

CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS DE LA DEFENSA NACIONAL

---



**MONOGRAFÍAS**  
del  
**CESEDEN**

**62**

---

XIII JORNADAS UCM-CESEDEN

## MEDIO AMBIENTE Y DEFENSA

ABSTRACT  
IN ENGLISH

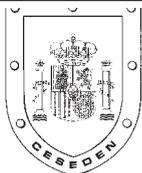
---

---

MINISTERIO DE DEFENSA



CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS DE LA DEFENSA NACIONAL



**MONOGRAFÍAS  
del  
CESEDEN**

**62**

XIII JORNADAS UCM-CESEDEN

**MEDIO AMBIENTE Y DEFENSA**

Junio, 2003

## FICHA CATALOGRÁFICA DEL CENTRO DE PUBLICACIONES

### **Jornadas Universidad Complutense de Madrid-CESEDEN (13ª. 2002. Toledo)**

Medio ambiente y defensa / XIII Jornadas Universidad Complutense de Madrid-CESEDEN.— [Madrid] : Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, 2003.— 214 p. ; 24 cm.— (Monografías del CESEDEN ; 62).— Precede al tit.: Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional

NIPO: 076-03-127-3.—D.L. M. 31918-2003.

ISBN: 84-9781-025-2

I. Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (España)  
II. España. Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica,  
ed. III. Título IV. Serie

Medio ambiente / Política medioambiental / Catástrofes / Guerra /  
Seguridad / Defensa / Fuerzas Armadas

Edita:



NIPO: 076-03-127-3

ISBN: 84-9781-025-2

Depósito Legal: M-31918-2003

Imprime: Imprenta Ministerio de Defensa

Tirada: 1.000 ejemplares

Fecha de edición: junio 2003

NIPO: 076-03-143-5 (Edición electrónica)



# MEDIO AMBIENTE Y DEFENSA

## SUMARIO

|  | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| PRESENTACIÓN .....   | 9             |
| INTRODUCCIÓN .....   | 13            |
| INAUGURACIÓN .....   | 19            |
| <i>Por Domingo Marcos Miralles</i>   |               |
| <i>Primera sesión</i>  |               |
| LA POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL EN EL MINISTERIO DE DEFENSA                           | 25            |
| <i>Por José Ángel Sande Cortizo</i>  |               |
| <i>Segunda sesión</i>  |               |
| IMPACTO AMBIENTAL A ESCALA GLOBAL Y REGIONAL .....                               | 41            |
| <i>Por Francisco Valero Rodríguez</i>  |               |
| <i>Tercera sesión</i>  |               |
| LA ARMADA Y EL MEDIO AMBIENTE .....  | 59            |
| <i>Por José Manuel Sevilla López</i>   |               |
| <i>Cuarta sesión</i>   |               |
| MEDIO AMBIENTE EN CONFLICTOS BÉLICOS Y CATÁSTROFES:<br>ASPECTOS SANITARIOS ..... | 87            |
| <i>Por Pablo Gil Lozaga</i>  |               |

*Quinta sesión*

PROTECCION DE LA NATURALEZA POR EL EJÉRCITO DEL AIRE 127

*Por José Luis Martínez Climent*

*Sexta sesión*

LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL: ISO 14000..... 139

*Por Gabriel Ovejero Escudero*

*Séptima sesión*

GEOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y CATÁSTROFES..... 159

*Por Juan de Dios Centeno Carrillo*

*Octava sesión*

MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD INTERNACIONAL ..... 179

*Por Fernando Davara Rodríguez*

RESUMEN ..... 189

ABSTRACT..... 201

ÍNDICE ..... 205

# PRESENTACIÓN

## PRESENTACIÓN

*Durante los días 28, 29 y 30 de noviembre se celebraron las XIII Jornadas Universidad Complutense de Madrid (UCM)-Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (CESEDEN), en el marco del convenio existente entre ambas Instituciones.*

*Las sesiones de trabajo se llevaron a cabo en el parador nacional de Toledo.*

*Bajo el nombre «Medio Ambiente y Defensa», se desarrollaron los temas que se publican en esta Monografía.*

# INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN

### Programa

#### *Finalidad*

Continuar con la colaboración acordada en el convenio UCM-CESEDEN, desarrollando las *XIII Jornadas de Estudio* sobre el tema «Medio Ambiente y Defensa».

#### *Dirección y organización*

##### DIRECCIÓN

Por la UCM:

- Excelentísimo señor don Rafael Puyol Antolín. *Rector magnífico.*
- Excelentísimo señor don Juan Luis Paniagua Soto. *Vicerrector de Relaciones Institucionales.*

Por el CESEDEN:

- Excelentísimo señor don Domingo Marcos Miralles. *Teniente general. Director.*
- Ilustrísimo señor don Javier Álvarez Veloso. *Coronel del Ejército de Tierra. Secretario general técnico.*

##### ORGANIZACIÓN

Por la UCM:

- Excelentísimo señor don Pedro Chacón Fuertes. *Vicerrector de Estudios.*
- Excelentísima señora doña Mercedes Doval Montoya. *Vicerrectora de Ordenación Académica.*

- Excelentísimo señor don Agustín Zapata González. *Vicerrector de Investigación.*
- Señora doña Natividad Muñoz González. *Jefe de la Unidad de Estudios.*
- Señora doña Elena Ramírez Fuentes.
- Señora doña Cristina Ríos Maure.

Por el CESEDEN:

- Excelentísimo señor don Edilberto Calabria del Mazo. *General de brigada. Jefe de la Escuela de Altos Estudios de la Defensa (EALEDE).*
- Ilustrísimo señor don José M.<sup>a</sup> Santé Rodríguez. *Capitán de navío. Profesor.*
- Ilustrísimo señor don Eduardo Navadijos Ortiz. *Coronel del Ejército de Tierra. Profesor.*
- Ilustrísimo señor don Antonio Virto Catalán. *Coronel del Ejército de Tierra.*
- Señor don Gregorio Luis Rodríguez Fuentes.
- Señora doña Rosa Fernández Fuentes.

#### RELATORES

Por la UCM:

- Ilustrísimo señor don Rafael Calduch Cervera. *Director del Instituto Complutense de Estudios Internacionales.*

Por el CESEDEN:

- Ilustrísimo señor don Javier Martín García. *Coronel del Ejército de Tierra. Profesor.*

#### DESARROLLO DE LAS SESIONES

Las sesiones de trabajo tendrán lugar en el parador nacional de Toledo.

Cada sesión tendrá una duración de 45 minutos (30 de exposición y 15 de debate).

Los moderadores de las sesiones serán el excelentísimo señor don Pedro Chacón Fuertes y el excelentísimo señor don Edilberto Calabria del Mazo.

Los relatores tomarán notas de las exposiciones y debate, preparando un resumen para su lectura en la sesión final.

Recogerán las ponencias para su posterior publicación.

## *Desarrollo de la programación*

Jueves, 28 de noviembre de 2002

9:30 h. Salida en autobús del CESEDEN.

10:00 h. Salida del Rectorado.

11:30 h. Llegada al parador y recogida de documentación.

12:30 h. Acto de inauguración de las *XIII Jornadas*.

13:00 h. Primera sesión:

Tema: «La política medioambiental en el Ministerio de Defensa».

Ponente: excelentísimo señor don José Ángel Sande Cortizo.  
*Contralmirante*.

17:00 h. Segunda sesión:

Tema: «Impacto ambiental a escala global y regional».

Ponente: excelentísimo señor don Francisco Valero Rodríguez.  
*Profesor titular de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica* de la UCM.

18:30 h. Tercera sesión:

Tema: «La Armada y el Medio Ambiente».

Ponente: excelentísimo señor don José Manuel Sevilla López.  
*Contralmirante Ingeniero*.

Viernes, 29 de noviembre de 2002

10:00 h. Cuarta sesión:

Tema: «Medio Ambiente en conflictos bélicos y catástrofes: aspectos sanitarios».

Ponente: ilustrísimo señor don Pablo Gil Lozaga. *Catedrático de Medicina* de la UCM.

11:00 a 13:30 h. Visita cultural.

17:00 h. Quinta sesión:

Tema: «Protección de la Naturaleza por el Ejército del Aire».

Ponente: excelentísimo señor don José Luis Martínez Climent.  
*General de brigada del Ejército del Aire*.

18:30 h. Sexta sesión:

Tema: «La gestión medioambiental: ISO 14000».

Ponente: ilustrísimo señor don Gabriel Ovejero Escudero. *Catedrático de Ingeniería Química* de la UCM.

Sábado, 30 de noviembre de 2002

10:00 h. Séptima sesión:

Tema: «Geología, Medio Ambiente y catástrofes».

Ponente: ilustrísimo señor don Juan de Dios Centeno Carrillo.

*Profesor titular de Geodinámica de la UCM.*

11:30 h. Octava sesión:

Tema: «Medio Ambiente y seguridad internacional».

Ponente: excelentísimo señor don Fernando Davara Rodríguez.

*General de brigada del Ejército de Tierra.*

12:30 a 13:30 Acto de clausura de las *XIII Jornadas*.

# INAUGURACIÓN

## INAUGURACIÓN

La vicerrectora Mercedes Doval tomó la palabra para dar la bienvenida a todos los asistentes a las *XIII Jornadas UCM-CESEDEN* mostró su satisfacción por su participación en representación del rector.

Señaló, a continuación, el reconocimiento al profesor Pedro Chacón que en su condición de vicerrector de Estudios había sido el verdadero artífice, por parte de la Universidad, de estas *Jornadas* y que lamentablemente no podría estar presente hasta las sesiones finales, debido a su reciente nombramiento como director general de Universidades.

Finalmente, destacó el acierto que constituyó la iniciativa de celebrar las *XIII Jornadas UCM-CESEDEN*, como lo demostraba la celebración de su decimotercera edición. Dicha iniciativa debía situarse en el esfuerzo de ambas Instituciones por dar servicio a la sociedad española, abordando el estudio y debate de las diversas cuestiones relacionadas con la defensa, como ocurría este año con la temática elegida: «Medio Ambiente y Defensa», tan importante en un mundo cada vez más globalizado y respecto del que la sociedad española se muestra particularmente sensible.

\* \* \*

Por DOMINGO MARCOS MIRALLES

Excelentísimas e ilustrísimas autoridades de la Universidad Complutense y de Defensa.

Queridos amigos todos, recibid todos mi más cordial bienvenida a estas magníficas instalaciones donde durante los próximos días vamos a celebrar las *XIII Jornadas UCM-CESEDEN*.

Su número de orden indica por sí mismo el largo camino, que hemos ido haciendo al andar, pero que ya tiene calzada firme, por la que a diario discurren con mayor fluidez los cada vez más numerosos e importantes productos de una fértil relación sólidamente establecida.

Hemos elegido tema central de las *Jornadas*, el Medio Ambiente, nada más y nada menos que uno de los escasos grandes problemas universales, cuya predictibilidad hace que podamos apreciar con absoluta nitidez, como la saturación progresiva de elementos negativos llevará al hábitat humano a un callejón sin salida cuyo final sólo somos y aún con absoluto esfuerzo racional capaces de retrasar.

Porque si admitimos que hasta la más simple actividad humana cual es el respirar ya es contaminante y que tal como concebimos hoy el progreso y el desarrollo lo son y tanto más cuanto más acelerados no parece que existan muchos motivos para el optimismo.

Y así vamos adelgazando la capa de ozono, nuestro escudo protector, lo que a su vez desencadena lentos pero hoy por hoy imparable procesos, cuyos resultados más tangibles, por medibles son el aumento de la temperatura media del Planeta y la retracción de sus elementos reguladores, en definitiva produciéndole inmunodeficiencias.

Y claro si el progreso como producto vital y contaminante y todos tenemos ese derecho, la inevitabilidad conduce a que a todos nos asiste el derecho a contaminar. Y a lo más que aspiramos es a mantener un control (Kioto) que alargue un proceso irreversible.

Y establecemos cuotas con los que unos, los más desarrollados y que por lo tanto aceleraron el proceso contaminante, más y más temprano, tratan de impedir que los menos desarrollados sumen al conjunto una contaminación creciente, de lo que por otra parte aún no son capaces. De manera que, como en el caso de las emisiones contaminantes.

Se produce un comercio de cuotas de contaminación que a mi modo de ver, es tan ilegal e inhumano como el comercio de la droga.

Dilema irresoluble ante el que muchos, fatalistas al fin, anestesianos la razón confiando en que la Naturaleza, que declaramos sabia por conveniencia, produzca el milagro.

Lo que haremos en estas *Jornadas*, asistidos por tan magníficos ponentes, será reflexionar cómo en el ámbito de la Defensa, se combate, no podía ser de otra manera, en la guerra declarada contra el hado inexorable.

Espero que entre los ponentes de la Universidad se rebatan las tesis que acabo de exponer, que si he intentado sean realistas, posiblemente hayan sonado pesimistas, de manera que el sábado podamos clausurar estas *Jornadas* con la satisfacción de haber cumplido todos los objetivos, entre los que no resulta el menor, el de profundizar en los ya sólidos lazos de amistad y colaboración entre nuestras Instituciones y entre quienes en ellas llevamos acabo nuestra diaria labor.

Con mi agradecimiento a todos por su contribución al seguro éxito de las mismas.

Declaro inauguradas las *XIII Jornadas UCM-CESEDEN*.

**PRIMERA SESIÓN**

**LA POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL  
EN EL MINISTERIO DE DEFENSA**

## LA POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL EN EL MINISTERIO DE DEFENSA

Por JOSÉ ÁNGEL SANDE CORTIZO

### Normativa

#### *Precedente*

- 1982: Real Decreto 2.265 de 27 agosto, articuló la colaboración con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, vía Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA).
- 1987: Real Decreto 1/87 de 1 enero, asignó a la Dirección General de Infraestructura (DIGENIN), la misión de «Velar por el Medio Ambiente.»
- 1991: Orden Ministerial que define documentos para estudios ambientales.
- 1992: Comisión de Defensa para la Protección Ambiental, propone y supervisa planes y presta asesoramiento en la materia.

#### *Vigente*

- 1996: Real Decreto 1.883, al establecer la organización y cometidos de los Centros Directivos del Ministerio de Defensa, asigna a la DIGENIN, la «preparación, planeamiento y desarrollo» de las políticas de infraestructura y medioambiental del Departamento.
- 1997: Directiva Ministerial 107 de 2 de junio, que define los grandes rasgos de la política medioambiental del Ministerio.

- 1998: Instrucción número 30 del 3 febrero de la Secretaría de Estado de la Defensa (SEDEF). Líneas de actuación y herramientas de protección del Medio Ambiente
- 1999: Directiva número 165, del 23 de junio, Ministerio de Defensa. «Prevención de incendios forestales en campos de tiro y maniobras».
- 2000: Orden Ministerial del 21 enero. «Régimen de colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente».

Es de señalar el avance en responsabilidades y competencias: el Real Decreto de 1987 limitaba su mandato a «Velar por la protección ambiental.»

## **Responsables**

Según el Real Decreto 1.883 de 1996, la cadena de responsabilidad sobre el Medio Ambiente en el Ministerio de Defensa es:

### *Normativa*

- Real Decreto 2.265/82: Ministerio de Defensa Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Real Decreto 1/87: DIGENIN: «Velar por el Medio Ambiente».
- Orden Ministerial 1991: «Prescripciones técnicas generales».
- Directivas 1992: Comisión Defensa Protección Ambiental.
- Real Decreto 1.883/96: «Organización y cometidos del Ministerio de Defensa».
- Directiva 107/97 de 2 junio.
- Instrucción 30/98 de 3 de febrero.
- Directiva 165/99 de 23 de junio.
- Orden Ministerial de 21 de enero de 2000.
- Convenio Calidad Ambiental.
- Convenio Política Forestal.

Al definir las unidades orgánicas que integran la DIGENIN y especificar sus funciones, asigna las de Medio Ambiente a la Subdirección General de Planificación y Control, cuyo mascarón de proa, estanterol, cómitre o timonel, a su generosidad dejó el nombre, es quien les habla.

Los asuntos sobre el Medio Ambiente se encuadran en la DIGENIN, ya que los impactos negativos sobre él se detectan en el origen, la infraestructura de las Fuerzas Armadas, y las tareas de su cuidado se realizan con medios que sólo Infraestructura tiene; cuidado que abarca no sólo las instalaciones sino también las actividades, dentro y fuera de ellas.

En Europa son mayoría los que lo encuadran en Infraestructura:

- Alemania, Bélgica (actualmente), Dinamarca, Holanda y Portugal.
- En seguridad y salud, Gran Bretaña y, mañana Bélgica.
- Forma mixta (seguridad-salud y en Infraestructura en los cuarteles generales), Italia.

Coherentemente, el presupuesto para el Medio Ambiente se incluye en el de la DIGENIN y se recoge en los planes y programas de ésta:

- Plan Director de Infraestructura (medio y largo plazo, 6 y 15).
- Programas anuales, emanados del Plan Director de Infraestructura.

### **Política medioambiental del Ministerio de Defensa**

Definida en la Directiva 107/97, se puede resumir:

- La política medioambiental de Defensa estará basada en el concepto de «desarrollo sostenible», compatible con la misión de las Fuerzas Armadas y dirigida a alcanzar los objetivos de la «legislación vigente» en conservación, protección y, en lo posible, recuperación de las condiciones medioambientales.
- Se establecerá un Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA), basado en la ISO 14000.
- En cada Ejército, se creará la adecuada «estructura organizativa», con iniciativa y responsabilidad al más bajo nivel.

La Directiva crea la Comisión Asesora de Medio Ambiente (CAMA), a la que corresponde realizar estudios y elevar propuestas en la materia.

Es decir:

- La legislación vigente marca el camino a seguir.
- Se implantarán SGMA, según la ISO 14001.
- Decisión y responsabilidad al nivel más bajo posible.

Composición y funciones de la CAMA:

- Depende del SEDEF, la preside el DIGENIN.
- Están representados los Estados Mayores de los tres Ejércitos y el Órgano Central.
- Desarrolla sus tareas por medio de los grupos de trabajo.
- Órgano permanente: la Subsecretaría General de Planificación y Control.
- Normas de carácter general sobre prevención de incendios forestales en los campos de tiro y maniobras. En ellas se definen:
  - Las circunstancias en que se suspenderá un ejercicio de tiro.

- La autoridad responsable.
- Las medidas de precaución que se deben observar.
- El equipamiento del campo.

## Objetivos y herramientas

Las grandes líneas de la política medioambiental de Defensa se pueden resumir, de forma un tanto reduccionista, en cuatro objetivos:

1. *Concienciación*. Mejorar la conciencia individual y colectiva respecto al Medio Ambiente, mediante programas de formación, información y divulgativos.
2. *Energía*. Ahorro y alternativas. Mayor eficiencia y limpieza en el consumo, con búsqueda de alternativas.
3. *Protección del medio natural*. Con medidas de todo tipo.
4. *Calidad ambiental*. Lucha para mejorarla, reduciendo la contaminación en todas sus facetas; evaluación en cualquier caso.

Las herramientas para alcanzar los objetivos expuestos son:

- Planes y programas medioambientales.
- Implantación de SGMA en las dependencias.

Y esto podría ser todo, pero ya que hasta aquí hemos navegado en popa, les invito a virar por redondo y acompañarme en ceñida de siete bordos, templen pues burdas a rechinamotón y cacen las escotas a besar.

## Los SGMA

La primera línea de la lucha por la «calidad ambiental» la constituye la implantación de SGMA en las instalaciones y dependencias.

La implantación de un SGMA, cualquiera que sea la entidad y clase de la Unidad, Centro u Organismo (UCO) en que se pretenda hacer:

- Exige un compromiso del mando en pro del Medio Ambiente.
- Arranca con:
  - Evaluación inicial del estado medioambiental de la instalación.
  - Establecimiento de la política medioambiental concreta para la UCO, que asume el «compromiso» de perseguir la «mejora continua» de las condiciones ambientales en las que desarrolla su actividad.

Los restantes «elementos-etapas básicas» de un SGMA son:

### *Planificación*

- Identificación. Aspectos medioambientales susceptibles de ser alterados y del procedimiento para mantener al día el mecanismo de detección y registro pertinente.
- Legislación. Proceso para identificar y poner a disposición de la unidad la legislación (internacional, nacional, autonómica y local).
- Objetivos y metas. Establecer y documentar los objetivos generales, las metas concretas y los controles de cumplimiento.
- Programa de gestión. Elaborar un programa para alcanzar los objetivos y las metas en el tiempo conveniente.

