y elaboración biotecnológicos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

* Defensa contra misiles **balísticos/arma** contra satélites.

** Defensa contra la guerra química o **biológica**.

a/ Critical Technoloaies Plan, Washington, D.C., Departamento de Defensa, 1989.

Apéndice II

CAPACIDADES TECNOLOGICAS DE TRATAMIENTOS DE DESECHOS

Dióxido de carbono supercrítico

Como los compuestos orgánicos son solubles **en** el dióxido de carbono supercrítico, puede elaborarse un proceso de extracción selectivo de fases sólidas que concentre los compuestos orgánicos mientras el disolvente se recicla. El proceso es un pretratamiento posible para la extracción de compuestos orgánicos por concentración, al que seguiría un tratamiento destructivo como la **oxidación** en agua supercrítica.

Oxidación en agua supercrítica

La oxidación **destructiva** de los desechos peligrosos por conversión en dióxido de carbono, agua y otras moléculas pequeñas puede reducir al mínimo el volumen de los desechos y detoxificar muchos compuestos peligrosos. El agua supercrítica es un medio disolvente especial en el cual la oxidación puede producirse a temperaturas inferiores a las de la técnica de oxidación **más** común, la incineración en el aire a la presión atmosférica. Entre las posibles aplicaciones están los propulsores, las municiones, la pólvora, las bengalas, los desechos explosivos, las aguas subterráneas contaminadas con plaguicidas o desechos animales, los nitratos procedentes de fertilizantes y de desechos industriales.

Oxidación electroquímica

Se trata de dos tecnologías: 1) la oxidación electroquímica de desechos líquidos y sólidos a temperaturas y presiones bajas y 2) el uso de membranas avanzadas junto con células electroquímicas para eliminar compuestos orgánicos del agua.

Robótica

La robótica sirve para producir sistemas automatizados para analizar a distancia el contenido químico de materiales peligrosos y radiactivos. Esta labor se viene haciendo desde hace varios **años** para atender una necesidad básica y con miras a su uso en el esfuerzo de defensa.

Separación magnética de desechos

Con la elaboración de imanes superconductores de alta potencia de campo, es posible separar **magnéticamente** muchos compuestos, incluso **actínidos**, de desechos líquidos, sólidos o gaseosos.

Limpieza con células vegetales (estramonio)

Elaboración de cultivadores de células y de métodos mecánicos para usar las células de estramonio para secuestrar plutonio, bario y otros metales de soluciones acuosas y para limpiar el "agua rosada" que resulta de la maquinación de explosivos.

Evaluación del funcionamiento, interpretación de datos y modelos

Entre los esfuerzos en apoyo de las evaluaciones del funcionamiento y la interpretación de datos están los estudios de las vías atmosféricas, del transporte de contaminantes de aguas de superficie y de la migración subsuperficial, la interpretación de datos sobre caracterización de sitios, la caracterización de desechos y el comportamiento previsto y la aplicación de trazadores **isotópicos** a la verificación de **modelos**. En el futuro pueden aplicarse las redes **neuronales** y el análisis de incertidumbre a la serie de instrumentos de computación. Biotecnología ambiental.

Los procesos biológicos son una posibilidad atractiva como medio de degradar los desechos orgánicos. Los microorganismos metabolizan muy diversos substratos orgánicos. Durante el metabolismo, los compuestos orgánicos son transformados químicamente en productos metabólicos intermedios que los microbios usan para producir **energía** y para la biosíntesis de material celular. En consecuencia, los substratos orgánicos se convierten **químicamente** en productos inocuos: dióxido de carbono, agua, minerales y biomasa. Se ha demostrado que los microorganismos degradan muchos productos químicos peligrosos, incluso las clases químicas presentes en los desechos mixtos, por ejemplo hidrocarburos, compuestos alifáticos halogenados y bifenilos policlorados. Se han aislado microorganismos naturales capaces de usar explosivos como fuente de alimento. Recientemente se han aislado organismos capaces de destruir el **TNT** y la nitroglicerina, y están seleccionándose organismos capaces de digerir **HMX**, PBX y nitrocelulosa.

Cierre y contención de sitios de desechos

Tecnologías de cierre de sitios de desechos relacionados con la defensa que son directamente transferibles a **sitios** de desechos mixtos y peligrosos con algunos cambios para tener en cuenta la exigencia de cierre **in situ**. Una de estas tecnologías es un diseño de cubierta integrada para **tales cierres** en que se tienen en cuenta el equilibrio del agua en la superficie y en el estrato subsuperficial, los efectos de intrusiones **bióticas** y los efectos estacionales. Para permitir una aceptación más rápida por los organismos reguladores, una demostración del diseño en un sitio de desechos mixtos, uno en una zona semiárida y otro en una zona húmeda, podría completar la plena utilización de la tecnología.

Sensores químicos

Para uso en la determinación remota de radionuclidos y compuestos orgánicos peligrosos. El uso de osciladores electroquímicos y piezoeléctricos y de tecnología **espectroscópica** con polímeros, soportes o **encapsulantes** selectivos, revestimientos **protectores** y la adhesión de **polímeros** a substratos con atención a selectividad, la durabilidad y la repetibilidad.

Medios diagnósticos Ópticos para la televigilancia **in situ** en tiempo real de contaminantes ambientales

Esta tecnología incluye la **elección y la** integración de métodos diagnósticos Ópticos para **diversos** contaminantes, esto es, compuestos orgánicos, compuestos inorgánicos, radionuclidos y mezclas. Entre ellos están

la espectroscopia fitotérmica y la fluorescencia inducida con láser, la **absorbencia/luminescencia** de las regiones infrarrojas cercana e intermedia, la espectroscopia de **Raman** vibratoria, la espectrometría de fotoionización con láser y la detección y telemetría con **luz de láser (lidar)**.

Tecnologías destructivas para desechos

En esta categoría están investigándose **plasmas**, microondas y la transmutación de desechos con aceleradores. En esta última tecnología se usa un acelerador para generar un flujo fuerte de neutrones dirigiendo un haz de partículas **subatómicas** a un blanco de plomo-bismuto. La interacción del haz con el blanco libera neutrones del blanco, que luego entran en un moderador de agua pesada circundante que los desacelera. El sistema está diseñado de manera que los neutrones **interactúen** luego con desechos radiactivos y **produzcan** sustancias radiactivas de vida corta o sustancias estables (no radiactivas). Los desechos transformados todavía requerirían en muchos casos aislamiento del contacto humano, pero las exigencias del almacenamiento se reducirían de decenas de miles de años a sólo unos siglos o menos.

Apéndice III

NOCIONES FUNDAMENTALES SOBRE **SENSORES** Y SUS APLICACIONES

Los **sensores** son los transductores físicos por medio de los cuales los atributos ambientales específicos se convierten en información, en general en forma de señales electrónicas cuantitativas. Los principales **índices** del funcionamiento de un sensor son su resolución espacial o exactitud y su capacidad de discriminar entre la señal del objeto y variaciones aleatorias en el objeto, umbral llamado la razón **señal/ruido** (RSR). El funcionamiento general es una transacción entre la resolución y la superficie abarcada.

Los **sensores** pueden reaccionar a fenómenos **físicos**, químicos o biológicos, a menudo en combinación. Según los principios **físicos** básicos que se usen para la medición, pueden distinguirse los **sensores** sísmico-acústicos, que reaccionan a la operación mecánica (por ejemplo los sonares), los **sensores** magnéticos, que miden las perturbaciones del **campo** magnético terrestre, los detectores que miden la radiactividad, y los **sensores** electromagnéticos, que son sensibles a diferentes **regiones** del espectro electromagnético. En esta última clase, los más importantes son los **sensores** de ondas de radar y los **sensores** que operan en las partes visible e infrarroja (IR) del espectro (que suelen llamarse **sensores** óptico-electrónicos). La teledetección, como su nombre indica, es la detección de cambios (ambientales o militares) a cierta distancia del sensor y es ahora casi sinónimo del uso de plataformas aéreas o espaciales **a/**.

1. **Sensores** pasivos

Los **sensores** pasivos son receptores que detectan algún atributo del objeto (por ejemplo la cantidad de calor **que** emiten diferentes formas de tierra o un tanque enemigo). **A** continuación se dan algunos ejemplos de su uso ecológico:

a) Fotográficos: en la **región** visible y en la región infrarroja cercana

En condiciones óptimas, la **aerofotografía** puede dar una resolución espacial en la gama de 1 centímetro aproximadamente. Los satélites de reconocimiento militares son capaces, según la información disponible, de resolver hasta 10 centímetros y los satélites civiles **hasta 10** metros. Esta disparidad sugiere que las **aplicaciones** no militares **podrían** beneficiarse de la tecnología y los datos militares. La fotografía, tanto desde aviones como desde satélites, es un instrumento importante para la teledetección de la **litosfera**, y es **particularmente** útil en la evaluación de formas de tierra y de sus **cambios** (geomorfología básica, tapiz del suelo, evaluación de los recursos de agua, manto de hielo, **vulcanología** etc.) y ofrece datos cuantitativos de distancias, áreas, volúmenes, **alturas** y direcciones. La fotografía de alta resolución, unida a la fotogrametría y al realce de imágenes por computadora (**digitalización** de los datos de densidad), es susceptible de muy diversos usos.

b) Cámara vidicón: región visible y región infrarroja cercana

La **cámara** vidicón es un **análogo** eléctrico de la cámara tradicional en la cual una imagen óptica se forma en la superficie fotosensible de un tubo electrónico que luego convierte la imagen en una señal eléctrica. Se usan cámaras de **televisión** vidicón en varios satélites meteorológicos y la serie Landsat tiene una versión mejorada llamada "cámara vidicón de **haz** de retorno" (RBV).

c) Explorador de radiación infrarroja térmica

En el caso de la radiación infrarroja térmica, el detector convierte la intensidad en señales eléctricas que se transfieren a un tubo de rayos **catódicos** de una línea que registra una línea en película. El sensor barre **nuevas** líneas sucesivamente y así forma una imagen perpendicular a la dirección del movimiento. La detección de la radiación infrarroja térmica es particularmente eficaz en el estudio de la actividad volcánica secundaria (fumarolas, respiraderos de gases que siguen a una erupción), corrientes **oceánicas** y costeras, incendios de **bosques** y descargas de aguas subterráneas. La cartografía de la inercia térmica también es capaz de estudiar la transferencia de calor conductivo cerca de la superficie,

d) Explorador multiespectral Óptico-mecánico

Los exploradores **multiespectrales** Óptico-mecánicos (MSS) que usan detectores calibrados o diseñados para bandas espectrales determinadas de radiación pueden reunir datos simultáneamente en una gama de longitudes de onda. Por ejemplo, el MSS de la serie de satélites Landsat produce datos simultáneos sobre la superficie de **la** tierra en cuatro bandas. La cinta compatible con computadora (CCT) del MSS de la serie Landsat permite el uso de métodos avanzados de preprocesamiento, realce y clasificación de información. Como el agua limpia transmite energía en la gama azul-verde y la absorbe en **la** región infrarroja cercana, el MSS puede detectar aguas turbias cargadas de sedimentos y ha resultado valioso en estudios de desbordamientos de ríos.