### *Implantación*

Donde la UCO definirá y pondrá en obra:

- Estructura y responsabilidades.
- Formación y sensibilización.
- Comunicación, tanto interna como externa a la organización.
- Documentación, procedimiento de control de documentación.

### *Comprobación*

Con el establecimiento de:

- Seguimiento y medición de las actividades con impacto significativo en el Medio Ambiente.
- Control y registros de operaciones y resultados.
- Auditorías para comprobar el correcto desarrollo del programa.
- Revisión, que el mando ordenará periódicamente. Esta revisión se llevará a cabo mediante una auditoría externa, por entidad independiente de la organización del Ministerio de Defensa.

Todo lo anterior será difundido, comunicado. Y repetir, pues el SGMA no es más que un procedimiento de trabajo que, dentro de la rutina diaria de la unidad y sometido a revisión periódica, le obliga-permite reducir, paulatinamente, el impacto que, sobre el Medio Ambiente, su actividad produce. ¡La mejora continúa!

Para impulsar la utilización de esta herramienta, el Órgano Central del Ministerio de Defensa asumió la «estrepada» inicial, dotando la implantación de cuatro de estos sistemas, uno por cada Ejército, y sometiéndolos a auditoría y certificación.

Estas auditoría y certificación las realiza habitualmente la, Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), ajena al Ministerio de Defensa.

Las instalaciones elegidas fueron:

- *Armada*. Centro de adiestramiento de la sierra de El Retín: 5.300 hectáreas. Certificado acorde con la ISO 14001 en octubre de 1998, primero en Europa.
- *Ejército del Aire*. Base aérea de Getafe. Certificado en junio de 2000: 415 hectáreas.
- *Ejército de Tierra*. Centro de maniobras de El Palancar. En febrero de 2001: 1.800 hectáreas.
- *Órgano Central*. Centro Ensayos de Torregorda. En marzo del año 2002: 4,6 hectáreas.

Amén de los citados, se contempla la implantación de SGMA, a corto plazo, en un total de 42 instalaciones.

## **Planes y programas medioambientales**

Con esta otra herramienta, la DIGENIN emboca la tarea del respeto y mejora del Medio Ambiente en los cuatro objetivos señalados y pone en pie actuaciones diversas a favor de cada uno de ellos.

### *Calidad ambiental*

Primer Convenio, 16 febrero de 2001 de colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente.

Contempla las siguientes líneas de actuación:

- Asesoría en SGMA y evaluación de impacto medioambiental.
- Gestión de residuos, control de vertidos y emanaciones.
- Descontaminación de suelos.
- Programas de formación para las Fuerzas Armadas.
- Convenios internacionales que afecten al Ministerio de Defensa (Convenio MARPOL, por ejemplo).

### RESIDUOS

Considerando la naturaleza de los medios de las Fuerzas Armadas, es útil distinguir entre los residuos que pueden generar: comunes y específicos.

Gestión de residuos comunes. El grupo de trabajo. Residuos CAMA aborda el tema de su tratamiento en las siguientes etapas:

Conocer la situación:

- Bases de datos en cada unidad, con volumen, naturaleza y grado de peligrosidad de los residuos producidos.
- Clasificación de acuerdo con la normativa e informatización de los datos recogidos.
- Se ha levantado un mapa de residuos de las Fuerzas Armadas.

Poner remedio. Elaborar y difundir los métodos de gestión pertinentes a los Ejércitos, para su ejecución, métodos que seguirán, con la prioridad expuesta, cinco etapas:

1. *Minimizar*. Reducir en el origen la generación de residuos.
2. *Segregar*. Mantener separados los residuos generados.
3. *Reutilizar*. Emplear un producto ya usado para el mismo fin original.
4. *Reciclar*. Convertir y transformar los residuos en materias o productos aprovechables.
5. *Eliminar*. Entregar para tratamiento que reduzca los efectos perjudiciales o para vertido controlado y seguro a gestores autorizados.

Controlar los progresos. Seguimiento (en inicio) del plan de recogida de residuos peligrosos de los cuarteles generales, que éstos realizan mediante contratos con empresas del sector. Y corregir y, en la estela de los SGMA, vuelta a empezar. Residuos específicos. Desactivación de la munición obsoleta. (Grupo de trabajo munición de CAMA).

El más específico. La munición de reserva estratégica caducada o no utilizable debe ser destruida con medidas que impidan que los componentes químicos que componen sus cargas explosivas y de proyección se incorporen a la cadena trófica. Proceso, complicado y largo, necesita inversión importante y tecnología avanzada:

- Se prevé invertir unos siete millones de euros, en cuatro años.
- Una empresa extremeña, realiza en España estas tareas.

Existen también instalaciones móviles, como la Cámara de Detonación Controlada, en la que se explota la munición conteniendo los efectos expansivos y térmicos y los productos de fragmentación; un sistema de filtrado puede reducir, hasta los límites que se deseen, la salida de partículas en suspensión.

## VERTIDOS

Habida cuenta de que el cuidado puesto en el consumo energético, controla razonablemente las emanaciones a la atmósfera, nos limitaremos a

los «vertidos» en tierra y en la mar, por más que sea a esta última donde se dirijan, al fin, todos. Los restos de munición en los campos de tiro serán tratados como «vertidos».

Tierra limpia. Las actuaciones en este campo procuran mejorar el estado de:

- Campos de tiro. Limpieza periódica de la zona de caída de proyectiles (< 10% del área del campo).
- Redes de saneamiento. Obras de mejora y de entronque con las de los municipios donde las unidades estén asentadas.
- Depuradoras. Instalación o renovación, en todas las bases, acuartelamientos y establecimientos militares.

Mar limpia. La lucha contra la contaminación marítima, acorde con los convenios internacionales, hacen que la Armada:

- Prohíba todo vertido, tanto en mar abierta como en puerto.
- Los vertidos, retenidos a bordo con medios específicos, se desembarcan en puerto para tratamiento definitivo.
- Cuento, en la Escuela de Energía y Propulsión del Ferrol, con un simulador no contaminante para la lucha contra incendios. En él, emisiones y vertidos se controlan estrictamente, sin que al medio natural salga cosa alguna contaminante.

Así pues, ninguno de los potenciales agentes contaminantes de un buque, que la imagen muestra, o de una base naval, se vierte a la mar, en cumplimiento estricto de lo dictado en el Convenio MARPOL, donde van los barcos de roble, lona y bronce.

### *Protección del medio natural*

En el campo de la protección del medio conviene hacer mención de:

- Dos instituciones, DIGECONA y TRAGSA.
- Un convenio de colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente.
- Tres diferentes actuaciones.

Instituciones:

- DIGECONA. ICONA en el año 1982, DIGECONA desde enero del año 2000, presta importantes servicios de reforestación y trabajos selvícolas en las grandes instalaciones; más de ocho millones de árboles. Un gran proyecto en curso es la fijación con barreras vegetales de arenas ferromagnéticas en la base aérea de Gando; cerca de un millón de euros.

- TRAGSA. Empresa estatal, reconocida por Ley del año 1997 como «medio propio» de la Administración del Estado; ejecuta gran parte de las tareas medioambientales del Ministerio de Defensa. Un convenio marco delimita obligaciones y responsabilidades.

Segundo convenio de colaboración con Ministerio del Medio Ambiente en la materia. Firmado el día 16 febrero de 2001, es el convenio específico para la Conservación del Medio Natural y Gestión de los Recursos Naturales, que contempla las siguientes líneas de actuación:

- Gestión sostenible de recursos naturales y la biodiversidad.
- Inventario, ordenación, plantación y tratamiento de masas vegetales y de biotopos.

Las tres actuaciones en el campo de la protección del medio. Actuaciones Agroforestales. De muy diversa índole y en toda la geografía nacional, tienen como meta la puesta en ejecución de un Plan Agroforestal, elaborado con datos tomados en el año 2001, ampara las 72 instalaciones mayores, el 80% de la superficie de las de Defensa (116.000 sobre 150.000 hectáreas).

Se incluirá en el Plan Director de Medio Ambiente, dentro del Plan Director de Infraestructura 2004-2018; sus actuaciones:

- Necesarias a corto-medio plazo: 0,7 millones de euros.
- Necesarias a medio-largo plazo: 2 millones de euros.
- Convenientes a largo plazo: 2,5 millones de euros aproximadamente.

Lucha contra incendios, arquetipo de actuación de protección del medio natural, tiene el mismo sujeto que el Plan Agroforestal, las grandes instalaciones.

Medidas sencillas, metódicas y eficaces:

- Rutas, pistas y senderos para vehículos y peatones.
- Vigilancia del estado de corta fuegos.
- Previsión y cuidado de los puntos de agua.
- Limpieza de residuos inflamables, vegetales y de toda índole.
- Autoridad y responsabilidad al más bajo nivel.

Mantenimiento de los ecosistemas. Se fomenta restringiendo la utilización propia y ajena, y con medidas legales de especial protección, allí donde resulte posible.

Los campos de adiestramiento, de tiro y maniobras son grandes extensiones de terreno rústico, lejos de centros urbanos y con fauna y flora de gran riqueza en ocasiones, incluidas especies protegidas, espectaculares unas (el lobo, el buitre leonado, etc.), humildes otras.

Entre estas instalaciones están zonas de especial protección, de muy controlada actividad militar, como el archipiélago de Cabrera, el Refugio Nacional de Caza de las islas Chafarinas y la isla de Alborán, todas ellas zonas de reproducción de la *gaviota de Audouin*.

Un hecho objetivo: los campos de tiro y maniobras son recintos cerrados, prohibidos a la invasión turística de cualquier tipo y donde no existen construcciones ni aglomeraciones de población.

En estas circunstancias la agresión a los ecosistemas es mínima y las especies animales y vegetales encuentran mejores condiciones de supervivencia que en cualquier otro hábitat no protegido, hecho que, derivado de la propia naturaleza de la instalación, es reconocido por la gran mayoría de asociaciones y estamentos oficiales y no oficiales del campo de la ecología.

Se puede sostener que las actividades de las Fuerzas Armadas en tiempo de paz:

- No son más agresivas que otras del hombre actual.
- Se toman las medidas preventivas y correctivas necesarias.
- Es preocupación importante del Ministerio.
- La suma de factores en favor y contra la conservación de los ecosistemas en estas instalaciones, es claramente positiva.

## *Energía*

Ahorro y alternativas. (Grupo de trabajo ahorro energético de CAMA). Bajo dos aspectos se contempla, la eficiencia y las alternativas:

- Eficiencia. Buscando la eficiencia y el ahorro, se actúa. Gas natural. Optimizando e incrementando su uso:
- Se abordan estudios de viabilidad, junto a Gas Natural, para:
  - Optimizar la energía primaria empleada. Cogeneración.
  - Utilizar gas natural como combustible en centros militares. Se ha iniciado el cambio de combustible a gas natural en algunas bases y dependencias del Ejército del Aire: la base aérea de Torrejón, acuartelamientos aéreos de Getafe y Tablada y la Maestranza Aérea de Sevilla.

- Con Gas Natural e Iveco-Pegaso, en octubre de 1998, se estudia y prueba la idoneidad para el transporte colectivo de las Fuerzas Armadas, en áreas urbanas, de vehículos no contaminantes: autobús

Energía eléctrica. Optimizando su uso con la puesta a punto y modernización de las instalaciones.

#### ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Las Fuerzas Armadas, en la búsqueda de energías alternativas, «renovables» y «no contaminantes», llevan a cabo estudios y esfuerzos en:

- Energía eólica El Ejército del Aire estudia la instalación de generadores eólicos dentro de los límites de alguna de sus instalaciones (base aérea de Gando, por ejemplo).
- Energía solar. De escasa entidad la fotovoltaica, la térmica:
  - En evaluación las ocho dependencias más significativas (cuatro del Ejército de Tierra, dos de Armada y dos del Ejército del Aire) que la utilizan.
  - En proyecto la modernización y puesta a punto de dos de ellas (base «General Menacho» y Academia General del Aire).
  - En estudio la implantación en otros edificios e instalaciones.

Con respecto a cogeneración y al autobús a gas citados, quizá convenga una ligera muestra de sus posibilidades.

#### COGENERACIÓN

El interés de una planta de cogeneración radica en el mayor rendimiento energético que ofrece (80% sobre el 50%, aproximadamente, de la convencional) a lo que se suma, si se elige un combustible «más limpio», una menor contaminación atmosférica.

La cogeneración podría definirse como la producción conjunta de energía eléctrica y térmica, a partir de una máquina de combustión interna, en el propio centro de consumo:

- Su implantación con gas tiene ciertos condicionantes.
- Instalada ya una en el hospital militar «Gómez Ulla» de Madrid, la Unión Transitoria de Empresa adjudicataria la entregará en noviembre 2002.
- Previsto abordar otros proyectos de cogeneración (hasta 19).

## AUTOBÚS

Durante el último año se ha sometido a prueba un autobús propulsado por gas natural, con buen resultado, más en servicio urbano. Presta hoy servicio en el Regimiento de la Guardia Real.

Su impacto medioambiental (partículas, óxido de nitrógeno o nitróxidos, hidrocarburos, monóxido de carbono) es muy inferior, al que la normativa vigente establece como tolerable.

### *Concienciación y formación*

Esta labor es la más importante de nuestras tareas (es la moral quien gana las batallas!); en ella son hitos destacados.

## DIVULGACIÓN

Edición de publicaciones, folletos y vídeos:

- Libros sobre el ecosistema de algunos campos de tiro (El Retín, San Gregorio, Casas de Uceda, Sierra de Cartagena, etc.).
- Folletos de información, divulgados antes de las maniobras.
- Vídeos diversos, en español e inglés, etc.
- Visitas de soldados y marineros al Centro Nacional de Educación Ambiental en Valsaín, Segovia.
- Conferencias de expertos en el tema en escuelas y academias.

## ENSEÑANZA y ESTUDIO

V Curso de Actualización del Profesorado militar en Medio Ambiente, en la Universidad de Alcalá de Henares. Junio 2002.

*Máster* en gestión medioambiental, a distancia, impartido por personal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Con 500 horas, finalizó en septiembre 2002.

Previsto un *máster* impartido por la Universidad Politécnica de Madrid, 1.800 horas y duración de dos años (2002-2004):

- Cursos para militares en la Escuela de Defensa Nuclear, Biológica y Química del Ejército de Tierra.
- Cursos de Especialistas en Gestión Medioambiental en el Ejército del Aire, por la Universidad Politécnica de Madrid (CEPADE).
- Incorporación a los planes de estudios de los centros docentes militares de la asignatura de Medio Ambiente.

## Relaciones internacionales

Con la Comunidad Europea y la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), sobre todo en el Comité de Desafíos de la Sociedad Moderna, organismo con responsabilidad —entre otros— en el tema de Medio Ambiente:

- Es de señalar que el número y el método de implantación de SGMA a través de consultorías y auditorías externas y homologación posterior, como hace España, no es el habitual en el grupo.
- En marzo de 2000 se aprobó el documento 240 OTAN, «Gestión del Medio Ambiente en el ámbito militar», para cuya aplicación práctica se reunió el Comité en enero de 2001 en Thun (Suiza).
- En otoño 2002 se está coordinando la integración en la Red Natura.

## Inversiones en Medio Ambiente

Los planes y programas expuestos, estudios teóricos en principio, han de transformarse en actuaciones concretas a cargo de los Ejércitos por medio de los planes y programas de infraestructura. Esto ha llevado a la inversión anual, agrupada de acuerdo con los distintos planes teóricos. Llamo su atención sobre:

- La magnitud de lo empleado en el control de residuos y vertidos.
- Un buen camino que pretendemos hacer silentes, más en vanguardia.
- Lo sostenido del esfuerzo en protección ambiental.
- Sostenido, sí, ya que la agresión, por el momento, lo es también.
- Lo «descriptible» del gasto en exploración de nuevas energías.
- Y es que la necesitamos inmediata, fiable, controlable, en cantidad.
- Lo reducido del gasto en SGMA.
- Son, al fin, la implantación de un modo de hacer.
- Lo justo del presupuesto en concienciación.
- Sí, más no crecerá mucho, ya que una vez la semilla en tierra... ¡la moral creciente es contagiosa!

## Comentarios finales

La tarea a favor del Medio Ambiente, sólo posible con el concurso entregado del individuo, de su racionalidad y convencimiento (ya saben, la moral como primero de los principios de la guerra) para recuperar el tiempo que, con el duro trato al Planeta, ha perdido la humanidad, habrá de hacerse firme y pausadamente pues, como ha escrito el poeta, sólo en el tiempo se conquista el «tiempo».

Sí, sólo el tiempo logra simbiosis entre naturaleza (la mansa lluvia sobre el granito) y obra humana (ese granito hecho joyel de vivencias) como lo que muestra una imagen de una villa del noroeste.

Permítanme en fin, antes de cargar el aparejo y arrancar la cubierta, añadir a la digresión anterior dos consideraciones con estrambote:

- No siendo significativo el monto de lo invertido (apenas el 8% del total de la DIGENIN), *sí* lo es el logro en concienciación, mejora e imagen.
- El avance técnico que permite mejorar la eficacia (evolución, Darwin, también en Defensa), hace posible prestar atención a los aspectos menos vitales, hasta ahora, de nuestra tarea, es decir:

«Doblegar al adversario, sí, mas con el mínimo de daño, a él y a la tierra que nos cobija a ambos, y así el guerrero, hoy, habrá de saber ganar el laurel, sin deshojar por ello la rosa.»

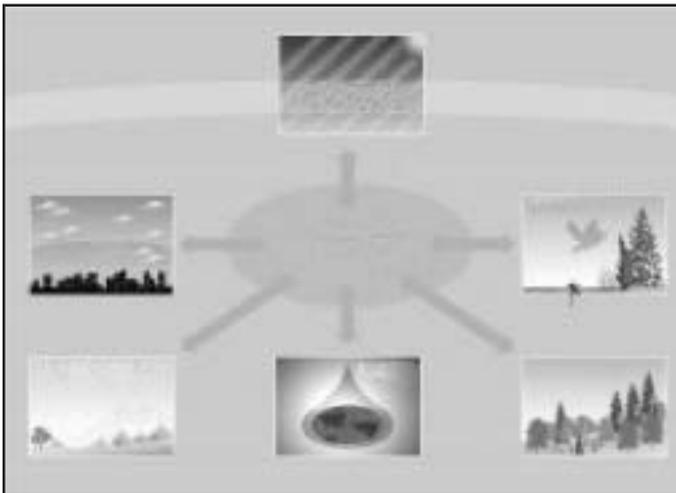
**SEGUNDA SESIÓN**

**IMPACTO AMBIENTAL  
A ESCALA GLOBAL Y REGIONAL**

## IMPACTO AMBIENTAL A ESCALA GLOBAL Y REGIONAL

POR FRANCISCO VALERO RODRIGUEZ

El tiempo y el clima afectan día a día las actividades y los estilos de vida, desde la vestimenta que llevamos hasta los edificios que diseñamos, así como la alimentación y energía que producimos, determinando la «vulnerabilidad» de la sociedad a los cambios que se producen en la atmósfera. Para alcanzar un desarrollo sostenible es muy importante minimizar la incertidumbre de las relaciones existentes entre clima y un amplio abanico de actividades humanas y las respuestas que relacionan salud y confort, edificación, sistemas de transporte e industria, agricultura y pesca, defensa, turismo y otros aspectos sociales y legales, figura 1.



**Figura 1.** *Cambios climáticos.*

Las relaciones entre Medio Ambiente-clima y los impactos sobre las actividades humanas se verán afectadas de forma notoria si se sigue manteniendo el calentamiento global a las tasas hoy día contempladas.

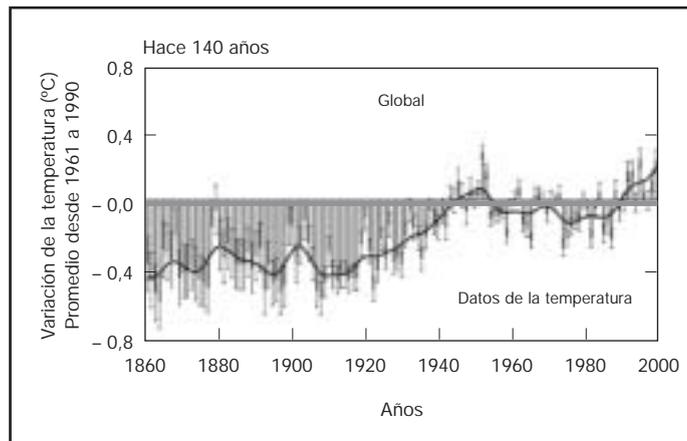
Los objetivos de la investigación del impacto climático son en general los promulgados por el WCIP (*World Climate Impact Program*):

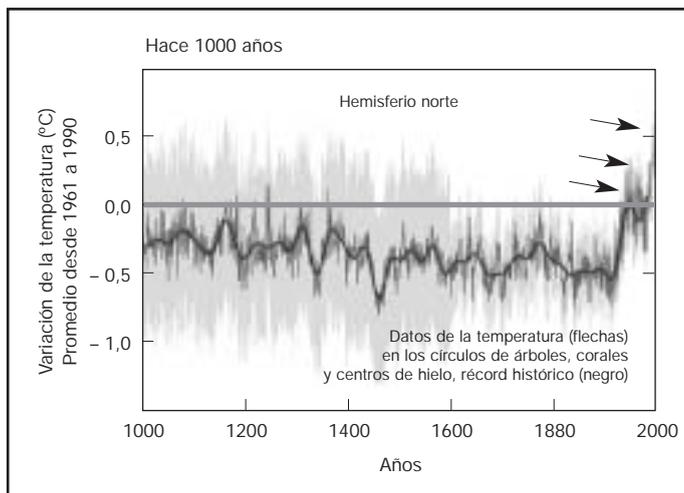
- Desarrollo y conocimiento de las relaciones interactivas entre la variabilidad y/o el cambio del clima y las actividades socio-económicas
- Perfeccionamiento de las metodologías empleadas para mejorar las simulaciones de tales interacciones.
- Fomentar las nuevas herramientas y métodos en un amplio rango de disciplinas.
- Investigar la aplicaciones de las nuevas técnicas a problemas prácticos, figuras 2 y 3.

Desde hace pocos años se ha popularizado hablar sobre el «impacto del clima» en las estructuras socioeconómicas de una región o de un país. Lo que no comprendemos claramente y lo que preocupa a los gobiernos es la cuestión del impacto integral del cambio y de la variabilidad climática sobre la sociedad.

Es por ello que sea primordial entender la dependencia del «clima» de la cadena de «interacciones» que puede desembocar finalmente en malnutrición o en desempleo o en otras «situaciones críticas», figura 4.

**Figura 2.** *Variación global de la temperatura en la Tierra.*

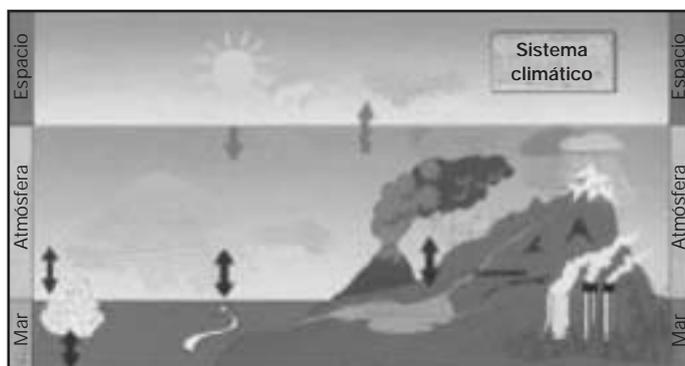




**Figura 3.** Variación global de la temperatura desde el hemisferio norte.

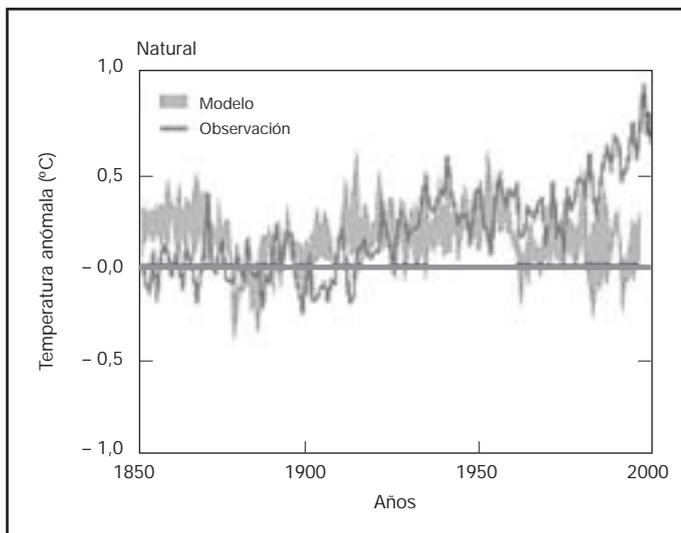
¿Por qué ciertas estructuras sociales y económicas son más elásticas que otras a los cambios climáticos? ¿Dependen esas diferencias de factores sobre los que podemos actuar? El examen de algunos impactos, objetivo principal de estas líneas, no quedaría adecuadamente resuelto si no fuésemos capaces de sintetizar algunas características y consecuencias de la inconstancia del clima no sólo a «escala global», si no también «regional».

El estudio del clima y del cambio climático está asociado al de la caracterización y evolución de los estados atmosféricos que están gobernados por leyes físicas que se pueden expresar en forma de ecuaciones matemáticas y que constituyen la herramienta que conocemos como «mode-



**Figura 4.** Sistema climático.

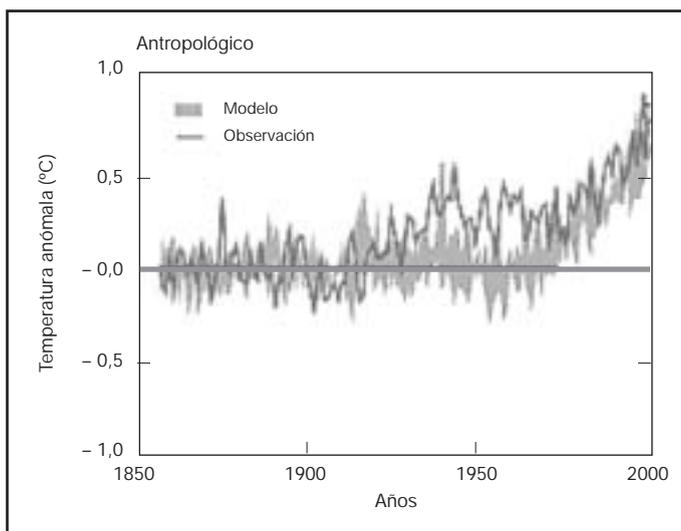
**Figura 5.**  
*Simulación global  
anual que sufre  
la temperatura natural.*

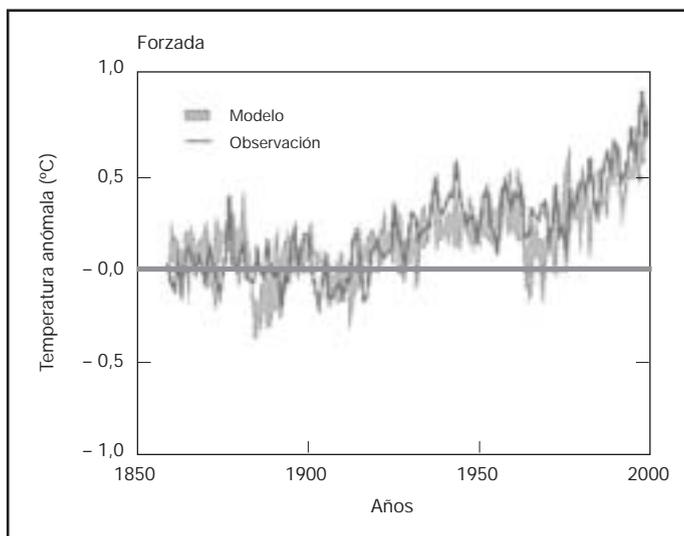


los de clima global» cuando se incluye toda la atmósfera (o una parte sustancial de ella como es un hemisferio) en estos modelos, figuras 5, 6 y 7.

Se pueden emplear, por ejemplo, para simular el cambio climático de origen antrópico de acuerdo a los escenarios de emisiones que establecen los grupos de trabajo mundiales *ad hoc* y observar la respuesta del clima

**Figura 6.**  
*Simulación global  
anual que sufre  
la temperatura  
antropológica.*





**Figura 7.**  
*Simulación global anual que sufre la temperatura forzada.*

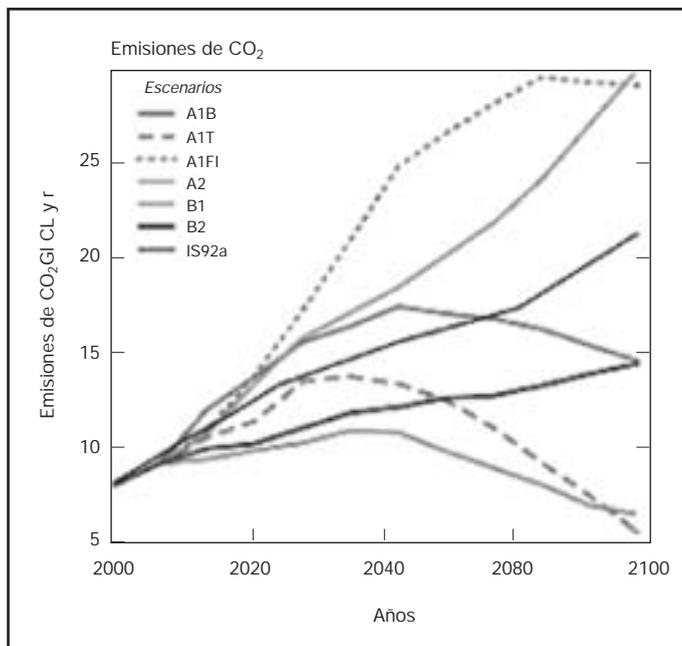
de los modelos. Así, por ejemplo, en las figuras 8 y 9, p. 48; 10 y 11 p. 49 y 12 p. 50. se pueden apreciar algunas de las posibles respuestas.

El estado del arte actual marca una coincidencia cualitativa de las estimaciones previstas por un conjunto de modelos en lo que respecta al «calentamiento» y al «ascenso del nivel del mar», con intensificación a lo largo de este siglo, si bien discrepan en las tasas correspondientes y, lo que es aún tal vez más importante, en la distribución regional de los mismos. El estudio a escalas cada vez menores requiere «el aumento de resolución» de estos modelos y, a su vez, el uso de «los ordenadores más potentes».

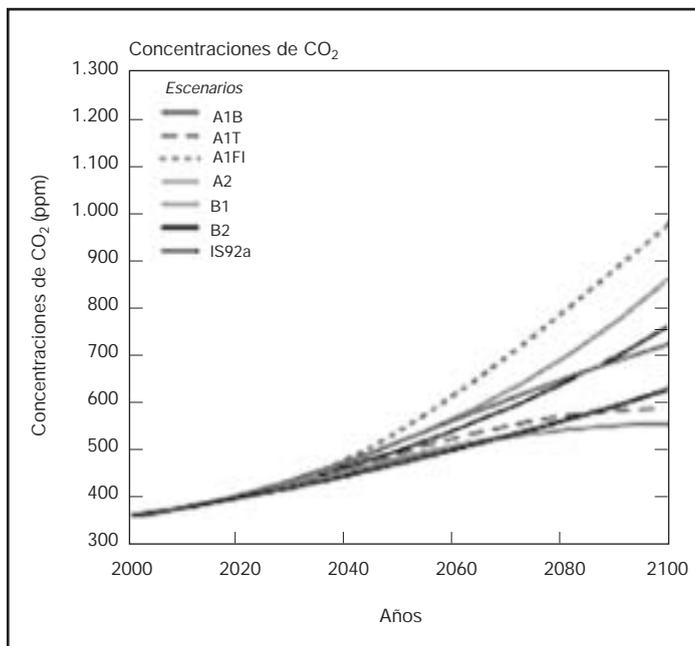
El único laboratorio de ensayo que poseemos para estudiar el clima de la Tierra son los modelos climáticos. Pero, ¿de qué información disponemos realmente del mismo? Sólo existen observaciones instrumentales fiables (aunque muy escasas) de los dos últimos siglos con severas limitaciones de cobertura espacial y temporal.

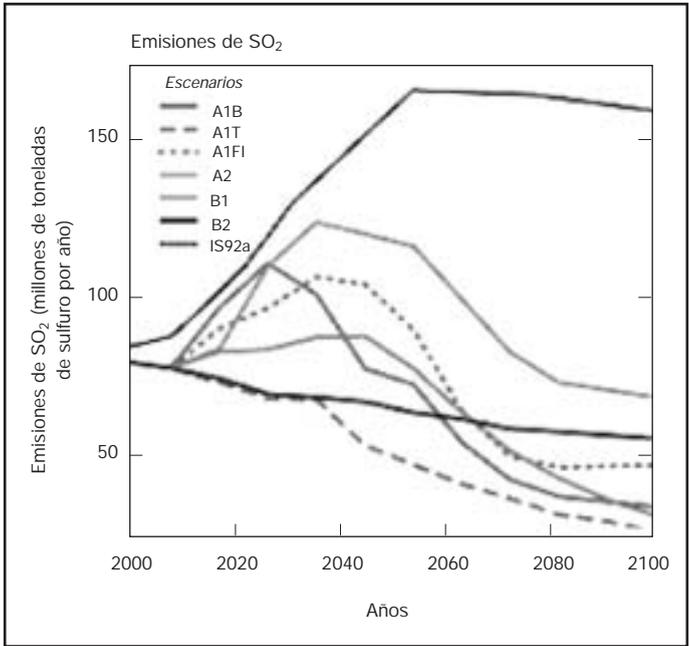
Por otra parte, se dispone también de reconstrucciones *proxy* que presentan asimismo incertidumbres vinculadas a las características propias de cada fuente, anillos de árboles, corales, núcleos de hielo, sedimentos lacustres, espeleotemas, etc. Nuestro laboratorio son los modelos climáticos que permiten reconstruir el clima de la Tierra ejecutando las simulaciones numéricas hacia atrás en el tiempo.

**Figura 8.**  
*El clima global  
 emisiones  
 en el siglo XXI,  
 de CO<sub>2</sub>Gl CL y r.*

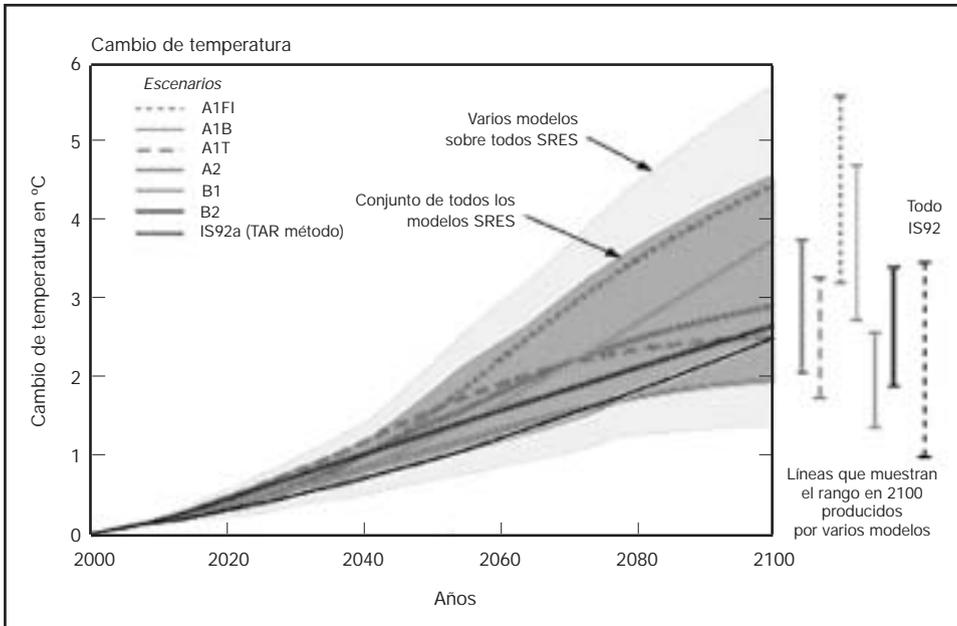


**Figura 9.**  
*El clima global  
 emisiones  
 en el siglo XXI,  
 de CO<sub>2</sub> (ppm).*





**Figura 10.**  
El clima global emisiones en el siglo XXI, de SO<sub>2</sub>.



**Figura 11.** El clima global emisiones en el siglo XXI, cambio de temperatura.

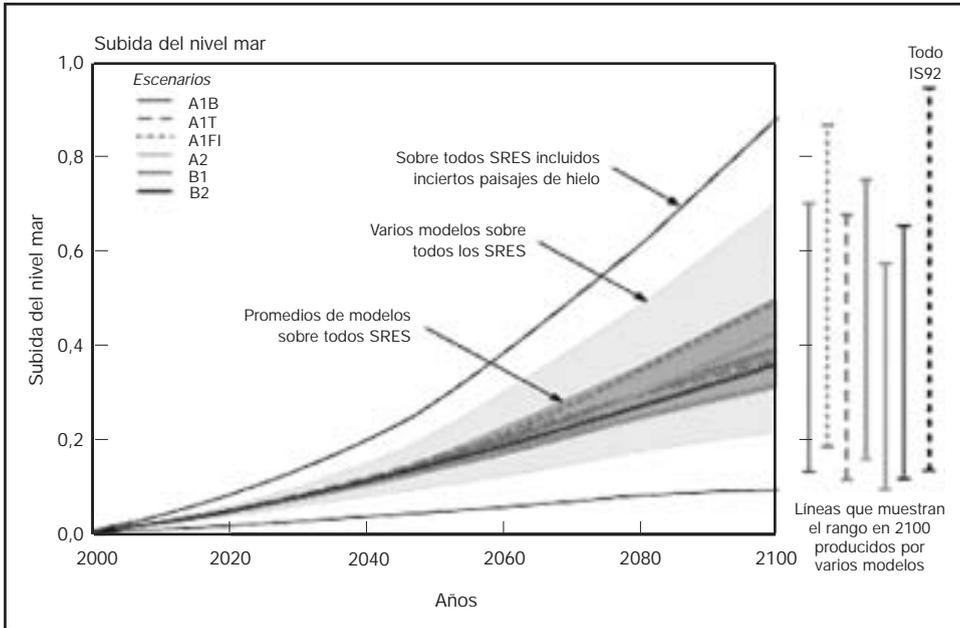


Figura 12. El clima global emisiones en el siglo XXI, subida del nivel del mar.

Realmente, ¿dónde reside el potencial de esta aproximación?

Básicamente en los tres aspectos siguientes que permiten:

1. Detectar y aislar deficiencias en la reproducción de los estados climáticos de los modelos y calibrar con mayor calidad que las que aportaban las estrategias anteriores.
2. Mejorar la fiabilidad de las predicciones del cambio climático futuro.
3. Poder utilizar el «pseudo clima» del modelo como un clima real.

De gran actualidad científica internacional son las recientes integraciones globales realizadas en esta línea cubriendo el último milenio por el grupo MCAM-UCM en colaboración con otras instituciones internacionales con el modelo ECHO-G (desarrollado en el Instituto Max Planck de Hamburgo) en las que se ha tenido en cuenta la variación estimada de las concentraciones de gases de efecto invernadero, así como la actividad volcánica a lo largo de los últimos 1.000 años.

Hasta la fecha constituye la única simulación que cubre un periodo tan largo con un MCG completo. Aquí se muestran los resultados para el periodo 1500 a 1990 AD. (En la página <http://chubasco.fis.ucm.es/~fi/simul.htm> se pueden conseguir otros resultados adicionales).

Las integraciones de «control» dan idea de la variabilidad natural en ausencia de cambios en el forzamiento externo, mientras que la integración «forzada» representa la respuesta a los cambios impuestos por el forzamiento externo; al comparar ambas se puede apreciar el efecto de dicho forzamiento.

El modelo es capaz de reproducir variaciones climáticas históricas como la del mínimo de Maunder (1675 a 1710) y el mínimo de Dalton (primera mitad del siglo XIX) coincidentes también con los mínimos de la curva de variabilidad solar filtrada.

El modelo reproduce también el calentamiento progresivo hacia el siglo XX coincidiendo con la hipótesis de cambio climático, figura 13.

Estos modelos permiten cierta regionalización. Con ellos podemos dar respuesta a cuestiones tales como, por ejemplo: ¿Cómo era el clima de principios del siglo XVI comparado con el actual? En la figura 14, p. 52 siguiente se representa la distribución espacial obtenida del calentamiento o enfriamiento. Permite delimitar el intenso enfriamiento experimentado en el siglo XVI comparado con el clima actual, en particular sobre los continentes y el hemisferio norte.