e) Sensores de microonda

Los **sensores** pasivos de microondas (PMS) detectan la radiación emitida, reflejada y transmitida en la región de microondas del espectro radioeléctrico. En comparación **con los sensores** Ópticos (de la región visible y de la infrarroja), los PMS son eficaces de noche, en mal tiempo y pueden penetrar las nubes. Sin embargo, su resolución es baja (varios metros) y la fuerza de la señal está determinada por la temperatura y las propiedades dieléctricas de la superficie de la Tierra. El radiómetro de microondas de barrido eléctrico (**ESMR**) está instalado en el satélite Nimbus-5. La detección pasiva de microondas es particularmente eficaz en la vigilancia de los recursos de agua.

2. **Sensores** activos

Los **sensores** activos están formados por un transmisor que **explora** el objeto, en general con algún tipo de radiación electromagnética (por **ejemplo** microondas, radiación infrarroja, ondas de **radio**) y un receptor que detecta la forma en que el haz **interactúa** con el objeto (por ejemplo, cómo se refleja el haz de radar en un avión, la superficie del mar o una forma de tierra).

a) Detección y telemetría con ondas de radio (radar)

Los sistemas de radar se elaboraron con fines militares, principalmente para detectar blancos (típicamente aeronaves). El radar puede usarse no **sólo** para medir distancias sino también para medir la velocidad de blancos móviles (indicador de blancos móviles, **MTI**) determinando la diferencia de frecuencia entre las ondas de radio emitidas y las recibidas (el efecto Doppler). Más importante **para** la detección ambiental es la capacidad del radar aerotransportado de **visión** lateral (**SLAR**), que usa impulsos cortos de ondas de radio emitidas perpendicularmente a la trayectoria de vuelo de una plataforma aerotransportada para generar **imágenes** bidimensionales del terreno a partir de la **señal** reflejada.

Los radares de redes de **elementos** en fase (PAR) usan una antena estática (es decir, no barredora) que permite obtener tasas de barrido más altas, el seguimiento de varios blancos y funcionamiento fiable y exacto. Los radares de apertura sintética (**SAR**) pueden simular el funcionamiento de una antena muy grande, por computación, para obtener una resolución muy alta. Los radares que funcionan a las longitudes de onda cortas (ondas milimétricas) dan mayor exactitud y son menos susceptibles de perturbación. La miniaturización electrónica ha dado lugar al desarrollo de unidades de radar muy pequeñas que pueden instalarse en plataformas no tripuladas.

Los radares, y en particular los **SAR**, pueden emplearse para vigilar inundaciones, derrames de petróleo en el océano, la evolución de los hielos marinos y la humedad del suelo y para medir la velocidad del viento y la intensidad de la lluvia y la nieve. En los últimos años se han elaborado radares Doppler específicamente para detectar tornados y otras formas de tormenta.

b) Detección y telemetría de luz (lidar)

El complemento del radar en la región visible y en la región infrarroja del espectro se llama "lidar" (detección y telemetría de luz). El lidar tiene aplicaciones militares y civiles en **la** localización de objetos en la atmósfera y en el espacio. El lidar de absorción diferencial (DIAL) da mediciones resueltas por gamas de la concentración de contaminantes químicos reflejando impulsos de luz de láser **a** dos longitudes de onda. Como se usa un láser de impulsos, el registro resuelto por tiempo de los fotones retrodispersos da información sobre la altitud.

Se han probado sistemas de lidar en globos y aeronaves y se han diseñado **lidares** para aplicaciones espaciales. En general, la tecnología de los **lidares** espaciales se concentra en la estimación de perfiles térmicos, la

determinación de pequeños componentes atmosféricos como el ozono (principalmente en la atmósfera superior) y en la determinación de aerosoles b/. Pueden elegirse entre láseres de diodos semiconductores, láseres de **Ramen** giratorios-inversibles, osciladores paramétricos ópticos, láseres de gas de alta presión y otros para servir de láseres de impulsos **sintonizables** en la **región adecuada** del espectro g/. Algunos de estos tipo de **láser se han** elaborado en el campo militar. Sus principales diferencias se refieren a la resolución espectral, que es óptima en los láseres de **diodos semiconductores**, y a la **energía** producida, que es óptima en los láseres de gas. **Las principales** desventajas son los altos costos de estos sistemas y/o su peso (especialmente en los láseres de alta energía). La capacidad de detectar productos químicos está limitada cuando los productos están cubiertos por nubes.

c) Sonar

El sonar (navegación y telemetría de sonido) es una técnica para detectar y determinar la distancia y la dirección de objetos submarinos por medios acústicos. En el campo militar, **el sonar se** usa en la detección de submarinos, en los torpedos autoguiados acústicos y las minas **acústicas** y en la detección **de** minas. En relación con el ambiente, **el sonar puede emplearse** para detectar témpanos de **hielo**, para buscar peces, para hacer sondeos de profundidad, en la cartografía **del fondo** del mar y **en** la **navegación Doppler**. Pueden **lanzarse** boyas **sónicas** pequeñas desde el aire con un helicóptero.