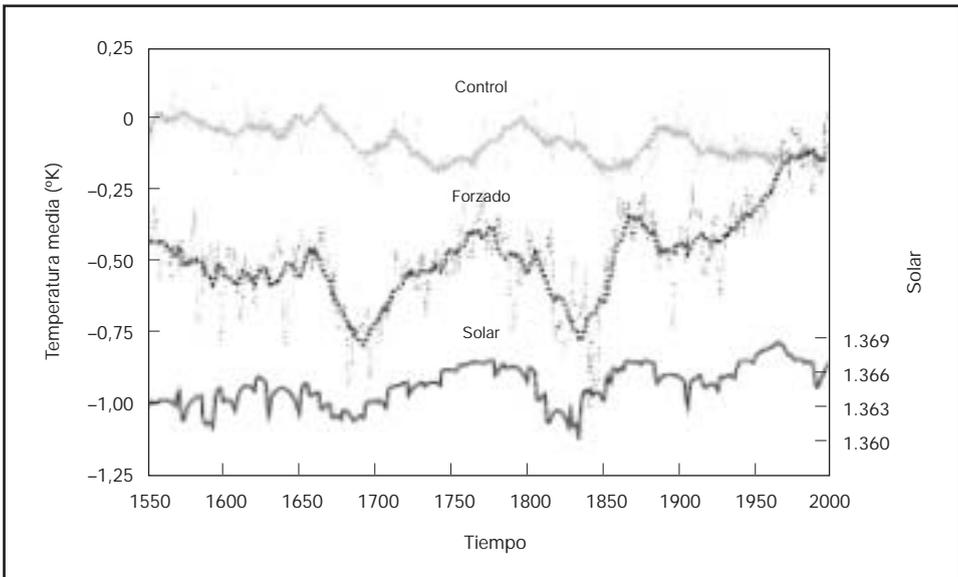
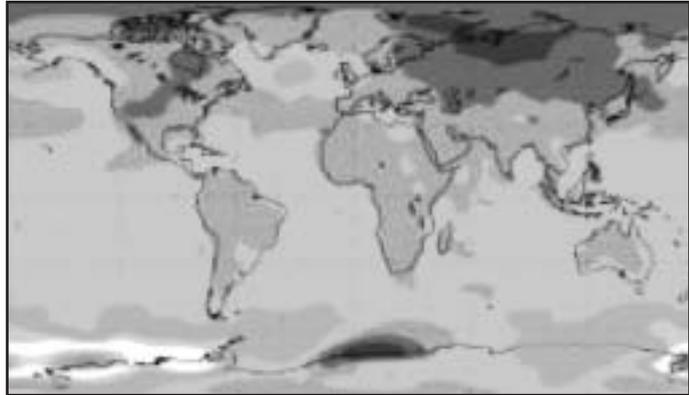


Figura 13. Reproducción del calentamiento progresivo hacia el siglo XX.

**Figura 14.**  
*Representación de la distribución espacial obtenida del calentamiento o enfriamiento.*



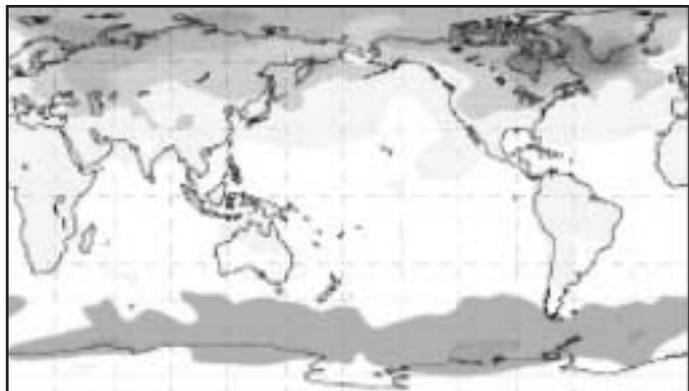
Los patrones, obtenidos como autovectores, de la temperatura anual del modelo para el periodo completo de integración muestran calentamiento sobre los continentes, muy especialmente sobre el hemisferio norte; es decir, son estas zonas del Planeta las que más han sufrido las variaciones de temperatura a lo largo de los últimos siglos y los efectos de la industrialización, figura 15.

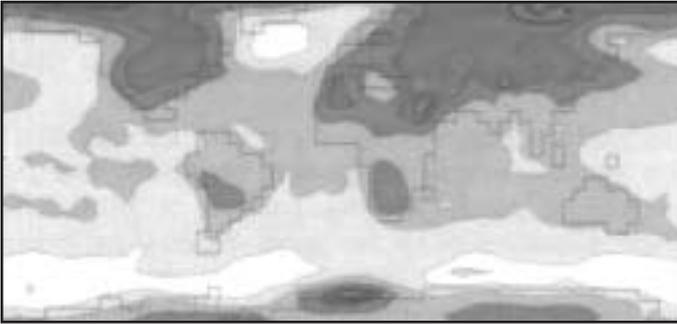
Obsérvese, al compararse con integraciones obtenidas con un modelo de menor resolución de tan sólo hace pocos años el mayor detalle y fiabilidad del calentamiento en las zonas, figura 16.

## Regionalización

La valoración de los impactos climáticos requiere información detallada del cambio climático a escala regional. Si comparamos las simulaciones

**Figura 15.**  
*Representación del calentamiento de los continentes.*

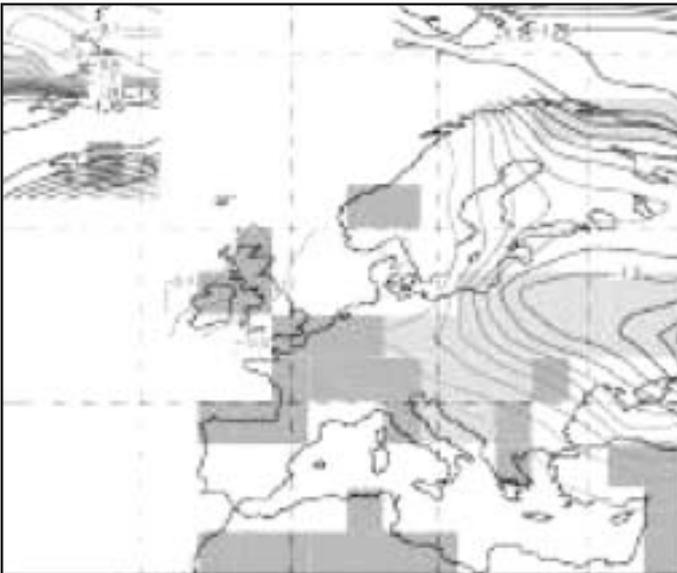




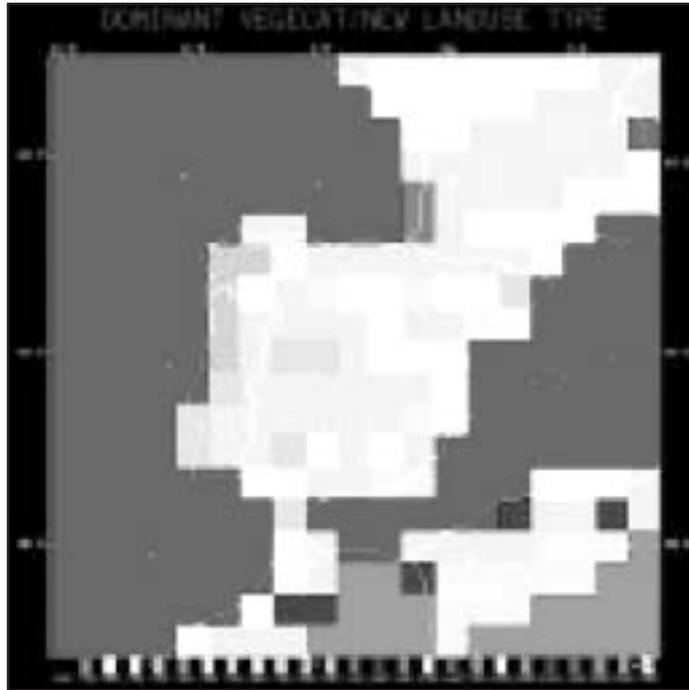
**Figura 16.**  
 Representación  
 del calentamiento  
 de los continentes  
 con más detalles  
 y fiabilidad que  
 en la figura anterior.

de las anomalías de las temperatura invernales del mínimo de Maunder con las del periodo preindustrial mostradas en el siguiente mapa figura 17, destaca el intenso enfriamiento invernal que experimentaron Centroeuropa y Escandinavia durante el mínimo de Maunder. Un modelo de este tipo «ve» la península Ibérica sólo como la parte norte de ésta. Para valorar adecuadamente los impactos climáticos hemos de regionalizar la modelización.

La solución pasa por utilizar modelos de reducción de escala (*downscaling*) que se basan en las salidas de los modelos de gran escala para regionalizar los resultados obtenidos por los anteriores.



**Figura 17.**  
 Valoración  
 de los impactos  
 climáticos en la escala  
 regional.



**Figura 18.** *Ejemplo de la resolución espacial de la península Ibérica.*

En la figura 18, se presenta un ejemplo de la resolución espacial y de la clase de suelo de un modelo meteorológico global. La resolución es de aproximadamente primero, que en las latitudes correspondientes a la península Ibérica equivale aproximadamente a unos 80 kilómetros.

Con esta resolución hay provincias que sólo disponen de la información proyectada por un único punto del modelo; la topografía vista por el modelo es muy pobre e incluso las líneas de costa son mal reproducidas, figura 19.

No obstante, las predicciones a escala sinóptica de estos modelos resultan aceptables, si bien van perdiendo fiabilidad a medida que crece el horizonte predictivo.

El potencial de los modelos dinámicos de regionalización radica en su gran precisión local o regional que les convierte en una potente herramienta de comprensión, análisis y predicción de los fenómenos físicos a mesoescala y, por lo tanto, de pronóstico del cambio climático local. Otra gran ventaja es que no requieren medidas meteorológicas previas para ajustar el modelo.

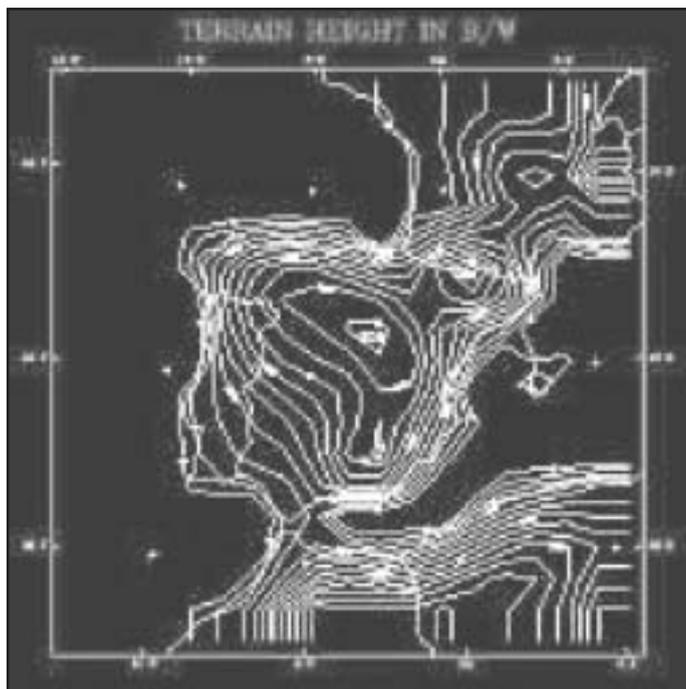


Figura 19. Ejemplo de una resolución espacial muy pobre aunque aceptable de la península Ibérica.

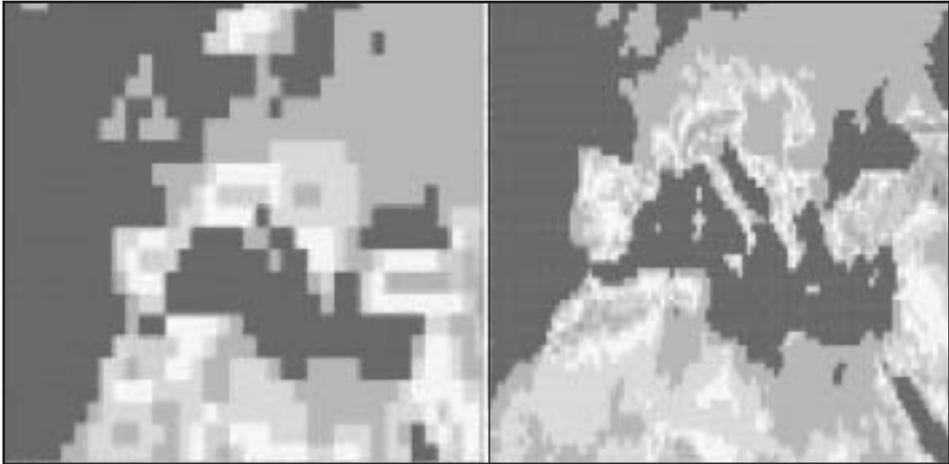
## Ejemplos de regionalización dinámica

### *Creación de bases de datos de alta resolución*

Actualmente la base de datos más completa de datos climáticos (con cobertura global 3D para un conjunto muy amplio de variables) son los reanálisis NCEP y ECMWF. Pero uno de los problemas que presentan estas bases de datos es su «baja» resolución (2,5°).

Para conseguir información más precisa sobre fenómenos regionales, tales como la tramontana, cierzo, oleaje, etc. se necesita aumentar la resolución; aquí, presentamos algunos resultados de una aplicación mediante el Regional Model (REMO) de *downscaling* dinámico en la que se ha creado una base de datos para la zona mediterránea cuyo dominio se ilustra en la figura 20, p. 56.

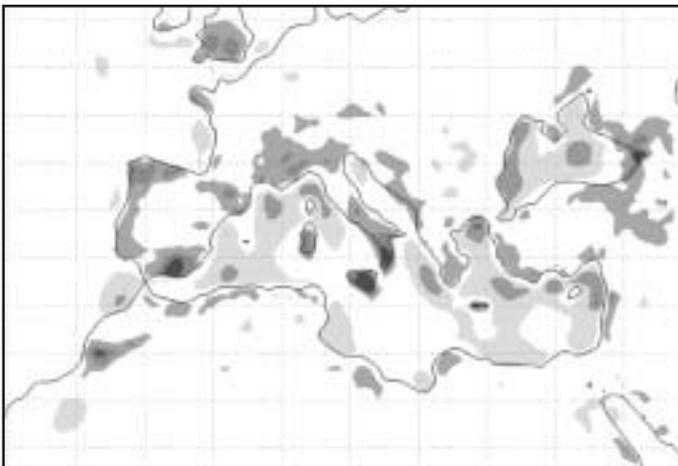
La de la izquierda indica la máscara y topografía continental usadas por los reanálisis globales NCEP mientras que la de la derecha es la utilizada en las integraciones REMO. La definición de los detalles orográficos y perfilación de la línea costera no requiere comentarios.



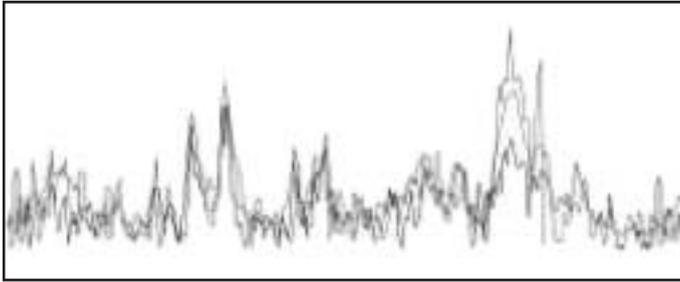
**Figura 20.** Aplicación mediante el REMO.

Si representamos en la figura 21, las diferencias entre las salidas del modelo REMO y los reanálisis NCEP de la velocidad del viento se aprecian discrepancias sustanciales debido a que REMO es capaz de captar la información regional con mucha mayor exactitud.

En la figura 22 representamos los valores del viento en la superficie del mar (en  $\text{ms}^{-1}$ ) simulado por REMO, viento a partir de los reanálisis NCEP y viento observado en la torre meteorológica de Aqua Alta situada en el mar Adriático septentrional (12,5E,45.3N).



**Figura 21.** Diferentes entre la salidas del modelo REMO y los reanálisis NCEP.



**Figura 22.**  
*Valoración del viento  
 en la superficie  
 del mar.*

La mejor estimación obtenida con REMO permite alimentar con mucha mayor garantía de fiabilidad el modelo WAM para predicción de oleaje moderado y grande (de gran dificultad de simulación por los modelos globales). REMO pues constituye una herramienta de gran utilidad en muchas aplicaciones marítimas, tales como diseño de estructuras de obras marítimas, planificación de acciones militares.

## **Bibliografía**

- CROWLEY, T. (2000): «Causes of climate change over the past 1000 years». *Science* número 289, pp. 270-277.
- CUBASCH, U.; R. VOSS; G. HEGERL; J. WASKEWITZ y T. J. CROWLEY (1997): «Simulation of the influence of solar radiation variations on the global climate with an ocean-atmosphere general circulation model». *Clim. Dyn* número 13, pp. 757-767.
- GIORGI, F. y L. O. MEARN (1999): «Regional climate modelling revisited: An introduction to the special issue», *Geophys. Res Lett* número 104, pp. 6.335-6.352.
- MITCHELL, J. F. B.; T. J. JOHNS; J. M. GREGORY y S. F. B. TETT (1995): «Climate response to increasing levels of greenhouse gases and sulphate aerosols», *Nature* número 376, pp. 501-504.
- IPCC Third Assessment Report: *Climate Change 2001*. Cambridge University Press, 994 páginas.
- E. ZORITA y J. F. GONZÁLEZ-ROUCO (2002): «Are temperature sensitive proxies adequate for North Atlantic Oscillation reconstructions?» *Geophys. Res. Lett* número 29, p. 14 (doi: 10.1029/2002GL015404).

**TERCERA SESIÓN**

**LA ARMADA Y EL MEDIO AMBIENTE**

## LA ARMADA Y EL MEDIO AMBIENTE

Por JOSÉ MANUEL SEVILLA LÓPEZ

### Introducción

La Armada no tiene problemas especiales de llevar a cabo sus misiones de la Defensa Nacional que impidan el cumplimiento de las normas de Medio Ambiente, más bien sus actividades pueden considerarse de bajo impacto ambiental, sobre todo si se analizan comparándolas con las de los grandes centros industriales.

La Armada tiene establecida una organización responsable del Medio Ambiente en organismos centrales, arsenales, bases y unidades, que llevan a cabo la coordinación del Programa de Medio Ambiente y más específicamente apoyo técnico, estudios, propuestas y adiestramiento en este tema, así como las personas físicas encargadas de controlar la clasificación, prerecogida, manipulación, almacenaje previo y la vigilancia de la normativa, instrucciones y procedimientos en vigor.

En lo que se refiere a este último aspecto, dado la descentralización de funciones legislativas por parte del Estado y la asunción de ellas por parte de las comunidades autónomas, así como las particulares características de los problemas, capacidad, y medios locales de soluciones de cada una de las instalaciones de la Armada, hacen que sea imposible el elaborar una única instrucción que sirva para todas. Por ello, además de directivas generales, existen desarrollos específicos por cada arsenal o base naval, que han dado lugar a la promulgación de un variado número de instrucciones de organización.

## La contaminación de la mar

Los buques utilizan o producen agentes contaminantes, cuyo vertido al mar puede ocasionar riesgos para la salud humana, dañar la fauna y recursos vivos del medio marino e incluso al propio medio terrestre, y cuyo vertido a la atmósfera afecta a la capa de ozono y a las condiciones climáticas.

Curiosamente, fueron las autoridades marítimas de algunos países del mundo y algunos profesionales del mar, fueron los primeros que sintieron la necesidad de regular los vertidos desde los buques, en su caso al mar, e idear equipos y sistemas de tratamiento, es decir, fueron de alguna manera pioneros de los que se legisla y pretende legislar en tierra.

Para evitar los vertidos al mar por los buques, se desarrolló el Convenio Internacional conocido mundialmente como MARPOL 73/78 que fue promovido por la Organización Marítima Internacional (IMO) y ratificado por el Gobierno español el año 1984.

El citado MARPOL consta de diferentes anexos, seis en total, en los que se dan normas para los procedimientos y medidas a tomar para cada uno de los diferentes tipos de agentes contaminantes que se contemplan.

Aunque los buques de guerra no están obligados por el MARPOL, las Armadas modernas en general y nuestros buques de la Armada en particular, deben cumplir con la normativa lo más posible, existiendo además, una recomendación severa por parte de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), de cumplir la reglamentación relativa al Medio Ambiente, por lo que o bien cuentan con equipos para procesado a bordo, o bien cuentan con espacio para almacenar productos que posteriormente se descargarán a tierra, buscando siempre el objetivo de contaminación cero.

En los puertos o bases navales, los buques utilizan las instalaciones de la propia Armada y en puertos comerciales tienen que utilizar instalaciones civiles. Además, las instalaciones de los puertos o bases navales no tendrán que ser independientes necesariamente de las del puerto comercial y ciudad adyacente si lo hubiese, sino que pueden usar instalaciones conjuntas siempre que sea posible.

Por ello surge la necesidad de contemplar las soluciones en los buques con la adecuada visión de «interacción buque-tierra», para que en este trasvase de productos desde el buque a tierra no surjan problemas.

Los más significativos agentes contaminantes en los buques son los siguientes:

- Residuos oleosos.
- Basuras.
- Aguas sucias.
- Aceites sucios.
- Residuos peligrosos.
- Clorofluorcarbonados (CFC) y Halones.
- Gases y humos.
- Ruidos.
- Pinturas.
- Pólvoras y explosivos.
- Residuos nucleares.
- Residuos radiactivos.
- Residuos sanitarios.

Como podemos deducir, el tratamiento de residuos a bordo de los buques necesita de una serie de actividades, que además de resultar desagradable, resulta complicada, tanto más cuanto el tamaño del buque es mayor. A pesar de que se trata de simplificar los procesos, éstos resultan sino complicados, sí laboriosos, por lo que el tema del «tratamiento de residuos a bordo» es un tema abierto, en continuo estudio y evolución. Existen iniciativas de las Armadas de los gobiernos de la OTAN a través del SWG-12 (*On Maritime Environmental Protection*), para estudiar las posibles mejoras a ser introducidas a bordo, donde los expertos, tanto de las Armadas como de las industrias, tratan de avanzar tanto en la mejora de procesos como en el diseño de nuevos equipos.

A lo largo de esta presentación, desarrollaremos aspectos medioambientales de los siguientes grupos:

1. Residuos sólidos.
2. Aguas residuales y subterráneas.
3. Residuos peligrosos.
4. Impactos ambientales del almacenamiento de hidrocarburos.

### *Residuos sólidos*

#### INTRODUCCIÓN

Estos residuos incluyen los tipo domiciliarios (residuos sólidos urbanos), hospitalarios, inertes (escombros) y algunos industriales.

La elevada capacidad de consumo que caracteriza a una sociedad en pleno desarrollo económico, como es la española, lleva aneja la aparición de grandes y nuevos problemas, entre los que se ha revelado como uno de los más acuciantes el planteado por el espectacular incremento de estos tipos de residuos. Baste decir a este respecto, que en el siglo pasado el volumen total de residuos domésticos en España, ha aumentado en un 800%, de forma que este problema ha pasado a situarse en primera línea entre los generadores de contaminación.

## RESIDUOS DOMICILIARIOS

La cantidad de residuos producidos es muy variable, dependiendo fundamentalmente de los siguientes factores:

- Época del año, para igual número de habitantes, disminuye en verano.
- Movimiento de la población, durante los periodos de vacaciones, los fines de semana y los días de fiesta.
- Tendencia en el acondicionamiento de mercancías, mayor o menor utilización de envases y embalajes sin retorno.

Estimamos que en nuestras Dependencias tenemos una producción media de 150 a 250 kg/hab/año, muy inferior a la media española de 295 a 400 kg/hab/año lo que equivale a 0,400 a 1 kg/hab/día.

En cuanto a la composición media, en peso de los residuos, pueden estimarse las siguientes cifras en porcentaje:

- |                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| — Materia orgánica: 52,16. | — Vidrio: 7,82.              |
| — Papel y cartón: 20,00.   | — Metales: 4,00.             |
| — Plásticos: 7,00.         | — Cerámicas y piedras: 1,25. |
| — Maderas: 2,41.           | — Pilas y baterías: 0,30.    |
| — Textiles: 1,63.          | — Otros: 3,28.               |

Si comparamos estos valores con los correspondientes al resto de la población, vemos que presenta un alto contenido en materia orgánica y un bajo porcentaje en materiales combustibles, manifestando una tendencia evolutiva, a incrementar los plásticos y vidrios y disminuir los papeles y cartones.

## GESTIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS

Se entiende por gestión de residuos el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los mismos el destino final más adecuado. Comprende las siguientes fases: prerecogida, recogida y transporte y tratamiento.

Estas fases tienen las siguientes características:

En instalaciones en tierra:

*Prerecogida.* Esta primera fase no presenta problemas en la Armada, debido a la no existencia de anarquía en el depósito.

Se usan, como en todas partes, las clásicas bolsas o sacos desechables de plástico y cerrados, depositados en contenedores de basura. Las cocinas industriales cuentan con cámaras refrigeradas.

Respecto al reciclado, participa en la separación de los componentes presentes en las basuras, para su recuperación directa por otros, lo que se

conoce como «recogida selectiva», usando habitualmente tres recipientes: uno para el vidrio, otro para los papeles y un tercero para el resto de la basura.

*Recogida y transporte.* Comprende el conjunto de operaciones de carga-transporte-descarga. Representa entre un 60 y un 80% de los costes globales, por lo que es necesario estudiar con gran detalle: la frecuencia de la recogida (dependiendo de las condiciones climáticas, del grado de generación, etc.), equipos, personal y planificación.

Los principales vehículos utilizados en la operación de recogida y transporte de los residuos urbanos es el camión recolector con caja compactadora. La capacidad normal de estos vehículos es de 25 metros cúbicos, es decir, 13 toneladas de residuos

*Tratamiento.* Se entiende por tratamiento de residuos el conjunto de operaciones encaminadas a su eliminación o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos.

La Armada utiliza el sistema de entrega en un vertido controlado por el ayuntamiento y no posee vertederos propios, ni incinera, ni composta.

*En los buques.* Las basuras que se originan a bordo se dividen en dos grandes apartados:

- Orgánicas: restos de comida.
- Inorgánicas: plásticos, tablas, forros, material de embalaje, papel, tela, vidrios, latas, loza, etc.

El proceso comienza con la separación, tratando de no mezclar los residuos sólidos orgánicos y los inorgánicos.

Para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos se utilizan trituradores que los fragmente en partículas de pequeño tamaño, que mezclados con agua dan lugar a una pulpa. Esta pulpa puede ser enviada al mar en las condiciones que marca el Convenio MARPOL, cuando las partículas sólidas en suspensión tengan un tamaño inferior a 25 milímetros, o bien enviarlas al tanque colector de aguas sucias, aunque esta última práctica no debe generalizarse debido a la gran cantidad de carga orgánica que aporta.

Los residuos orgánicos que no puedan o no hayan sido triturados, se almacenan en un compartimiento especialmente acondicionado para ello (refrigerado) para su descarga al mar en aguas sin restricciones o para su entrega a las instalaciones en tierra.

En cuanto al tratamiento de los residuos sólidos inorgánicos se realiza también una separación, tratando de separar los que están fabricados de materiales combustibles (papel, cartón, trapos, etc.). En cualquier caso se separan los plásticos del resto, ya que existe por el Convenio MARPOL la prohibición absoluta de arrojarlos al mar.

Los materiales combustibles una vez triturados pueden ser quemados en un incinerador, si el buque dispone de él, y en caso negativo, empaquetados y almacenados para su descarga posterior a tierra.

Los materiales incombustibles deben ser también triturados y compactados, empaquetados en cajas de cartón y almacenados para su descarga posterior a tierra.

#### RESIDUOS HOSPITALARIOS

La Armada produce residuos tipo primero (residuos asimilables a urbanos), tipo segundo (residuos clínicos o biológicos) y tipo tercero (residuos especiales, patológicos o infecciosos), que se gestionan a través de gestores autorizados, realizando sólo la precogida, que se realiza en bolsas de plástico de color negro que, a su vez, se introducirán en otras mayores y éstas, a su vez, en contenedores.

Los residuos clínicos o biológicos se depositan en bolsas de polietileno, color verde, que se introducen en otras mayores y éstas, a su vez, en contenedores.

En los buques, todos los tipos de residuos hospitalarios se almacenan en recipientes y se entregan en tierra, o bien se queman a bordo en un incinerador.

#### RESIDUOS INERTES

Los residuos sólidos inertes, conocidos también con el nombre de escombros, se pueden definir como «todo desecho procedente de la construcción o derribo de cualquier clase de edificio, arreglo de calles y demás obras civiles».

Para depositar temporalmente los escombros, se utilizan contenedores metálicos normalizados (o de otro material resistente e incombustible), especialmente diseñados para su carga y descarga mecánica sobre vehículos de transporte también especiales.

Todas las obras de infraestructura constan de la correspondiente partida presupuestaria de vertido de escombros a un vertedero autorizado.

## RESIDUOS PELIGROSOS Y RESIDUOS INDUSTRIALES

Los residuos especiales generados se almacenan en depósitos de seguridad (pre recogida) adecuados, teniendo en cuenta las características del terreno, su geología e hidrología, las condiciones climatológicas de la zona y la naturaleza de los residuos a almacenar.

En un depósito de seguridad no se aceptan cualquier tipo de residuo. Todo residuo debe superar un riguroso control previo antes de poder ser aceptado o rechazado. En este último caso se contacta directamente con un gestor autorizado.

No se admiten en ningún caso, residuos radiactivos, inflamables, explosivos e inestables.

Los residuos peligrosos en los buques, se depositan en contenedores rígidos construidos en polietileno de alta densidad o en otro material que garantice la impermeabilidad y estanqueidad, tanto interna como externa.

## SISTEMA DUAL DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Este sistema consiste en la adopción de medidas para la reducción de basura y embalajes que se producen como consecuencia de adquirir determinados suministros, responsabilizando al vendedor en la gestión de los residuos.

En especial debe tenerse en cuenta en los contratos, cuando la adquisición de un determinado producto implica un coste o incapacidad de retirar el residuo del envase que aporta.

Ejemplos de ello se exponen a continuación. Envases de mercancías:

- Envases utilizados para transporte.
- Envases intermedios (al por mayor).
- Envases de venta al detall.

Estos tres tipos de envases deberían ser retirados por las compañías que suministren los productos. A título de ejemplo pueden establecerse medidas (si son posibles) organizando un sistema en el puesto de trabajo que usa estos materiales, instalando contenedores donde separadamente se verterían:

- Envases de bebidas: siempre que correspondan a bebidas de una misma marca comercial, por ejemplo el suministrador de cervezas retirará los envases vacíos de la marca que se está consumiendo en la cantina, máquina expendedora, etc.

- Plásticos en cocinas, por ejemplo bolsas, películas de cubrir alimentos, bandejas de alimentos.
- Compuestos, *tetrabricks* de leche.
- Bidones, dado que la eliminación de los bidones vacíos es a veces un grave problema, por el espacio que ocupan y su carácter contaminante, debería incluirse en los contratos la obligación de retirar un número equivalente a los adquiridos, aunque fuesen de marcas distintas.

La adopción de medidas similares a las expuestas, debe contemplarse bajo el punto de vista de reducción del impacto ambiental, y del ahorro de gastos de eliminación de residuos.

### *Aguas residuales y subterráneas*

#### AGUAS RESIDUALES

##### *EFFECTOS DE LOS VERTIDOS SOBRE EL MEDIO MARINO*

El vertido (directo o a través de emisario) al medio marino litoral y a las redes municipales sin un control adecuado supone efectos negativos como los siguientes:

- Aumento de la turbidez del agua, con disminución de su transparencia.
- Aparición de elementos flotantes, espumas, aceites y grasas.
- Aparición de colores y olores extraños.
- Contaminación de origen bacteriano.
- Contaminación de origen orgánico, incremento en la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)<sup>5</sup>.
- Eutrofización de las aguas marinas, por la introducción de nutrientes (especialmente nitrógeno y fósforo).
- Alteración de las comunidades naturales, con la potenciación de la presencia de determinadas especies (aquellas de crecimiento rápido) y reducción de la biomasa de otras.
- Daños a las depuradoras.

##### *EFFECTOS DE LOS VERTIDOS SOBRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS*

Por otro lado, las aguas residuales pueden llegar a contaminar los acuíferos, ya bien sea por vertidos accidentales, rotura en los colectores portadores, etc. La contaminación de los acuíferos es siempre mucho más problemática que la de aguas superficiales o marinas, ya que son de renovación mucho más lenta.

## VERTIDOS AL MEDIO MARINO DESDE TIERRA

En España, a través de la Orden de 29 de abril de 1977, fijando los parámetros que tienen que cumplir dichas aguas, están regulados los límites de vertido al mar desde tierra por mediación de emisarios submarinos.

Para establecer los impactos de sustancias y microorganismos incorporados al medio marino, es necesario tener en cuenta la calidad del agua de mar en condiciones físico-químicas y biológicas naturales o de origen. Para ello, las sustancias vertidas tendrán que estar de acorde con un nivel de calidad que se expresa por los límites de unos parámetros indicadores. Dichos parámetros indicadores se establecen según los usos o características de la zona en cuestión. Las diferentes zonas se clasifican en:

- Zonas de baños.
- Zonas de cultivos marinos.
- Zonas limitadas.
- Zonas especiales.
- Otras zonas.

En la tabla 1, de la citada Orden se recogen los parámetros indicadores en las distintas zonas.

## CAMPAÑA DE MEDIDAS

El Plan de la Calidad de las Aguas en las Dependencias de la Armada tiene por objeto el conocimiento de la situación actual tanto de las aguas superficiales (vertidos) como de las aguas subterráneas. Los resultados son:

1. Conocer las medidas a tomar sobre los vertidos antes de conectar la red de vertido de las Dependencias con la red municipal correspondiente o con una estación depuradora, cumpliendo unos mínimos de calidad en las aguas evacuadas que permitan esta conexión.
2. Prever impactos de contaminación sobre aguas subterráneas.
3. Dada la existencia de pozos en algunas Dependencias, conocer la calidad de las aguas que producen.

Para ello se realizan reconocimientos del entorno de la Dependencia que en algunos casos se resuelven mediante la revisión de la información documental disponible y con la realización de trabajos específicos de campo referidos a los aspectos más significativos.

Para determinar el número y localización de los puntos de vertido a analizar, se tienen en cuenta aquellos que sean contaminadores potenciales de las aguas residuales, poniendo especial interés en los siguientes puntos:

- Aguas residuales procedentes de talleres.
- Aguas residuales procedentes de cocinas.
- Aguas residuales procedentes de garajes.
- Aguas residuales procedentes de zonas con depósitos de combustibles.
- Aguas procedentes de escorrentías superficiales.

Los trabajos de campo son del orden de:

1. La realización de los aforos necesarios y muestreo, en los puntos de vertido seleccionados.
2. Programa de sondeos y muestras para determinación de la contaminación de aguas subterráneas.
3. Toma de muestras puntuales en pozos de aguas subterráneas ubicados en la Dependencia estudiada.

A su vez, se toman muestras puntuales en pozos, ubicados en el interior de la Dependencia, con el fin de completar su conocimiento hidrológico y detectar una posible contaminación de los acuíferos producida por la actividad o las propias instalaciones. Se describen (profundidad, diámetro, situación, caudal, etc.) y localizan (mediante el levantamiento de planos) todos aquellos pozos existentes en la Dependencia con la intención de analizar la calidad de las aguas, estudiando además la conveniencia de abrir nuevos pozos en zonas donde no existan o donde éstos sean insuficientes.

Se evalúan los aprovechamientos de agua subterránea y el potencial de los acuíferos parcialmente contaminados y su extensión real, (aunque no puedan determinarse con exactitud) en el entorno de las zonas de almacenamiento.

Se evalúa la permeabilidad y transmisividad del acuífero, así como su capacidad de retención y absorción, indicando los posibles riesgos de propagación de la contaminación. Asimismo, se evalúan las posibilidades de que el frente contaminante pueda alcanzar las áreas de descarga local de las aguas subterráneas.

Se realiza un profundo estudio del nivel de contaminación en el caso de que la dirección del flujo subterráneo pase por una zona urbanizada, que podría verse afectada en el caso de un elevado y persistente nivel de contaminación.

En las aguas residuales se consideran los siguientes parámetros:

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| — pH.                               | — Nitrógeno amoniacal. |
| — Conductividad eléctrica.          | — Fósforo total.       |
| — Demanda Química de Oxígeno (DQO). | — Detergentes.         |
|                                     | — Aceites y grasas.    |

- DBO5.
- Materias en suspensión.
- Sólidos sedimentables.
- Sólidos totales volátiles.
- Sólidos totales.
- Hidrocarburos.
- Hierro.
- Plomo.
- Zinc.
- Nitrógeno total

Se tienen en cuenta y se controlan el estado, número y características de los posibles aljibes existentes en la Dependencia, haciendo constar las dimensiones, año de construcción, estado de conservación, así como la procedencia de las aguas que en su caso almacene.

Los parámetros considerados en las aguas subterráneas son los siguientes:

- pH.
- Conductividad eléctrica.
- DQO.
- DBO5.
- Materias en suspensión.
- Alcalinidad.
- Cloruros.
- Sulfatos.
- Silicatos.
- Nitratos.
- Nitritos.
- Amonio.
- Nitrógeno total.
- Calcio.
- Magnesio.
- Sodio.
- Potasio.
- Hierro
- Plomo.
- Zinc.
- Hidrocarburos.
- Coliformes fecales.
- Coliformes totales.
- Estreptococos fecales.

Todos éstos se complementan en un estudio geológico adecuado de la zona donde se sitúan los pozos negros, para así poder prever las posibles contaminaciones por filtración de los acuíferos subterráneos existentes en la zona.

#### VERTIDOS DE AGUAS CONTAMINANTES DE LOS BUQUES

##### *INSTALACIONES A BORDO*

Las instalaciones usadas en los buques utilizan muy variadas tecnologías y los equipos pueden ser de diferentes tipos, entre los cuales podemos citar:

##### a) Tanques de almacenaje

Recomendable para aquellos buques que realizan viajes cortos y/o aquellos que tienen capacidad limitada. Las aguas sucias se recogen y envían a un tanque almacén, y al llegar a puerto se bombean a una estación receptora. Pueden presentarse problemas en aquellos puertos con capa-

cidad limitada de almacenaje o con las restricciones del anexo IV del Convenio MARPOL.

#### b) Sistemas de tratamiento

*Físico-químico.* Es un tratamiento parcial. En este sistema, los sólidos son separados de los líquidos por un sistema de filtros. Los sólidos serán macerados y almacenados en un tanque de filtros para su posterior descarga en zonas permitidas del mar, de acuerdo con el MARPOL, o bien serán bombeadas a una instalación receptora en tierra.

Los líquidos son tratados químicamente (con hipoclorito sódico o cloro) para destruir las bacterias y controlar el olor, pudiendo actualmente descargarse al mar en cualquier situación.

Existe la casi certeza de que el tratamiento con cloro sea prohibido o limitado en un próximo futuro, por lo que se están investigando nuevas tecnologías, por ejemplo la utilización de sistemas de esterilización a base de rayos UV.

*Electro-catalítico.* Es un sistema de tratamiento total, donde las aguas sucias, almacenadas en un primer tanque-almacén, son maceradas e introducidas en una celda con electrodos no consumibles.

La celda electrolítica funciona con corriente continua y utiliza el agua de mar, mezclada con el agua sucia, como electrolito. El agua de mar se precipita por la electrólisis oxidando a la bacteria, que a su vez es tratada con hipoclorito sódico.

Aunque el tamaño es similar al físico-químico, las necesidades de cloruro en el proceso electrolítico, limita su uso a áreas con suficiente sal (no puede ser usadas en ríos, estuarios, etc.). Los efluentes pueden ser descargados sin restricciones.

*Biológico.* Es uno de los métodos más antiguos utilizados para el tratamiento de aguas sucias. Es una aproximación a un proceso totalmente natural, cual es el del organismo humano.

Una serie de tanques reciben el agua sucia a los cuales se le insufla oxígeno, a través de un suministro de aire exterior, que realiza un proceso de oxidación-purificación. Los microorganismos, en forma de colonias de bacterias, se alimentan de los residuos en presencia del oxígeno y causan una digestión natural.

Debido al tiempo requerido para el almacenamiento (de 16 a 24 horas), las plantas de tratamiento biológicas requieren de grandes tanques para cumplimentar este proceso de purificación antes de que su descarga sea permitida de acuerdo con las reglas. En algunas aplicaciones el tamaño de la planta puede llegar a superar hasta diez veces a las de otro tipo.

Otros problemas añadidos, como es el de mantener viva la colonia de bacterias, o el gran volumen requerido a bordo para su ubicación, hacen que su uso en buques de guerra sea improbable.