d) Rastreo de isótopos

La variación natural de los **isótopos estables** del carbono, del nitrógeno y del oxígeno puede emplearse para rastrear **el flujo de energía a través** de las redes alimentarias **acuáticas**. El contenido de **tritio**, de **deuterio** y de oxígeno 18 en la precipitación se ha vigilado **mensualmente desde los primeros años del decenio de 1960** mediante la red **mundial de estaciones administrada conjuntamente** por el **Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)** y la **Organización Meteorológica Mundial (OMM)**. Los datos de **observación indican** que la concentración en el aire de **algunos oligogases**, como el **dióxido de carbono**, el **metano**, el **monóxido de carbono**, el **ozono**, los **clorofluorocarburos**, el **nitrógeno** y **los óxidos de azufre**, **está cambiando como resultado de** emisiones **antropógenas**. **En la zona de Chernobyl**, las **investigaciones se dirigen** a la migración de radionuclidos **liberados en el accidente de la central nuclear de 1986**. En el futuro, **es necesario elaborar** modelos interpretativos y **prognósticos más adecuados**, y **establecer** bases de datos sobre las características **típicas** de la **migración de contaminantes en condiciones geológicas y termodinámicas típicas d/**.

3. Plataformas

Tanques detectores

El tanque detector alemán "Fox" se **basa** en el TM-170 ya en producción y servicio **g/**. Los principales instrumentos a bordo del tanque son detectores de rayos gamma para la detección de la radiación nuclear y espectrómetros de masa para identificar **sustancias** orgánicas como los agentes de guerra química. Una base de datos almacena hasta 900 sustancias y produce impresos. Los **sensores** meteorológicos de a bordo pueden medir la temperatura, la humedad, la velocidad y **la** dirección del viento y la presión atmosférica. Se usa un sistema de navegación terrestre militar para determinar la posición exacta. El espectrómetro de masa móvil puede funcionar en condiciones **extremas** de temperatura y humedad y está totalmente controlado por microprocesadores. Entre **las** aplicaciones ecológicas están el análisis del agua y del fuego, la determinación de **plaguicidas** y la medición de la **contaminación después** de un accidente.

Satélites de reconocimiento de **los Estados Unidos**

Los **satélites** de reconocimiento fotográfico **militares** más avanzados, como los **satélites "Keyhole"** de los **Estados Unidos** (KH-11, KH-12), están **formados** por un **complejo** con millones de **pequeños pixeles** (**elementos** de imagen) y una **resolución** espacial declarada de **15-30** cm, que sería muy superior a la de los **satélites** fotográficos civiles. Pueden producirse imágenes de noche empleando detectores **infrarrojos** y fotomultiplicadores que tienen una resolución **considerablemente** inferior a la de las imágenes producidas con luz visible. El **Lacrosse** es un radar espacial de todo tiempo capaz de penetrar las nubes con varios **sensores** especialmente **diseñados** para tener larga duración. Se supone que su **resolución** está en la gama de 2-3 m. Según la frecuencia que se use, se estima que el radar de apertura sintética (**SAR**) del Lacrosse capaz de penetrar **As** uno a varios metros de cultivo **verdes maduros f/**. Los **satélites** de reconocimiento son importantes para la **vigilancia** de crisis, la alarma temprana y la **verificación** del desarme, pero **podrían** cumplir principalmente funciones de vigilancia ambiental con resolución muy alta.

El **Programa de Apoyo** a la Defensa (DSP) de los Estados Unidos ofrece un sistema de vigilancia por satélite para la alarma temprana de un ataque con **misiles** balísticos. Se compone de **tres** satélites **geoestacionarios**, varias estaciones procesadoras **terrestres** y una red de comunicaciones. El sensor primario es un telescopio grande compuesto de un complejo de detectores **infrarrojos**, cada uno de los **cuales** abarca un **área** de la Tierra de menos de **dos millas cuadradas g/**. Aparte de detectar la pluma térmica de un misil, **este sensor** puede **localizar fuentes** de calor grandes (incendios), naturales o producidos **por** el hombre.

El **Sistema de Satélites Meteorológicos de Defensa** (DMSP) de los Estados Unidos reúne **tantos** con varios **sensores**: **sensores** de alta resolución (radiómetros de barrido) en los **canales** visible e infrarrojo térmico, que se usan para **analizar** las estructuras de **nubes** en apoyo de operaciones **militares** (por ejemplo, **avisos** de tormenta), **sondas** térmicas pasivas de microondas y de

la región infrarroja, un imaginador de microondas que penetra la cubierta de **nubes** para **obtener** diversos datos ambientales, **un** espectrómetro electrónico que mide la actividad de **partículas** cargadas de la Tierra y una cámara **de** televisión. **Están** proyectados un lidar para medir el campo de viento tridimensional de la atmósfera, un **sensor** ultravioleta de vacío para determinar la altura de la Cumbre **de las** nubes y el contenido **de** aerosol **de** las nubes, y **una** ionosonda para medir las alturas de la atmósfera que reflejan **las ondas** de **radio** de alta frecuencia **h/**.

4. **Aplicaciones** ambientales de la teledetección **i/**

a) La atmósfera

La reunión de datos meteorológicos **se** ha hecho tradicionalmente en estaciones terrestres mediante instrumentos usuales como barómetros, termómetros, **anemómetros**, **pluviómetros** y registradoras de las horas de sol distribuidos en una densa red de estaciones por todo un país. **Se** han **empleado** cohetes sonda especializados para obtener datos de presión, temperatura, densidad y viento de las capas superiores de la atmósfera para estudios meteorológicos y geofísicos. Los satélites de teledetección son particularmente útiles en la medición de **estructuras** térmicas, estudios de la radiación de superficie, la clasificación de nubes, la estimación de la precipitación pluvial, **el** análisis del vapor de agua, **el análisis** de los **campos de vientos**, el estudio de la producción de tormentas intensas, **el** análisis y los **pronósticos del** tiempo, **la** evaluación del agotamiento del ozono y la vigilancia **del** efecto de invernadero.

b) La litosfera

Entre las aplicaciones ecológicas importantes **de** la **teledetección de** la litosfera desde aviones y satélites están la detección, la **identificación** y la cartografía de rasgos superficiales y **subsuperficiales de** la Tierra y la inferencia **de los** procesos que los afectan. La aerofotografía se ha **emplerado** para registrar erupciones volcánicas, por ejemplo la erupción del monte St. Helena. El explorador infrarrojo térmico es adecuado para vigilar la actividad volcánica secundaria, como fumarolas, respiraderos de gas etc. En el ambiente costero, la aerofotografía revela detalles de rasgos costeros **macroscópicos** y **las** pautas de circulación del agua **del** mar. Otros usos **litosféricos** de la **teledetección** por satélite son los siguientes: el reconocimiento **geológico** de terrenos ocultos en ambientes áridos, la delineación de llanuras inundables y la detección de sistemas de flujo de aguas subterráneas, la cartografía **de fenómenos geotérmicos**, la cartografía de la inercia térmica, la detección **de** rocas silíceas, la determinación de la **pendiente** del terreno, la **detección** de rasgos **lineales** estructurales, la extracción de parámetros de redes de drenaje, la Cartografía geológica **de** terrenos muy boscosos, la **cartografía** de campos de nieve y de la **criosfera**, la cartografía **de** yacimientos de superficie **en** regiones **desérticas**, la **evaluación** de pastizales y de los **daños** causados por incendios de bosques, **el análisis** de formas **de** tierra y la Cartografía de **estructuras** superficiales.

c) La biosfera orgánica

En el estudio de la vegetación, los cultivos y los suelos, **siempre** es necesario hacer levantamientos con miras **a** descubrir su distribución espacial, su estructura y su tipo. Esta información es **indispensable** para la **ordenación agrícola** y forestal, para la adopción informada de decisiones **en** la **planificación**, para determinar la viabilidad de proyectos de desarrollo agrario y en muchas obras **de** ingeniería. El uso **biosférico** de los satélites está bien establecido en la evaluación de los daños causados a la vegetación, la identificación y discriminación de cultivos, la detección de las condiciones de los cultivos, la cartografía **de suelos**, el inventario forestal, el estudio de la vegetación de tierras húmedas, la determinación de la humedad **del Suelo**, **la previsión** de la temperatura y el rendimiento de cultivos y **la estimación** de la cantidad **de** vegetación verde. También **se** han emprendido otras misiones, por ejemplo, el salvamento de aeronaves **o de** buques mediante la detección de sus señales de socorro desde el espacio **¡/**.

d) La hidrosfera

La importancia de los satélites de teledetección en la reunión de datos relativos **a** las características físicas, biológicas, geológicas y químicas del mar **es** evidente. Tanto la fotografía aérea como la **fotografía** por satélite pueden emplearse para seguir la deriva y la dispersión de desechos **industriales en el** mar, por **ejemplo** de metales pesados y de compuestos químicos orgánicos. La observación aérea es indispensable para investigar y reunir pruebas de la **infracción** de reglamentos relativos al **vertimiento** ilegal y el vertimiento permitido de productos químicos, la incineración de productos químicos, la vigilancia del tráfico marítimo, la protección de la pesca, las actividades extractivas marinas, la búsqueda y salvamento, el control **del** tráfico de buques, la cartografía **de** los hielos marinos, el contrabando y la investigación general **del** ambiente. Los **sensores** de la radiación ultravioleta, **de** la infrarroja térmica y de microondas son potencialmente adecuados para la detección **de** derrames de petróleo. El fluorosensor de láser da una clasificación gruesa de los tipos de hidrocarburos. Los radiómetros pasivos de microondas se han empleado para detectar la temperatura de la superficie del mar y los **hielos** y la salinidad del mar. El radar se ha usado para hacer mapas de los hielos marinos, medir la altura **de** las olas, detectar plantas acuáticas y bancos de peces, determinar la profundidad del agua y detectar derrames **de petróleo** **¡/**.

Cuadro 1

Satélites civiles y militares y sus sensores 1/

Satélite	País	Sensor	Longitud de onda o frecuencia	Resolución asociada
DMSP Bloque 5D	EE.UU.	Explorador de líneas operacional (OLS) Detector de rayos gamma Espectrómetro electrónico de precipitación Sonda densitométrica Sonda de temperatura infrarroja, vapor de agua y ozono Monitor de plasma Monitor ionosférico pasivo Sonda de temperatura de microondas Fluómetro de rayos infrarrojos Sensores de plumas (en bloque 5D) Imaginador de microondas (en bloque 5D 2-3) Sensor ultravioleta de vacío (en bloque 5D 3)	0,41-1,1 μm , B-3 μm	\approx 1 km
ERS-1	ESA	Radar de apertura sintética (SAR) - Modo imaginante SAR - Modo ondulatorio SAR - Modo eólico Altimetro Dispersómetro Radiómetro de barrido a lo largo de la trayectoria (ASTR)	5,3 GHz (banda C) 5,5 GHz Banda K Banda C	30 m 5 km 50 km
ERS-1	Japón	Radar de apertura sintética (SAR) VNR	1,275 GHz (banda L) 4 bandas (0,45 a 0,90 μm)	25 m 25 m
IRS	India	LISS-1 LISS-2	4 bandas de 0,45 a 0,90 μm 4 bandas de 0,45 a 0,90 μm	73 m 44 m
KH-11, KH-12	EE.UU.	Cámara de reconocimiento Dispositivo de acoplamiento por carga (CCD)	Visible Visible	\approx 0,30 m \approx 0,30 m