*Biorreactor.* Utiliza el proceso biológico de reducción (tratamiento) de las aguas sucias de forma acelerada y en menos espacio. Este se consigue jugando con los tres parámetros que intervienen en el proceso biológico: tiempo, oxígeno y carga orgánica representada por el BOD5, parámetros que están relacionados de forma que si se quiere acortar el proceso, hay que incrementar el volumen de oxígeno insuflado y la carga orgánica.

Es un tratamiento de reciente incorporación a bordo de algunos buques, y se puede decir que aún está en fase de prueba.

*Membranas.* Utilizan la tecnología de las membranas de ósmosis inversa para producir la purificación de las aguas sucias, enviando los lodos a un tanque receptor.

La calidad de efluente obtenida es óptima y puede ser reutilizable a bordo, por ejemplo para instalaciones sanitarias (duchas, inodoros, etc.).

*Residuos oleosos.* Incluyen aguas con mezclas de hidrocarburos en su composición y que proceden o pueden proceder de sentinas, de tanques de lastre sucios, del sistema de agotamiento de tanques, además de aceites sucios o contaminados.

Las aguas oleaginosas son recogidas en un tanque y enviadas para su tratamiento a separadores de agua-aceite de sentinas, que separan el agua del aceite, separadores que utilizan diferentes tecnologías (placas, filtros coalescentes y ultrafiltración). El aceite separado es enviado a un tanque de lodos, donde se almacena, o bien para su descarga a instalaciones en puerto, o bien para que sirvan de combustible de los incineradores de a bordo. Mientras tanto, el agua puede ser enviada al mar siempre y cuando su contenido en hidrocarburos sea inferior a 15 ppm. Es un monitor de contenido de hidrocarburos el que se asegura que no se supere la cantidad permitida y, en el caso de que el efluente supere esta cantidad, envía

el agua nuevamente a las sentinas. En caso de fallo del monitor, el sistema se debe parar automáticamente. Es previsible que a corto plazo, este contenido de 15 ppm sea reducido a aproximadamente unos 5 ppm, y más adelante se puede llegar a 0 ppm.

### *Residuos peligrosos*

#### INTRODUCCIÓN

Los residuos peligrosos son aquellos que contienen en su composición alguna de las sustancias y materias que figuran en los diferentes reglamentos y órdenes publicados que desarrollan la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, que las define como tales, en cantidades o concentraciones que representen un riesgo para la salud humana, recursos naturales o Medio Ambiente.

#### OPCIONES CON LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Para los residuos peligrosos se puede optar por las siguientes opciones, por orden de prioridad:

1. Reducir la fuente originadora.
2. Reutilizarlos.
3. Tratarlos-eliminarlos en sus propias instalaciones.
4. Cederlos a un gestor autorizado para ser tratados-eliminados fuera de las dependencias del productor.

La Armada contempla estas opciones con los siguientes criterios:

1. Reducir la fuente originadora. Se utiliza al máximo, tomando medidas y vigilando de forma continua:
  - Los procesos productivos: procedimientos, sustituyendo equipos y maquinaria, gestión de materiales y utilizando materias primas menos contaminantes.
  - La utilización de productos auxiliares, cambiándolos por otro alternativo menos contaminantes: disolventes, no utilización de PCB, detergentes, limpiadores, etc.
  - Controlando quienes reciben productos capaces de generar residuos peligrosos y vigilando la separación de residuos.
  - Tomando muestras de control en puntos seleccionados.
  - Previendo los derrames y fugas, tanto habituales como accidentales.
  - Segregando los contaminantes de mezclas (por ejemplo aguas de sentinas, aguas oleosas).

2. Reutilización. Salvo hidrocarburos, no existen en principio otros productos que puedan ser reutilizados por la Armada. Aunque los gasoleos contaminados con agua y lodos, pueden considerarse como residuos en un sentido estricto, es claro que la eliminación de estos productos por procedimientos clásicos de decantación y filtrado, los regenera completamente. La Armada utiliza estos procesos.
3. Eliminación. Es el proceso más complejo y que además requiere instalaciones, permisos, personal, gastos de mantenimiento y permanente puesta al día de tecnología. La Armada no utiliza este método.
4. Cesión de residuos peligrosos a un gestor autorizado. Es la solución mas viable y por tanto la que se utiliza. La Armada transfiere la titularidad de los residuos peligrosos y la responsabilidad que tiene sobre los mismos a un gestor autorizado, mediante un contrato tipo.

## CLASIFICACIÓN Y PROCEDIMIENTOS

### *DEPENDENCIAS DE TIERRA*

Pasos necesarios:

1. Identificar las posibles dependencias productoras de residuos.
2. Investigar *in situ*, los residuos peligrosos que se producen en ellas.
3. Cantidades, posibilidades de recogida separada, métodos, envases, frecuencia necesaria de recogida (máximo bimensual), posibilidades de transporte por la propia dependencia a un almacén de residuos peligrosos de la base, etc.

Esta labor se realiza por el responsable de Medio Ambiente en la base naval, que coordina las visitas e inspecciones, apoyado con personal con conocimientos técnicos específicos, y que en caso de duda utilizan laboratorios acreditados y con experiencia en este tipo de determinaciones para los debidos ensayos de caracterización.

### *CONTAMINANTES DE LOS BUQUES*

Los residuos peligrosos que se producen en un buque y una dependencia son distintos, así como sus volúmenes y las posibilidades de almacenaje, por ello requieren soluciones distintas.

Todos los residuos peligrosos que se producen a bordo son almacenados y se entregan a la llegada a puerto, en el muelle, al servicio de residuos peligrosos, quien además repone los envases necesarios.

Aparte de generar los mismos tipos de residuos peligrosos que se producen en las instalaciones terrestres, existen otros específicos entre los que podemos citar:

- Pinturas antincrustantes. Son aquellos tipos de pinturas que se utilizan para conseguir que la obra viva del buque no sufra la adherencia de organismos vivos (algas, balanos, escaramujo, etc.), y evitar así el que los buques pierdan velocidad y aumenten su consumo de combustible. Sus compuestos básicos son tóxicos, principalmente a base de titanato de tetrabulito. Éste termina afectando a otros organismos marinos. Ya son realidad pinturas antincrustantes libres de este nocivo componente, aunque su uso aún no está muy extendido. Puede que a partir del año 2003 sean obligatorias.
- Lastrado del buque. El lastrado de un buque, agua de mar, puede ocasionar graves problemas ecológicos a la fauna y flora marinas de una determinada zona al achicar el agua procedente de otra zona totalmente diferente, debido a que microorganismos foráneos en disolución pueden desplazar el ecosistema marino en la zona de deslastre.

#### COMPUESTOS HALOGENADOS

Los buques, al igual que en las dependencias de tierra, en sus instalaciones de aire acondicionado, de refrigeración de equipos, frigoríficas, y de extinción de incendios, utilizan CFC y Halones que afectan a la capa de ozono:

- CFC. En el caso de los CFC los mayoritariamente usados R-11 y R-12 disponen de sustitutos adecuados (R-134.<sup>a</sup>, R-404.<sup>a</sup>, etc.). El R-22 también usado ampliamente a bordo, no tiene problemas de utilización por el momento. Se están reconvirtiendo, según la conveniencia o disponibilidad, las instalaciones con refrigerantes de transición o sustitutos definitivos dependiendo de las condiciones de cada buque, edad, etc. No hay por otra parte prohibición en el uso de los R-11 y R-12, sino simplemente existe prohibición de fabricación, según el Protocolo de Montreal, por lo que en buques antiguos no compensa su sustitución.
- Halones. Como se conoce, los Halones nacieron como sustitutos del dióxido de carbono en instalaciones de extinción de incendios, por sus mejores propiedades de extinción y por las menores necesidades de espacio para la instalación, así como la no peligrosidad para la vida humana. Los Halones están afectados también por el Protocolo de Montreal, si bien éste prohíbe la fabricación pero no la utilización. No hay por ahora agentes sustitutivos de suficientes garantías que pro-

porcionen prestaciones similares. Entre las alternativas que se contemplan hoy día, algunas Armadas han vuelto al uso del dióxido de carbono. No parece lógico pensar que éste sea el camino y más cuando el dióxido de carbono es el principal causante del efecto invernadero.

Se han experimentado y hasta montado instalaciones, usando gases como:

- Inergen.                                   — FE-13.
- Argón.                                    — CEA-308.
- Naf SIII.                                 — FM-200.
- PFC-410.

Pero por el momento, ninguno de ellos se ha consolidado como candidato ideal.

El FM-200 es el que está empezando a ser utilizado, pero existen ciertas dudas sobre sus propiedades, principalmente referentes a los restos que origina, que hace que no se decida utilizarlo con más profusión.

Puede que el futuro vaya por los sistemas de extinción a base de espumas de alta expansión y más aún hacia los de agua a muy alta presión (*water mist, hig-fog*). La Armada española en sus buques cazaminas ha incorporado un sistema de *hig-fog*.

Últimamente parece que el panorama respecto a los Halones ha cambiado. Debido a que aún no se ha encontrado una alternativa adecuada para ellos, se ha acuñado la definición de «usos críticos», que permitirá en determinadas aplicaciones seguir utilizando Halones reciclados o en *stock*, aplicaciones entre las que se incluyen usos militares. Estos condicionantes están contenidos en un documento de la Comunidad Económica con el título *Strategy for the Management and Elimination of the use of Halones in the European Community*. Esto duraría hasta que apareciera una alternativa adecuada para los Halones.

#### RESIDUOS PELIGROSOS MÁS USUALES EN LA ARMADA

Berilio, compuestos de berilio (T4-C1). Incluye cintas magnéticas, polvo y herramientas:

- Líquidos en envases.               — Sólidos y residuos en envases

Ácidos (T4-C23). Soluciones ácidas, incluyendo sulfúrico, clorhídrico, nítrico, etc.:

- Líquidos en envases.               — Sólidos y residuos en envases.

Bases-Cáusticos (T4-C24). Soluciones alcalinas incluyendo hidróxidos sódico, potásico, amónico, compuestos de limpieza, etc.:

- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Mercurio y compuestos de mercurio (T4-C16):

- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Compuestos de cromo (T4-C3). Incluyendo trióxido de cromo, cromato de sodio, dicromato de potasio, etc.:

- Aerosoles
- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Isocianatos (T4-C37). Resinas, látex, plastificantes, colas. Incluyendo adhesivos, colas, poliuretano, compuestos de goma, compuestos de espumas. Los indicados pueden contener isocianatos:

- Aerosoles.
- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Cianuros inorgánicos (T4-C21):

- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Cianuros orgánicos (T4-C38):

- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Productos de imprenta y coloreado (T3-C12). Incluye tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas y barnices:

- Aerosoles.
- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Pesticidas (T4-C34). Incluyendo herbicidas, insecticidas, etc.:

- Aerosoles (pesticidas).
- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Productos de fotografía (T3-C16). Incluye fijadores, reveladores, etc.:

- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Éteres (T4-C46). Incluye éter etil, dietil glicol, óxido de etileno, etc.:

- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Peróxidos (T4-C28). Incluye peróxidos de hidrógeno, peróxido:

- Aerosoles
- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Disolventes orgánicos no halogenados (T4-C41). Incluye aguarrás, disolventes, pinturas, etc.:

- Aerosoles
- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Compuestos orgánicos halogenados (T4-C42). Incluye cloroformo, tricloroetano, metano, CFC:

- Aerosoles
- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Compuestos aromáticos (T4-C43). Incluye benceno, tolueno, xileno, etc.:

- Aerosoles.
- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Disolventes inorgánicos halogenados (T4-C40):

- Aerosoles.
- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Fenoles, compuestos fenólicos (T4-C39):

- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Amianto (fibras y polvo) (T4-C25):

- Sólidos envasados.

PCB/PCT con contenido superior a 50 ppm (T4-C32):

- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

PCB/PCT con contenido inferior a 50 ppm. Incluyendo productos contaminados:

- Líquidos en envases.
- Sólidos y residuos en envases.

Baterías:

- Baterías de litio.
- Baterías de plomo.
- Baterías de mercurio.
- Otras baterías.

Bombonas de gas comprimido:

- No inflamable.
- No inflamable, tóxico.
- Inflamable.
- Inflamable, tóxico.
- Inestable químicamente, tóxico.

Detergentes. Productos de limpieza con fosfatos y silicatos:

- Líquidos envasados.
- Sólidos y residuos envasados.

Productos blanqueadores. Incluyendo hipoclorito sódico y cálcico (lejías), cal clorada, etc.:

- Líquidos envasados.
- Sólidos y residuos envasados.

Productos de imprenta y coloreado contaminados. Incluyendo trapos, absorbentes, cepillos, filtros, etc.:

- Líquidos envasados.
- Sólidos y residuos envasados.

Productos derivados del petróleo (T3-C19). Incluyendo ceras, grasas, gas-oils, etc.:

- Aerosoles.
- Sólidos y residuos envasados
- Líquidos envasados.

Aceites minerales o sintéticos usados (T4-C53). Incluyendo aceites usados procedentes de motores de combustión y sistemas de transmisión, aceites lubricantes minerales, aceites para turbinas y sistemas hidráulicos, emulsiones y mezclas agua aceite:

- Aerosoles
- Sólidos y residuos envasados.
- Líquidos envasados.

Filtros contaminados aceite-gasolina:

- Sólidos.

### *Impactos ambientales del almacenamiento de hidrocarburos*

#### CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO

La Armada necesita, tiene y usa instalaciones propias en tierra para la recepción y almacenaje de hidrocarburos y aguas oleosas.

Para los hidrocarburos, básicamente gasóleo de buques, en sus dos grupos clásicos: limpios y «contaminados» (por lodos y agua), existen un tren naval apropiado de recogida, y se están desarrollando instalaciones en tierra adecuadas no solamente a normas medio ambientales, sino al máximo aprovechamiento y reciclado de esta fuente energética.

Los aceites usados son residuos del grupo de tóxicos y peligrosos pero con legislación específica. Su recogida y almacenamiento requieren particulares medidas, que la Armada está actualmente cumpliendo.

Las posibles fuentes de contaminación son fundamentalmente, los siguientes:

- Tanques de combustible.
- Separadores.
- Estación de bombeo.
- Tanques de purgas.

- Tanques de producto contaminado.
- Tuberías de transporte de combustible.
- Válvulas y cámaras de válvulas.
- Cargaderos.
- Oleoducto.

A los anteriores se pueden añadir los depósitos de los surtidores, los camiones cisterna que suelen circular por la base cargados y áreas utilizadas como aparcamiento.

De todos los expuestos, los que presentan un mayor peligro bien por su ubicación (enterrados o en superficie), por los elementos que los constituyen (existencia de un mayor número de juntas) o por las condiciones de manejo y operación (trabajo a presión) son fundamentalmente éstos: tanques de combustible subterráneos, tuberías de transporte de combustible y separadores:

- Los tanques de combustible que se encuentran enterrados, al igual que la red de conducciones subterráneas presenta dificultades en cuanto a su control de posibles pequeñas fugas, que además en caso de existir, pasarían directamente al terreno.
- Los tanques aéreos, si se encuentran en cubetos con una solera suficientemente impermeabilizada, no es de esperar contaminación proveniente de ellos.
- Las tuberías de transporte de productos que se encuentran en parte al exterior y aunque trabajen en carga en las operaciones de llenado y descarga de los tanques de almacenamiento, no parecen ser elementos especialmente peligrosos, ya que además, cualquier posible avería podría ser de la detectada rápidamente, al contrario que en el caso de conducciones enterradas que trabajan también en carga en las operaciones de llenado y descarga de los tanques, siendo difícil el control de pequeñas pérdidas al no poder ser detectados tan rápidamente.
- El agua carburada proveniente del separador de aguas por gravedad que se almacena en un depósito para su posterior tratamiento en una empresa de tratamiento de residuos.
- Las piscinas de los depósitos que recogen el agua que pudiera contener hidrocarburos, agua que posteriormente ha de ser conducida al depósitos de aguas carburadas.
- Tanto el separador como las piscinas, son probables focos de contaminación; de un lado dada la dificultad de localizar posibles pérdidas que se pudieran producir, y de otro la posibilidad de provocarse accidentalmente derrames, pasando en ambos casos el combustible al subsuelo, de forma directa para el primer supuesto y por infiltración en el segundo.

- Las zonas de bombeo están sometidas frecuentemente a un funcionamiento a presión por lo que podría esperarse algún posible fallo con mayor probabilidad que en otros elementos que no trabajan bajo estas condiciones.
- El área de carga-descarga a buques, podría considerarse como un foco de contaminación, por las constantes maniobras de operación a que puede estar sujeto el producto, pero el que se encuentre en un área asfaltada o no, o con saneamientos conectados a la piscina, varía la capacidad de contaminación.
- Los oleoductos que discurran enterrados, y que tuvieran pequeñas fugas que no supongan una caída significativa de presión en los mismos serán difícilmente localizables.

La determinación de la contaminación del suelo, subsuelo, acuífero y vertidos al mar, originada por el almacenamiento y manipulación de hidrocarburos, constituye una preocupación permanente para las zonas de almacenamiento de hidrocarburos de las bases y por lo tanto, es necesario la valoración de sus posibles impactos ambientales incluyendo, si el grado de contaminación lo requiere y el grado de conocimientos lo permiten, las medidas para su recuperación.

Estos objetivos de carácter general se concretan en los siguientes objetivos parciales:

- Identificar, tomando como base la investigación hidrogeológica, las posibles salidas no controladas de hidrocarburos en las diferentes zonas de almacenamiento.
- Evaluar el potencial contaminador de las salidas identificadas, delimitando el desarrollo horizontal y vertical de las áreas contaminadas. Proponer, en caso necesario, una investigación más detallada para precisar la extensión de la pluma contaminante.
- Evaluar los posibles impactos de la contaminación por hidrocarburos en las aguas subterráneas en el entorno de las áreas de almacenamiento.
- Proponer el sistema adecuado para la observación y control de la calidad del agua indicando: número de puntos de observación (emplazamiento, profundidad y diseño), sistema de toma de muestras en el perfil vertical de los sondeos, frecuencia de control de cada punto de observación y determinaciones a realizar en los análisis químicos.
- Evaluar la intensidad de la contaminación en relación con las normas y leyes relacionadas con la protección ambiental. Proponer las medi-

das preventivas convenientes para la protección del medio hídrico del entorno de las zonas de almacenamiento.

En definitiva, realizar auditorias medioambientales, diagnosticando la situación actual respecto a la contaminación por hidrocarburos y proponiendo las medidas preventivas y, en su caso y si es posible, correctoras que sean necesarias.

#### METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos enunciados anteriormente, la metodología aplicada consiste en:

##### *REVISIÓN DE LOS ANTECEDENTES*

Recopilación de la información geológica e hidrogeológica del área en la que se sitúan la base naval; recopilación de las referencias de las instalaciones (situación, características, manejo y operaciones, incidencias, etc.).

##### *INSPECCIÓN DE LOS EMPLAZAMIENTOS Y SU ENTORNO*

Reconocimiento de campo de los emplazamientos de almacenamiento, detección de la contaminación visible, identificación de posibles fugas, derrames y focos potenciales de contaminación y localización de otras posibles fuentes importantes de contaminación ajenas a las zonas de almacenamiento.

##### *RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO DE LAS ZONAS DE ALMACENAMIENTO*

En caso de no existir estudios previos de hidrogeología local de la base naval ni de contaminación en la zona, en la primera fase de la investigación se orientan los trabajos a establecer las características básicas hidrogeológicas y a detectar la existencia de contaminación, por lo que tanto los sondeos como la analítica (química para caracterizar las aguas, y contenido total de hidrocarburos para determinar la presencia de contaminación) se planifican con estos objetivos.

De cara a la contaminación es importante las características litológicas de la zona, y conocer si predominan los procesos físicos (absorción) o químicos (adsorción) en la retención de los hidrocarburos.

El reconocimiento geológico e hidrogeológico pone de manifiesto aspectos de la litología como la monotonía del sistema, depósitos de arenas

finas, intercalaciones de materiales detríticos más finos (limos y arcillas), etc. Se valora su capacidad de retención (se puede considerar entre moderada y alta, del orden de 40 litros/metros cúbicos). Por otra parte se debe conocer la capacidad de absorción de los hidrocarburos no polares (n-alcanos, cicloalcanos, isoalcanos y aromáticos). Asimismo, hay que determinar: vulnerabilidad del sistema hidrogeológico a la contaminación, delimitación de áreas potencialmente contaminadas y principales impactos potenciales de la contaminación.