Cuadro 1 (continuación)

Satélite	País	Sensor	Longitud de onda o frecuencia	Resolución espacial
Lacrosse	EE.UU.	Radar de apertura sintética (SAR)		1,5 - 3 m
Landsat 4-1	EE.UU.	Explorador multiespectral (MSS) Cartógrafo temático (TM)	Cuatro canales, visible y refleja Infrarroja Visible, infrarroja cercana Infrarroja térmica	80 m 25 m 100 m
HETEOSAT	ESA	Explorador multiespectral	Visible 0,5 - 0,9 μm Infrarroja 10.5 - 12,5 μm	2.5 km 5 km
M. ROSS (anulado)	EE.UU.	Altímetro Oispersómetro Radiómetro de microondas de baja frecuencia (LFMR) Imaginador de microondas especial del sensor (SSM-1)		
RABARSAT	Canadá	Radar de apertura sintética (SAR) Dispersómetro de microondas Radiómetro de microondas Sensor óptico	5,3 (banda C), 1,3 GHz (banda L)	25-30 m
Salyut 6	JRSS	Explorador multiespectral (MSS) Cámara de película Vidición de haz de retorno (RBV)	Visible Infrarroja Visible Visible	20 m 60 m 80-120 m 100 m
SEASAT	EE.UU.	Radar de apertura sintética (SAR) Altímetro Dispersómetro de radio (SASS) Radiómetro de barrido de varias frecuencias (SMFR) Radiómetro de las regiones visible e infrarroja (VIRR)	Banda L	25 m

Cuadro 1 (continuación)

Satélite	País	Sensor	Longitud de onda o frecuencia	Resolución espacial
Sensores a bordo del transbordador espacial	EE.UU.	Cámara de formato grande (transbordador espacial STS-41G)	Visible	18 m
		Cámara de formato grande a bordo del transb. espacial STS-4	Visible	20 m
	Alemania	SAR a bordo del transbordador espacial STS-2		30 m
		Explorador multi espectral óptico electrónico modular (MOMS) a bordo del transbordador espacial STS-7 y STS-11	Canal 1: 0,58-0,63 μm Canal 2: 0,83-0,98 μm	20 m 20 m
Soyuz-22	URSS	Cámara multiespectral (MFK 6)	Visible (6 canales)	\approx 10 m
SPOT	Francia	De alta resolución en el espectro visible (HRV) Dispositivo de acoplamiento por carga (CCD)	Visible pancromático	10 m
			Visible multiespectral	20 m
TIROS-N	EE.UU.	Radiómetro avanzado de muy alta resolución (AVHRR) Espectrómetro infrarrojo, unidad de sondeo de microondas	Visible, infrarroja térmica (5 canales)	1 km
TOPEX Poseídon	EE.UU./ Francia	Altímetro de alta precisión Sonda de microondas (MWS) Sistema de localización precisa por satélite (DORIS)		

Cuadro 2

Sensores instalados en el satélite Nimbus 7. sus fines científicos y sus aplicaciones m/

Sensor	Longitudes de ondas de los canales	Parámetros científicos	Aplicaciones
CZCS	0,44, 0,55, 0,56, 0,67, 0,75, 11,5 μm	Temperatura, radiancias espectrales, clorofila, sedimento	Geodinámica de regiones costeras, contaminación química y térmica, recursos pesqueros, vigilancia de la altamar, vigilancia de derrames de petróleo
ERB	10 canales de observación solar que van de 0,2 a 50 μm ; canales de observación de la tierra que van de 0,2 a 50 μm	Flujos terrestres, flujos solares, insolación zonal	Climatología, dinámica océano/atmósfera, modelación del tiempo, estudios de la reflectancia terrestre
LIMS	6,25, 6,75, 9,65, 11,35, 15,25, 1 canal ancho de 13,2 a 17,2 μm	Concentraciones de gas y perfiles térmicos de la estratosfera	Vigilancia de la contaminación atmosférica, estudios fotoquímicos, dinámica de los gases atmosféricos, climatología
SAHS	9 canales definidos por modulación celular de 4,1 a 15,0 μm y 25 a 100 μm	Concentraciones de gases y perfiles térmicos de la estratosfera	Vigilancia de la contaminación atmosférica, estudios fotoquímicos, dinámica de los gases atmosféricos, climatología
SAM II	1 μm	Extinción de aerosoles y perfiles de la razón de extinción y profundidad óptica de la estratosfera	Fuentes y sumideros atmosféricos, estudios del presupuesto de radiación terrestre, dinámica de la inyección de aerosoles
SBUV/TOMS	12 longitudes de ondas fijas de 0,255 a 0,380 μm y barrido continuo de 0,160 a 0,400 μm	Perfiles del O ₃ , O ₃ atmosférico total, irradiancias solares, radiancias terrestres	Dinámica y modelación del O ₃ , climatología y meteorología, relaciones entre el O ₃ y la radiación solar
SMMR	6,6, 10,7, 18,0, 21,0, 37,0 GHz (frecuencia), radiómetro de barrido de varios canales	Parámetros mar-hielo, condiciones de la superficie del océano, condiciones atmosféricas, parámetros terrestres, características glaciales	Dinámica oceánica, dinámica del hielo, interacciones océano/atmósfera, climatología y vigilancia del tiempo
THIR	0,75, 11,5 μm	Temperatura de la superficie, temperatura de la cumbre de las nubes	Efectos de la nubosidad en otros datos de instrumentos del Nimbus 7

Cuadro 3

Aplicaciones de las bandas del cartógrafo temático del Landsat-4 u/

Banda	Gama espectral	Aplicación
1	0,45-0,52 μm	Penetración de masas de agua, cartografía de agua6 costeras , diferenciación de suelo y vegetación.
2	0,52-0,60 μm	Medición del máximo de la reflectancia verde visible de la vegetación para estimar el vigor.
3	0,63-0,69 μm	Banda de absorción de la clorofila, útil en la discriminación de vegetación.
4	0,76-0,90 μm	Determinación del contenido de biomasa, delineación de masas de agua.
5	1,55-1,75 μm	Determinación del contenido de humedad de la vegetación y de la humedad del suelo. Diferenciación de nieve y nubes.
6	10,40-12,50 μm	Análisis del esfuerzo de la vegetación . Discriminación de la humedad del suelo, cartografía térmica .
7	2,08-2,35 μm	Discriminación de tipos de rocas. Cartografía hidrotérmica .

Notas

a/ Hay una buena descripción de las tecnologías de **sensores** para aplicaciones ecológicas en C. P. Lo, **Applied Remote Sensing**, Longmans, 1986.

b/ En 1977 la NASA reunió un grupo de estudio internacional para elaborar conceptos para un sistema de lidar para un transbordador atmosférico, que sugirió 26 experimentos para demostrar toda la gama de aplicaciones del lidar. Una versión reducida se llama LITE (experimento sobre el láser en la tecnología espacial). Véase D. B. Horgan y A. Rosenberg, "**Spaceborne Lidar Sensors: Opportunity and Challenge**", en A. Schaapf (ed.), **Monitoring Earth's Ocean, Land, and Atmosphere from Space**, Nueva York, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1985.

c/ R. Trapp, "Verification of **an** International Agreement Banning Chemical Weapons - the Possible Role of **Satellite Monitoring**", en B. Jasani y T. Sakata (eds.), **Satellites for Arms Control and Crisis Monitoring**, Oxford University Press, 1987.

d/ Véase la **edición** especial sobre los isótopos en la investigación ecológica del Boletín del OIEA, abril de 1990.

e/ "NBC version of TM-170 unveiled", en **Jane's Defence Weekly**, 13, agosto de 1988, pág. 278.

f/ Véase R. Kokoski y S. Koulik (eds.), **Verification of Conventional Arms Control in Europe**, SIPRI, Estocolmo, Westview Press, 1990.

g/ **The C3I Handbook**, tercera edición, Palo Alto, 1988.

h/ L. Gomberg, "**Remote** Sensing of the Earth with the Defense Meteorological Satellite", en A. Schnapf, **op. cit.**

i/ Puede verse un examen ilustrativo y detallado de las diferentes regiones ecológicas en C. P. Lo, **op. cit.**

j/ El programa multinacional **COSPAS/SARSAT** ha demostrado algún éxito a este respecto.

k/ Hay tipos especiales de **sensores** transportados por satélite destinados a aplicaciones oceanográficas, como el Explorador Cromático de Zonas Costeras a bordo del Nimbus 7, diseñado específicamente para suministrar información a los biólogos marinos y a los organismos de detección de la contaminación (véase el cuadro 2) y el experimento SEASAT para estudiar la superficie del océano mediante **sensores** de microondas. En vista de estos resultados, se han planeado futuros sistemas de satélites, como el MOS-1 del Japón, el **SPOT-2** de Francia y la **misión** ERS-1 de la Agencia Espacial Europea (ESA).

Notas (continuación)

l/ K.-H. Szekiolda (ed.), Satellite Remote Sensing for Resources Development, Graham and Trotman, 1986; B. Jasani, op. cit.; y A. Schnapf, op. cit.

m/ R. Reuter y R. H. Gillot, Remote Sensing of Pollution of the Sea, Proceedings of the International Colloquium, Universidad de Oldenburg, marzo de 1987.

n/ R. Reuter, op. cit.

Apéndice IV

TENDENCIAS DE LA **COMPUTACION**, LAS COMUNICACIONES Y LA MODELACION

1. Computadoras

En la microelectrónica se mantiene la tendencia a la integración en muy gran escala y a la integración de muy alta velocidad. Las supercomputadoras con miles de microprocesadores que funcionan en paralelo son capaces de procesar decenas de miles de millones de operaciones por segundo, y ofrecen la base para la simulación casi en tiempo real de sistemas militares y ambientales complejos. La velocidad de computación y la capacidad de almacenamiento/recuperación de **información** han superado con mucho la capacidad de programar la computadora y de elaborar programas fiables. Esta crisis de la programación ha conducido a la elaboración de nuevos métodos de ingeniería de programación. La integración cada vez mayor de los programas y las máquinas es manifiesta en el desarrollo de plaquetas diseñadas para cumplir funciones determinadas.

2. Inteligencia artificial y robótica

Los sistemas expertos almacenan conocimientos en una materia determinada, y dan conclusiones, respuestas y posibilidades a preguntas determinadas que deben darse dentro de esa materia según reglas formales. Los **robots** son máquinas controladas por programas de computadoras que intentan imitar capacidades y actividades humanas y que también pueden emplearse en la capacitación. Los métodos de inteligencia artificial (AI) se elaboran para el reconocimiento automático, la clasificación, la identificación y la reproducción de formas según criterios y características determinados. Al revés, estos métodos también pueden emplearse para generar gráficos y para la síntesis del habla. Los conceptos matemáticos de lógica inexacta y geometría **fractal** se usan cada vez más para apoyar la adopción de decisiones en algoritmos de reconocimiento o generación de caracteres respectivamente. Las redes neurales tienen por objeto aplicar los principios del cerebro humano a la solución de problemas técnicos.