#### *INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO*

En la migración de los hidrocarburos en el agua, después de su solución y emulsión, influyen la difusión molecular y, especialmente, la dispersión. Los parámetros que se controlan respecto a la dispersión de los hidrocarburos en el subsuelo son el número de zonas contaminadas y la extensión de éstas. Un nivel freático elevado favorece una baja dispersión de hidrocarburos a las aguas subterráneas antes de su entrada en la zona saturada del acuífero; otro factor que también influye en la baja dispersión de hidrocarburos es una franja capilar ancha, debido al tamaño de grano fino de las arenas eólicas, que facilita los procesos bioquímicos y la descomposición de los hidrocarburos.

Planificación de la campaña de perforación; situación de los puntos de perforación; profundidad y diseño de los sondeos. Planificación del muestreo a realizar; muestras de agua y muestras de testigo continuo. Ensayos de bombeo.

Los sondeos se perforarán hasta alcanzar una profundidad bajo el nivel piezométrico adecuada, o hasta que se corte el substrato impermeable margo-arcilloso, colocándose la zona filtrante desde los 0,5 metros de profundidad hasta 0,5 metros por encima de la profundidad final. Sin embargo, algunos sondeos deberán penetrar adecuadamente en el nivel piezométrico o bien hasta que se llegue a la base impermeable; la zona filtrante de estos sondeos se situará desde 2-3 metros bajo el nivel freático hasta 0,5 metros por encima de la profundidad final, el espacio anular por encima de la zona filtrante deberá sellarse para evitar la propagación de la contaminación desde niveles superficiales; en estos sondeos se estudiará la posibilidad de realizar ensayos de bombeo de 24 horas de duración, tomándose muestras de agua antes de comenzar el bombeo, a las dos horas de iniciado el ensayo y a la terminación del mismo para su análisis químico completo y la determinación de los distintos hidrocarburos.

## *INTERPRETACIÓN DE DATOS E INFORME FINAL*

Elaboración de los datos obtenidos: mapas de igual profundidad del nivel piezométrico, mapas de isopiezas, mapas de isocontenido de hidrocarburos, perfiles hidrogeológicos, condiciones de funcionamiento del sistema hidrogeológico. Evaluación y cuantificación de los focos contaminantes, delimitación de la pluma de contaminación. Evaluación del impacto ambiental. Propuesta del sistema de observación y control de la calidad del agua. Propuesta de investigaciones complementarias.

En el informe técnico, si se considera necesario, se propondrán la realización de nuevas perforaciones al objeto, principalmente, de precisar y delimitar la extensión de la pluma contaminante.

Los sondeos de observación se situarán con la finalidad de utilizarlos en el futuro como parte del sistema de observación de la calidad del agua subterránea. Existen otro tipo de sondeos que sirven de control de fluctuaciones de nivel de agua.

El programa de observación y control de la contaminación estará basado en el siguiente programa de mediciones:

- Medidas de nivel piezométrico con frecuencia periódica en los sondeos de observación existentes y en los proyectados en las recomendaciones correspondientes.
- Toma de muestras periódica en los sondeos existentes en la actualidad.
- Muestreo periódico en los puntos que el técnico determine necesario.

En el análisis del grado de contaminación se controlarán los siguientes parámetros en cada sondeo de observación:

- Profundidad del agua subterránea.
- Contenido de hidrocarburos en el agua.
- Análisis de muestras de superficie freática:
  - pH.
  - Oxígeno disuelto (> 4,8 miligramos/litros es favorable).
  - Conductividad.
  - Temperatura.
  - Estudio de procesos hidroquímicos (oxidación y reducción).
  - Procesos bioquímicos.
  - Contenido de hidrocarburos en las muestras sólidas de testigos continuos.

Un estudio en condiciones requerirá un número adecuado de sondeos a realizar en diferentes profundidades, así como un análisis detallado de los

componentes del hidrocarburo que permita determinar la antigüedad con que se realizó la contaminación.

#### INVESTIGACIONES COMPLEMENTARIAS

Si debido a los sondeos previstos, se echase de menos la falta de analíticas completas, se propondrá la necesidad de efectuar una investigación complementaria de detalle para poder delimitar con mayor precisión la distribución en planta y en profundidad de la contaminación, el frente de las plumas contaminantes, las condiciones hidroquímicas en los acuíferos y los procesos de oxidación-reducción, tanto en la zona saturada como en la no saturada del sistema hidrogeológico, con relación a la disolución y degradación de los hidrocarburos.

Asimismo se propondrá si se consideran indispensables: un mejor conocimiento de la fluctuación del nivel freático a medio y largo plazo, la realización de análisis químicos completos del agua determinando especies oxidadas y reducidas y las fracciones principales de los hidrocarburos y, si es posible, la realización de ensayos de bombeo de larga duración.

En concreto, y para los sondeos ya perforados se establecerá programas para los siguientes trabajos hidrogeológicos, con la finalidad de observar y controlar la contaminación del agua subterránea originada por las actividades de almacenamiento de combustibles:

- Medidas periódicas del nivel del agua en todos los sondeos perforados en las zonas de almacenamiento. Estas medidas deberán realizarse lo más agrupadamente posible en el tiempo, en caso de que la zona se encuentre en proximidad al mar, ya que la variación de las mareas puede tener influencia sobre la oscilación de los niveles piezométricos.
- Toma de muestras de agua, realización de análisis químicos completos y determinación de las distintas fracciones de hidrocarburos. En campo se debería determinar además: la conductividad, pH, electrón hidrógeno, oxígeno disuelto y temperatura. La periodicidad del muestreo y los sondeos a muestrear en cada una de las zonas de almacenamiento será establecida.

## **CUARTA SESIÓN**

# **MEDIO AMBIENTE EN CONFLICTOS BÉLICOS Y CATÁSTROFES: ASPECTOS SANITARIOS**

## **MEDIO AMBIENTE EN CONFLICTOS BÉLICOS Y CATÁSTROFES: ASPECTOS SANITARIOS**

Por PABLO GIL LOYZAGA

### **El Medio Ambiente en el siglo XXI**

En el mundo actual el Medio Ambiente ha adquirido la mayor relevancia en la sociedad civil pero también, muy especialmente, en las actividades y operaciones militares. El hombre del siglo XXI ha comprendido que el futuro del Planeta, y por tanto de todos sus habitantes, depende de que el entorno sea adecuado para la supervivencia del equilibrio ecológico. La sociedad actual se desarrolla con una rapidez incomparable con los siglos anteriores, no obstante el deseable, imparables e inevitable desarrollo técnico, industrial y social debe ser compatible con el Medio Ambiente. Sin embargo, este desarrollo produce también una importante cantidad de residuos, tanto sólidos urbanos como residuos químicos peligrosos (entre todos los países del mundo se producen cada año unos 400 millones de toneladas de residuos peligrosos).

El Medio Ambiente de la Tierra está íntimamente ligado con la evolución biológica de los seres vivos, de forma que las variaciones que éstos han ido imponiendo al entorno han conllevado la estabilización y mantenimiento de algunas especies y la desaparición de otras. De hecho el verdadero problema es que la relación entre el Medio Ambiente y la evolución biológica es tan íntima, directa y delicada que, cuando las actividades de la sociedad industrializada no tienen en cuenta las reglas básicas de la sostenibilidad, se produce con facilidad el deterioro, a veces irreversible,

del equilibrio medioambiental. Las interacciones de las sociedades humanas deben ser respetuosas con el entorno, especialmente aquellas que suponen una especial agresión para el Medio Ambiente como las intervenciones militares, incluso cuando se trata de misiones de interposición o de establecimiento de la paz. No obstante, en los conflictos bélicos, y también en las catástrofes naturales, se produce con frecuencia la destrucción de los «sistemas reguladores del Medio Ambiente», como son las grandes masas forestales o los océanos. Si a ello se suma la eliminación incontrolada de residuos nocivos no asimilables por el entorno (gases, líquidos o sólidos), especialmente los procedentes de conflictos bélicos, se plantea un problema medioambiental que puede suponer la degeneración progresiva del entorno.

Cada vez se pone de manifiesto con mayor certeza que las catástrofes naturales están muy vinculadas con los que podemos denominar «grandes temas medioambientales». El cambio climático del Planeta, derivado de situaciones como «el efecto invernadero», que a su vez se debe al acúmulo de gases, el monóxido de carbono (anualmente se generan 22.000 millones de toneladas), y los compuestos de nitrógeno o de azufre, parece estar relacionado con fenómenos como el *Niño*, las grandes inundaciones y las grandes sequías (con la consecuencia en grandes incendios y desertización) (Gil Loyzaga, 2000). A este cambio climático contribuyen muchos factores entre los que cabe destacar: las grandes masas de gases contaminantes que se vierten a la atmósfera (que se están haciendo «endémicas» en el sur de Asia), la reducción de la capa de ozono en la estratosfera, la lluvia ácida, la deforestación de las grandes selvas y de los grandes bosques

Cuando se produce una verdadera catástrofe natural (una catástrofe «realmente natural» en la que no se identifica correlación clara, directa o indirecta, con actividad humana reciente) es cierto que poco o nada puede hacer el ser humano. Sin embargo, este tipo de catástrofes (salvo en ocasiones muy extremas) tiende a recuperarse con el tiempo. Entre estas catástrofes podemos incluir a los terremotos, como el de Popayan en 1983, la erupción de volcanes como el Nevado del Ruiz o el Pinatubo (es conocida la modificación de la temperatura global del Planeta producida por este último) (Gil Loyzaga, 2000) o las inundaciones masivas en China, el sur de Asia, centro de Europa en el verano del año 2002, etc. Lamentablemente, son muchas más las ocasiones (incendios, desertización, vertidos, contaminación radiactiva, Chernóbil, etc.) en las que se puede establecer una correlación entre alguna actividad humana y la catástrofe,

siendo en estas situaciones cuando se debe conseguir una mayor concienciación ciudadana, y mayor participación en las problemáticas medioambientales.

En la actualidad todos los países coinciden en la búsqueda de soluciones a la problemática medioambiental, como se ha puesto de manifiesto en la reciente Cumbre de Johannesburgo (septiembre 2002). Los problemas son muy diversos y sus efectos están ya muy extendidos, por lo cual resulta inadecuada y carente de información y lógica la afirmación de que hay que frenar el desarrollo y volver hasta una situación más o menos preindustrial. En el mundo primitivo, que se ha definido como sostenible (al menos en teoría, lo cual sería motivo de un interesante debate), las poblaciones humanas eran pequeñas y estaban alejadas, al tiempo que por su escaso desarrollo no requerían gran consumo energético, etc., ni producían residuos (al menos no producían residuos difíciles de eliminar). En el mundo actual hay que realizar un esfuerzo activo para conseguir un equilibrio del ecosistema.

Todos los países coinciden en la necesidad de políticas comunes para la protección del Medio Ambiente, incluso con proyectos internacionales de responsabilidad y financiación compartida. La Unión Europea es especialmente exigente, por lo que no sorprende que en la reciente Cumbre de Johannesburgo (2002):

1. Los acuerdos tomados por el conjunto de países participantes hayan sido suscritos por los países de la Unión Europea pero en términos aún más estrictos que los asumidos por los demás.
2. Los países miembros de la Unión Europea hayan sido muy exigentes haciendo una Declaración Conjunta de la Unión Europea denominada «Un paso adelante en energías renovables».

Los cinco puntos de esta Declaración sustentan con claridad la postura unificada de los miembros de la Unión Europea hacia el Medio Ambiente.

La legislación relativa al Medio Ambiente aparece hace más de 40 años en nuestro ordenamiento jurídico y está recogida en nuestra Carta Magna con el enunciado:

«El Medio Ambiente adecuado es un derecho inalienable de todos los ciudadanos» (artículo 45 de la Constitución española).

La primera legislación medioambiental en España se dicta en el año 1961, siendo la normativa relativa a emisiones atmosféricas de 1972 (la normativa europea «sobre evaluación y gestión de la calidad del aire» parte de la

Directiva 96/62/CEE del Consejo de Europa de 27 de septiembre de 1996), y la primera Ley sobre residuos de nuestro país entró en vigor en 1975 (Ley 42/1975 sobre Retirada y Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos) que fue ampliada a la gestión de Residuos Tóxicos y Peligrosos en 1986 (Ley 20/1986). Ambas legislaciones han sido derogadas por la legislación ambiental española actual, tanto general como autonómica (el artículo 148 de la Constitución española permite a las comunidades autónomas asumir las competencias medioambientales).

La normativa española abarca un amplio conjunto de Leyes que incluyen la gestión de espacios naturales y protegidos, legislación sobre aguas, diversas leyes sobre combustibles y energía y sobre la producción y eliminación de residuos. En esta legislación hay que destacar: el Real Decreto 2.216/1985 sobre sustancias y residuos peligrosos, los Reales Decretos sobre residuos 833/1988, de 20 de julio y 952/1997, de 20 de junio, que permiten la imposición de sanciones medioambientales, la Ley 11/1997 de Envases y Residuos, que proviene de la aplicación de la Directiva Europea 94/62/CEE, y la Ley 10/1998 de Residuos. No obstante, no podemos olvidar también los Reales Decretos 1302/1986, de 28 de junio y 1.131/1986, de 30 de septiembre, que establecen y regulan la aplicación y exigencia de la evaluación del impacto ambiental de todo tipo de actividades e instalaciones.

Recientemente (1 de julio de 2002) se ha aprobado la denominada Ley 16/2002 de Prevención y Control Integrado de la Contaminación (*Boletín Oficial del Estado* número 157 pp. 23.910-23.927), que traspone al ordenamiento jurídico español la Directiva Comunitaria 96/61/CEE. Esta Ley permitirá la auténtica prevención global de la contaminación (residuos peligrosos, urbanos, radiactivos, emisiones de gases, control de aguas y energía, residuos urbanos, etc.). Esta Ley introduce la denominada «Autorización ambiental integrada» que sustituye y aglutina el conjunto previo, y relativamente disperso, de autorizaciones para las distintas actividades.

### **Similitudes y diferencias entre conflictos armados y catástrofes naturales que influyen en la alteración del Medio Ambiente**

Muy brevemente podemos resumir las principales características similares y diferentes de los conflictos bélicos y las catástrofes naturales si las analizamos desde un punto de vista medioambiental.

En primer lugar se trata de situaciones o sucesos de carácter infausto, extremadamente negativas para el entorno y para los seres humanos que allí habitan, que se presentan con carácter de urgencia, a veces extrema. Se van a producir grandes pérdidas humanas y de infraestructuras, pudiendo afectar además a las infraestructuras y al personal sanitario lo que agrava aún más la situación al reducirse significativamente los efectivos de apoyo. Se van a producir deterioros de la vida habitual de la zona con desplazamientos masivos de poblaciones en condiciones insalubres lo que se acompañará, inevitablemente, de infecciones y epidemias de todo tipo. Esta situación es extremadamente grave cuando concurre el riesgo Nuclear, Biológico o Químico (NBQ). Estos riesgos están frecuentemente ligados a la utilización de armas de este tipo, especialmente durante actos terroristas, pero también pueden suceder cuando la catástrofe natural afecta a instalaciones de diversos tipos, como centrales nucleares, o plantas de utilización, investigación o producción de productos químicos o biológicos, que quedan sin los controles adecuados.

Las diferencias fundamentales residen en las características de la instauración y el tiempo de duración de ambos eventos. Mientras que los conflictos son programados y su inicio es previsible (excepto en los actos terroristas) en las catástrofes la previsión, y por tanto la prevención y la preparación de efectivos especiales (que sí es posible en los conflictos) resulta casi imposible.

Por otra parte, podemos decir que, al menos en principio, los conflictos bélicos pueden tener una duración determinada. En cualquier caso, hoy se tiende a minimizar los momentos de enfrentamiento real, tanto en cuanto a su duración total como en cuanto a su duración diaria. Es lo que se ha denominado coloquialmente «la guerra por horas». Ésta es una situación que se ha presentado con frecuencia en los conflictos más recientes (Líbano, Balcanes, etc.) sobre todo cuando el enfrentamiento se producía en el seno de poblaciones con un buen número de civiles en el entorno. Esta situación permite una cierta «normalidad» ya que se puede reservar un tiempo para la recogida y atención de heridos, el avituallamiento, etc. Por el contrario, las catástrofes pueden durar un tiempo indeterminado y, con cierta frecuencia, repetirse tras un periodo corto silente. Esto último es especialmente frecuente en terremotos, corrimientos de tierras, etc.

Ambas situaciones afectan a un gran número de personas (víctimas) en diferente grado. Puede haber un considerable número de muertos que es imprescindible localizar (no siempre es fácil), identificar y enterrar antes de que sean origen de posibles epidemias. Esto supone destinar muchos

efectivos a estas tareas. Pero además suele haber heridos de distinta consideración que es necesario clasificar, estabilizar y, muy frecuentemente, evacuar a otras zonas para atenderlos adecuadamente (véase apartado dedicado a Sanidad Militar española). El problema es que estas situaciones, tanto los conflictos bélicos como las catástrofes, presentan daños colaterales en las infraestructuras ciudadanas (viviendas, presas, autopistas, puentes, túneles, diques, puertos, aeropuertos, etc.), incluyendo también las sanitarias tanto fijas (centros de salud y hospitales) como móviles (ambulancias, servicios de socorro urgente, etc.), y a los entornos ciudadanos (pantanos, bosques, agricultura, etc.).

En resumen, ambas situaciones desbordan los recursos de los que habitualmente se dispone para la emergencias comunes ligadas a siniestros, accidentes, etc. Y por tanto se requiere la implantación inmediata de sistemáticas especiales y la activación especial y combinada de recursos civiles y militares para hacer frente a la situación.

### **Concepto geoestratégico actual como marco de operaciones de la Sanidad Militar**

El *Libro Blanco de la Defensa* (2000) en su capítulo primero, adelantándose claramente a la situación mundial creada desde el 11 de septiembre de 2001, resalta tres aspectos muy importantes: la inestabilidad latente de la situación geopolítica internacional, la aparición de nuevos conflictos y, también, de nuevos tipos de conflictos, y, especialmente, la globalización del escenario estratégico.

En los últimos años se ha generado un nuevo paradigma que resulta imprescindible para entender el mundo actual. El desarrollo, absolutamente evidente e imparable, de los sistemas de información y de comunicación, o mejor de intercomunicación, nos ha llevado a una sociedad inviable, al menos en su estructura actual, si se llegara a prescindir precisamente de esos avances en información y comunicación. Es decir, los propios avances tecnológicos generan, ahora más que nunca, la necesidad de ser incorporados con carácter inmediato al mundo real, y, además, son los que generan la imperiosa necesidad de seguir avanzando, como única solución de mantener la estabilidad mundial.

Es evidente que este tipo de evolución-progresión no tiene un carácter lineal, ni tan siquiera geométrico, sino que más bien exponencial. Por este motivo, parece muy evidente que las nuevas tensiones e inestabilidades

políticas y sociales provienen, y provendrán aún más, de aquellos territorios o países que no estén adecuadamente incorporados a esta rueda invisible.

La globalización ha permitido la desaparición progresiva de amenazas mundiales como la que constituyera la división en bloques durante el lamentable periodo denominado guerra fría. Este periodo ha sido considerado «estable pero inseguro» ya que la amenaza de un conflicto nuclear a gran escala siempre se mantuvo latente. No obstante, se ha manifestado que ese periodo fue estable porque mantenía un equilibrio internacional basado en la existencia de dos grandes bloques representados militarmente por la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), Tratado firmado por España en 1982 y por el Pacto de Varsovia. Ahora bien varios acontecimientos como la «caída del muro de Berlín», 9 de noviembre de 1989, la reunificación alemana, iniciada el 12 de abril de 1990 y la disolución oficial del Pacto de Varsovia, 25 de febrero de 1991 han modificado radicalmente este «equilibrio» de la guerra fría. En la actualidad la situación estratégica mundial es considerada «menos estable pero más segura».

Aunque hoy puedan surgir, y surgen, amenazas y conflictos que puedan alterar la paz mundial y causan desequilibrio, como en el caso del 11 de septiembre de 2001, también es cierto que el abordaje de la solución de estos problemas se hace en un clima político de acuerdo internacional explícito o tácito y de seguridad, dado que no volver a la situación de la guerra fría, que en realidad no benefició a nadie, es un objetivo prioritario para todas las naciones democráticas y modernas, que mantienen firmemente su vocación de desarrollo. Como afirma el *Libro Blanco de la Defensa* (capítulo primero) refiriéndose a las relaciones internacionales:

«Los factores ideológicos han cedido protagonismo en favor de los económicos y sociales, con un protagonismo que refuerza la necesidad de adaptarse a la nueva situación.»