3. Sistemas de comunicación

Los sistemas de comunicación transportan mensajes de un transmisor a un receptor a través de canales de comunicaciones, que pueden ser cables (metálicos o de fibra de vidrio) o **vías** de propagación de ondas radioeléctricas. El espectro de **radiofrecuencia** va de las frecuencias muy bajas (VLF) a las frecuencias extremadamente altas (EHF) y se divide en ocho bandas. La comunicación por satélite (SATCOM) es importante hasta las frecuencias más altas y es capaz de transmitir cantidades extremas de datos en tiempo corto, lo cual es pertinente para la vigilancia del ambiente. En comparación con los cables metálicos, las fibras ópticas tienen ventajas importantes: tienen peso, volumen, firmas electrónicas, tiempo de instalación y posibles costos menores, unidos a anchura de banda, tasa de transmisión de datos, seguridad, fiabilidad e **inmutabilidad** a las contramedidas electrónicas (**ECM**) mayores.

Como norma para las telecomunicaciones, el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT) y la Organización Internacional de Normalización (ISO) han acordado el modelo de referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI). El OSI da una serie de reglas (protocolos) que deben seguir ciertas redes de computadoras que están divididas en siete estratos. Para las comunicaciones de redes digitales, se ha introducido la Red Digital para Servicios Integrados (ISDN) para transmitir todos los tipos de mensajes (voz, télex, facsímile, datos) en formato uniformado por medio de computadoras digitales.

4. Sistema de posicionamiento mundial (GPS)

El Navstar GPS de los Estados Unidos está formado por una serie de satélites en órbita tales que, en condiciones ideales, una estación terrestre puede recibir señales simultáneas de cuatro satélites. Estas señales, una vez procesadas, ofrecen información precisa sobre las coordenadas geográficas y de altitud del receptor. Los satélites y receptores contienen relojes atómicos sincronizados y las diferencias de tiempo entre la transmisión y la recepción de las señales permiten determinar las distancias entre los satélites y el receptor: las cuatro distancias describen un lugar único en tres dimensiones de la superficie de la tierra. Algunos receptores son lo bastante pequeños para ser llevados por soldados y se han usado en una amplia gama de vehículos militares y han sido llevados por soldados. El sistema de los Estados Unidos transmite en dos canales, según la política de "disponibilidad selectiva": una cifra cruda (C/A) que está disponible para uso civil con una exactitud de 130 m y una cifra militar (P) exacta hasta 17,8 m horizontalmente y hasta 27,7 m en altitud p/.

5. La modelación y la simulación en el comando y el control

La modelación y la simulación desempeñan un papel importante en el sistema de comando, control, comunicaciones e inteligencia militares (C3I). El equipo, el personal y los conocimientos técnicos procedentes de esta esfera pueden tener aplicaciones ecológicas. A continuación se dan algunos ejemplos p/:

1. Desde el punto de vista conceptual, es importante el modelo cibernético de Cawson del circuito de decisiones de comando y control, que divide todo el proceso en varias subfunciones: detectar (ambiente), procesar (datos), comparar (estado real con estado deseado), decidir (según la misión) y actuar (sobre las propias fuerzas).

2. Los modelos de proceso describen la interacción dinámica del comando y el control y con el ambiente: modelos de combate y conflicto de dos lados, el método del horario (para ataques con proyectiles balísticos intercontinentales y el lanzamiento en caso de alarma), de ecuaciones diferenciales deterministas como el modelo de Lanchester, modelos probabilistas y estadísticos o modelos que aplican la lógica inexacta, la teoría de las catástrofes y del caos, la teoría del control y la teoría de los juegos.

3. **Existen** modelos detallados que describen y analizan aspectos **determinados de C3I**: adopción de decisiones y apoyo a la adopción de **decisiones** en centros de comando y en el cuartel general; vigilancia y fusión de la información para el reconocimiento, el aviso y el pronóstico; aspectos **físicos** y matemáticos de **las** comunicaciones (por ejemplo sobre capacidad de **transmisión** de datos, **conectividad**, **tasa** de errores), control de información y **guerra electrónica** (engaño, interferencia). Mientras en la **teoría** de las comunicaciones los procedimientos de **diseño** se conocen bien, la **teoría** de la **fusión** de la información está mucho menos desarrollada, en parte a causa de la enorme cantidad de datos y del problema de decidir qué **es** esencial y que no lo es.

4. Los modelos de evaluación **definen medidas de funcionamiento (MOP)** y medidas de eficacia (**MOE**) de los sistemas **C3I**. Las medidas de funcionamiento miden la capacidad de cumplir las actividades "internas" propias de un **sistema**, **las** medidas de eficacia el **grado** en que **el** sistema cumple **una misión** militar **determinada**.

5. La complejidad y vulnerabilidad de **los** sistemas **C3I** aumenta la importancia de **la simulación**, la capacitación, la prueba y los ejercicios de campo realistas. Para ser útil, un modelo debe corresponder a una situación realista y tiene que ser explicable a la persona encargada de adoptar las decisiones en sus **términos**. En los Estados Unidos, se conoce gran número de instalaciones de simulación y campos de prueba. En ejercicios de campo se ha probado la operación integrada de todas las categorías de armas y tropas, incluso las estructuras **C3I**. En estos ejercicios se han usado sistemas **basados** en conocimientos para apoyar la planificación.