Aunque la globalización puede ser considerada, en alguna medida, como un factor de estabilidad (*Libro de la Defensa*, capítulo primero) esto es cierto es especial en los países desarrollados. Sin embargo, si consideramos a todos aquellos países que no se encuentran en la cabeza del desarrollo las diferencias y distancias económicas con los más desarrollados puede ser un factor de distorsión que genere inseguridad, lo cual debe ser motivo de una profunda reflexión sobre las nuevas relaciones internacionales.

Es en este clima en el que surgen nuevos y más firmes pactos para la intervención militar conjunta, dado que cualquier conflicto originado en proximidad, o en un área remota, puede acabar conculcando la paz en cualquier nación por alejada geográficamente del conflicto que parezca *a priori*. En este sentido se han redactado los artículos 5 y 6 del texto del Tratado de la OTAN. En nuestro país el preámbulo de la Directiva de Defensa Nacional 1/96 reconoce nuestra estrecha vinculación en materia de seguridad a los países de nuestro entorno geoestratégico. Por estos motivos, se desarrollan cada vez con mayor operatividad los cuerpos multinacionales para la intervención en conflictos y crisis de todo tipo y en cualquier región del globo.

También debido a las nuevas Alianzas, y el desarrollo de las antiguas como la OTAN, y el nuevo concepto de presencia militar en los conflictos y las crisis ha supuesto también un nuevo tipo de intervenciones, o más bien el incremento de intervenciones ya desarrolladas en mucha menor medida en tiempos pasados. En el marco del Tratado de la Unión Europea, que ha designado a la Unión Europea Occidental (UEO), creada el 23 de octubre de 1954 como su brazo operativo, se incluyen todas las misiones de interposición entre contendientes, imposición, mantenimiento o restablecimiento de la paz, misiones humanitarias o de evacuación, entre otras. Operaciones que fueron bautizadas como *misiones Petersberg* ya que se firmaron en el distrito de Bonn que lleva ese nombre (19 de junio de 1992). En Helsinki, en diciembre del año 1999, se acordó desarrollar una fuerza europea específica de unos 50.000-60.000 hombres que sea el soporte efectivo de dichas *misiones Petersberg*. Además, nuestro país está comprometido por numerosos convenios bilaterales con todas las naciones iberoamericanas a las que intenta aportar apoyo humanitario, especialmente en los desastres naturales que con cierta frecuencia asolan esta región, y cooperación en materia de seguridad frente al crimen organizado, el narcotráfico, etc.

En las últimas décadas el mundo ha sufrido cambios muy significativos en el equilibrio de fuerzas y, por tanto, en el ámbito de la seguridad. Los nuevos conflictos ya no prevén el enfrentamiento de fuerzas tradicionalmente constituidas, como sucedió en las dos grandes guerras del siglo XX, sino más bien diversos conflictos provocados de manera inesperada, difícilmente predecibles, y provocados en muchas ocasiones por terroristas o por fuerzas de países que hacen de la inestabilidad político-militar «casi» su forma de vida. Por todo ello, parece necesario el desarrollo de capacidades militares ágiles y flexibles, proyectables e interoperables (como

analizaremos también en el apartado siguiente). Por otra parte, las unidades que tengan capacidad de despliegue deben tener un alto grado de disponibilidad y alerta temprana. Este hecho unido al desarrollo social en el que los ciudadanos requieren cada vez más que cualquier actividad, incluidas las operaciones militares, se desarrollen en las mejores condiciones posibles ha hecho que no sólo se desarrollen las capacidades militares más tradicionales, sino también las capacidades logísticas y especialmente las de la Sanidad Militar.

### **Los conflictos bélicos en el siglo XXI: aspectos que afectan al Medio Ambiente y a la Sanidad**

#### *Los conflictos bélicos actuales: nuevos aspectos*

En primer lugar, como indicábamos en el apartado anterior, el desarrollo de las comunicaciones ha permitido un nuevo concepto de la información dentro del ya comentado concepto de globalización. En la actualidad todo lo que equivale a desequilibrio o a cambio en el entorno habitual es mal recibido. Así, la guerra, como elemento que modifica totalmente las relaciones y la habitabilidad de una región, tiene mala acogida en la población y la prensa. Esto sucede incluso aunque se trate de guerras alejadas ya que el público en general se siente implicado, cuando no lo está realmente, ya que al aplicarse los nuevos conceptos de los artículos 5 y 6 del Tratado de la OTAN, o las respectivas nacionales, un cierto número de personas pueden tener a parientes o amigos participando en conflictos lejanos. La población no acepta actuaciones agresivas de unos países sobre otros, y mucho menos las actividades de carácter terrorista o similar, la población no acepta la invasión, el expansionismo, la colonización, la dominación, etc., y otras situaciones vividas desde tiempo inmemorial hasta bien entrado el siglo XX.

Todo ello a contribuido a un cambio radical en el planteamiento bélico con importantes consecuencias para la Sanidad y para el Medio Ambiente. En los conflictos bélicos ya no se pretende eliminar al enemigo humano, como sucedió en el pasado, ahora lo que se pretende es bloquear la capacidad bélica del enemigo, sus infraestructuras y efectivos. De hecho ahora se producen muchos más heridos y menos muertos que en las guerras anteriores.

Para conseguir estos objetivos se han desarrollado muchas nuevas armas y sistemas en un concepto que podríamos definir como que «la guerra se

ha industrializado». Pero como en todo proceso industrial también aquí se producen numerosos residuos, tanto en el proceso de fabricación como posteriormente. Ahora bien lo peor de todo es que una parte muy significativa de los residuos quedan abandonados en los escenarios bélicos (campos minados y minas antipersonas) dañando a las personas (generalmente civiles) y al Medio Ambiente. Esto es especialmente cierto cuando se han utilizado elementos de los denominados NBQ, es decir armas que contienen componentes nucleares, biológicos (ántrax, botulismo, viruela, etc.) o químicos (preferentemente en forma gaseosa, derivados del gas mostaza, etc.). Los efectos momentáneos de una explosión nuclear son inimaginables, tanto sobre las personas como sobre las infraestructuras, etc., pero lo peor de todo es la contaminación residual que queda en los terrenos durante periodos muy largos.

Es decir, en las guerras actuales se debe contar no sólo con el parámetro «espacial» de difusión de los efectos (a veces hasta muy largas distancias) sino también con el parámetro «temporal» de los efectos, ya que pueden quedar secuelas en las personas y en el Medio Ambiente (terrenos) a veces durante décadas. Esto conduce a nuevos conceptos como el de que las guerras actuales producen menos bajas a corto plazo pero, sin embargo, producen muchas más bajas a medio y largo plazo. En este último grupo de bajas se debe incluir, no sólo a aquellos que estuvieron expuestos directamente durante el conflicto, sino también a todos aquellos no expuestos pero lesionados, a veces muchos después, por efectos debidos al acúmulo de substancias o residuos en el Medio Ambiente.

### *Bajas civiles en las guerras del siglo XX*

La población civil ha sido siempre la gran perdedora en todas las guerras. Siempre han sido objeto de malos tratos, esclavitud, eliminación por «apoyos al enemigo», etc., además de sufrir las hambrunas, las epidemias, y un sinnúmero de problemas derivados de la proximidad al conflicto (Otero, 2002). La guerra se ha trasladado progresivamente desde los grandes espacios abiertos, agrícolas o, como mucho, próximos a las urbes, a los entornos urbanos. Por esto se está produciendo un efecto de incremento muy significativo sobre la proporción de bajas de civiles no implicados en los conflictos recientes frente a los anteriores. Ello conlleva una creciente preocupación por la población civil, aunque sólo *in situ* y en un periodo de tiempo próximo

Los grandes conflictos (totales) del siglo XX han producido un número creciente de bajas civiles. Así, mientras en la Primera Guerra Mundial sólo el

5% de los muertos fueron civiles, en la Segunda Guerra Mundial esta cifra se elevó al 48%, en la guerra de Corea al 84%, en la de Vietnam al 88% y en los conflictos recientes (Balcanes, etc.) ha alcanzado la proporción del 95% (Otero, 2002). No podemos decir que los conflictos recientes son más respetuosos o humanitarios con la población civil.

Para la protección de la población civil, de los heridos, náufragos, prisioneros, personal sanitario y no combatientes en general, acuerdos internacionales para protección de población civil y apoyo sanitario se desarrollaron los Convenios de Ginebra (1949) y otros tratados diversos (Otero, 2002) que resumimos a continuación:

- I Convenio. Protección de heridos y enfermos en conflictos terrestres.
- II Convenio. Protección de heridos, enfermos y náufragos en conflictos navales
- III Convenio. Protección de prisioneros de guerra.
- IV Convenio. Protección de la población civil, de refugiados (Cruz Roja y Media Luna Roja) y del personal sanitario (Desarrollo del Convenio 1906).
- Acuerdo de La Haya.

Protocolos adicionales:

- I Protocolo adicional. Para conflictos internacionales.
- II Protocolo adicional. Para conflictos internos.
- Legislación que regula la intervención sanitaria.

También existe una legislación muy clara para regular la intervención sanitaria en conflictos y catástrofes.

En España:

- Ley 2/85 de Protección Civil.
- Real Decreto de junio 2000 (unidades de acción contra desastres).
- *Reales Ordenanzas de las Fuerzas Armadas*.

En el extranjero:

- Ley 2/85 de Protección Civil.
- Real Decreto de junio 2000 (unidades de acción contra desastres).
- *Reales Ordenanzas de las Fuerzas Armadas*.
- Alianzas internacionales. Unión Europea, Organización de Naciones Unidas (ONU), OTAN y la Organización para la Seguridad y Cooperación en Europa (OSCE).
- Compromiso cooperación iberoamericana.

## Concepto de salud ambiental

La salud ambiental destaca los problemas concretos de los ecosistemas del entorno y como afectan a la salud humana (Amaral, 2001). Este nuevo concepto se ha desarrollado a partir del estudio multidisciplinar que abarca la Toxicología moderna, la Medicina y la Ecología. Cuando se habla de Toxicología moderna nos referimos a aquella que da un papel preponderante al estudio de la Toxicología ambiental (xenobióticos) y la Ecotoxicología: se estima en más de 50.000 el número de nuevos compuestos químicos introducidos por el hombre, en cualquier tipo de industria, en el periodo comprendido entre los años 1940 y 2000 (Amaral, 2001).

Hoy se acepta que un ecosistema tiene características saludables cuando cumple una serie de aspectos básicos (Amaral, 2001). Debe ser un sistema libre de presiones (*Ecosystem Distress System*), es decir, que no está recibiendo de manera constante vertidos, gases contaminantes, lluvia ácida, etc. Tiene que tener dos características básicas: recuperable y autosostenible, al tiempo que no perturba a ecosistemas vecinos. En estas condiciones el ecosistema es capaz de sustentar a comunidades humanas saludables.

## Problemas medioambientales de los conflictos bélicos en la sociedad actual

Aunque en los conflictos armados modernos se utiliza una gran cantidad y variedad de tipos de munición, es mucho lo que se conoce sobre sus efectos medioambientales (entendidos éstos como los derivados del abandono de los mismos sobre el terreno, de la producción de residuos o del almacenamiento en mal estado con los consiguientes peligro de explosión y contaminación, tanto del suelo, del agua o del aire). En la Sección de Defensa Biológica y Toxicología Ambiental (Departamento NBQ de la Fábrica Nacional «La Marañosa») se han desarrollado diversos métodos y sistemas para la eliminación de los residuos de la munición o explosivos tradicionales:

- Biodegradación del trinitolueno (TNT) mediante bacterias.
- Biodescontaminantes (equipos, vehículos y suelos).

### *Métodos tradicionales de eliminación de explosivos*

Tradicionalmente la forma más usual de eliminación de munición o explosivos consistía en su detonación o deflagración controlada. Sin embargo,

este proceso ha demostrado ser muy peligroso y ha producido numerosos accidentes y víctimas, incluso mortales. Con el tiempo este peligro se ha hecho aún mayor con el desarrollo de nuevos explosivos y municiones (Martín Otero, 2002). En efecto la deflagración de la pólvora y sus derivados produce partículas que son proyectadas a velocidades comprendidas entre los 10 y los 1.000 metros/segundo. Sin embargo, en la detonación de los explosivos modernos y fulminantes las partículas pueden alcanzar velocidades comprendidas entre 6.000-8.500 metros/segundos (Martín Otero, 2002). Por otra parte, existe un importante exceso de almacenado (que hace impensable provocar la explosión controlada del mismo) y de explosivos y municiones en mal estado de conservación (en concreto en países de escasos recursos) de difícil explosión controlada. Esta última situación provocaría aún más accidentes y, sobre todo, si este tipo de trabajos los lleva a cabo personal no muy cualificado.

Otro de los métodos más utilizados ha sido la denominada «eliminación por fondeo». Es decir la inmersión en fondos submarinos de los explosivos que habían sido previamente embalados y preparados para evitar en la medida de lo posible la diseminación de los mismos (Martín Otero, 2002). Es evidente que hoy se evita este tipo de almacenamientos ya que resultan peligrosos para la vida submarina, el Medio Ambiente, etc. Se ha intentado también la eliminación de estos residuos mediante la utilización de reacciones físico-químicas que han sido relegadas poco a poco por su excesiva peligrosidad (Martín Otero, 2002). Producen por un lado gases muy tóxicos, que contienen dioxinas y otros elementos responsables de algún accidente grave, de la lluvia ácida, etc. Pero, además, cuando las reacciones se llevan a cabo en las condiciones ideales, los residuos que se producen están catalogados como muy peligrosos tanto para el Medio Ambiente, como incluso para los equipos que los contienen, en especial para los componentes electrónicos, ya que se trata de ácidos y bases altamente corrosivos.

*Métodos biológicos de eliminación de explosivos:  
la ingeniería genética en la eliminación controlada de explosivos*

Por estos motivos se han desarrollado métodos biológicos para la eliminación de explosivos. En esencia se trata de utilizar algunos clones bacterianos modificados, como la pseudomona putrida (clon JLR-11), para que se alimenten con el alto contenido en compuestos nitrogenados de los explosivos (Martín Otero, 2002). Este clon bacteriano, seleccionado entre otros muchos, tiene la capacidad de degradar el TNT en compues-

tos aminoaromáticos e hidroxilados de fácil eliminación posterior (Martín Otero, 2002). Es evidente que a continuación hay que evaluar la eliminación (autoeliminación controlada) de las bacterias, evitando así contaminaciones por bacterias sobre los terrenos o los equipos. El sistema de autoeliminación controlada que se utiliza se basa en la avidez de compuestos nitrogenados de estas bacterias, de manera que en ausencia de importantes concentraciones de estos compuestos las bacterias se lisan. En los estudios que se han llevado a cabo se ha demostrado que en el curso de cuatro días el 94% de las bacterias desaparece por este mecanismo. (Martín Otero, 2002).

Los controles de efectividad de la biodescontaminación se basan en la utilización de microcrustáceos (*Daphnia magna*), algas unicelulares (*Chlorella vulgaris*) y cultivos celulares (línea celular RTG-2, gónada de trucha) (Martín Otero, 2002).

### *Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes*

Uno de los grandes problemas de los conflictos bélicos modernos es la posible utilización de armas con componentes NBQ. En los siguientes párrafos se realiza una breve descripción de la problemática derivada de la utilización de estos componentes.

Las radiaciones derivadas de la utilización de material, combustible o armas nucleares pueden producir lo que se denomina: síndrome de la radiación, con tres afectaciones principales: síndrome de médula ósea, síndrome gastrointestinal y síndrome nervioso (Secades, 2002). Dado que, como es bien conocido, los órganos diana de las radiaciones ionizantes más característicos son: la médula ósea, el aparato gastrointestinal, el aparato digestivo, las gónadas y el sistema nervioso. Los efectos de estas alteraciones, a su vez, se pueden clasificar según la afectación en: efectos somáticos-genéticos; y según la velocidad de presentación en: efectos tempranos-tardíos.

Las características clínicas de los afectados dependen de la dosis de radiación acumulada y el tiempo de exposición. En cualquier caso se considera una dosis baja cuando está comprendida entre 0-0,3 grays, mientras que la dosis alta 15 grays. A fin de analizar el nivel de radiación acumulado se ha desarrollado una técnica de análisis denominada dosimetría de la que se han puesto en marcha numerosas posibilidades: dosimetría física, química, biológica, etc., cada una de las cuales tiene sus propias aplicaciones. No obstante, la técnica probablemente más sensible es la que se realiza me-

dian­te análisis ge­néti­cos. Estos estudios consis­ten en la de­tec­ción de al­te­ra­cio­nes cro­mo­so­máti­cas con la ge­ne­ra­ción de res­tos de cro­ma­ti­das y cro­mo­so­mas di­cén­tri­cos (Secades, 2002).

### *Catástrofes o accidentes nucleares*

Las ex­po­si­cio­nes a las ra­di­a­cio­nes io­ni­zan­tes pue­den tener orí­ge­nes di­ver­sos, tan­to na­tu­ra­les (por ex­po­si­ción con­ti­nu­ada mi­ne­ral de ura­nio, etc.) co­mo ar­ti­fi­cia­les, y éstas pue­den ser de orí­gen la­bo­ral, ac­ci­den­tal, bé­li­co o por ac­ción te­ror­ri­sta. Se cla­si­fi­can en fun­ción de la in­ten­si­dad de la ra­di­a­ción en dos gran­des gru­pos: me­no­res o ma­yo­res (Secades, 2002).

#### CATÁSTROFES NUCLEARES MENORES

Se pue­den pro­ducir:

- Du­ran­te la elabo­ra­ción-manipula­ción de com­bus­ti­ble nu­cle­ar (ac­ti­vi­da­des de en­ri­que­ci­mien­to de ura­nio, ob­ten­ción de isó­to­pos en re­ac­to­res nu­cle­ares, trans­por­te de com­bus­ti­ble nu­cle­ar, ma­nipula­ción-alma­ce­na­je res­i­duos ra­di­a­cti­vos, etc.).
- En si­tu­a­cio­nes de ac­ci­den­tes du­ran­te la uti­li­za­ción de ra­dioisó­to­pos. Estas si­tu­a­cio­nes, muy es­po­rá­di­cas, po­drían pro­ducirse en la­bo­ra­to­rios y re­ac­to­res de in­ves­ti­ga­ción o cen­tra­les nu­cle­ares, du­ran­te apli­ca­cio­nes mé­di­cas e in­dus­tria­les o du­ran­te la fa­bri­ca­ción y trans­por­te de ar­mas nu­cle­ares.

#### PLANIFICACIÓN ASISTENCIA SANITARIA EN LAS CATÁSTROFES NUCLEARES MENORES

En prin­ci­pio se pue­de re­a­li­zar una bu­ena pla­ni­fi­ca­ción que, de he­cho, ya exis­te con el de­no­mi­na­do Pla­n de Em­er­gen­cia Nu­cle­ar (PEN), *Bo­le­tín Ofi­cial del Es­ta­do* nú­me­ro 89 de abril de 1989. Esto es de­bi­do a que se en­cuen­tra un nú­me­ro li­mi­ta­do de afec­ta­dos, y, adema­s, se cuen­ta con la in­fra­es­truc­tu­ra y el per­so­nal sa­ni­ta­rio in­dem­ne. Esto es muy im­por­tan­te ya que se cuen­ta con per­so­nal al­ta­men­te cuali­fi­ca­do y que dis­pone de to­dos los me­dios ne­ce­sa­rios para atender a la em­er­gen­cia. Adema­s, se cuen­ta con la co­la­bo­ra­ción es­tre­cha en­tre en­ti­da­des ci­viles y mi­li­ta­res.

#### CATÁSTROFES NUCLEARES MAYORES

Se pue­den pro­ducir:

- Co­mo re­sul­ta­do de una ac­ción te­ror­ri­sta con bom­ba nu­cle­ar, ge­ne­ral­men­te de ba­ja po­ten­cia, o por la uti­li­za­ción de ar­mas nu­cle­ares con fi­nes tácti­cos o es­tra­té­gi­cos.

- En este sentido la explosión puede ser única o múltiple y puede, o no, estar acompañada de la agresión conjunta con armas biológicas-químicas, lo que compromete mucho más la situación.

#### PLANIFICACIÓN DE LA ASISTENCIA SANITARIA EN LAS CATÁSTROFES NUCLEARES MAYORES

Aunque también se cuenta con el PEN *Boletín Oficial del Estado* número 89 de abril de 1989, la gestión del problema es muy difícil por muy diversas razones. En primer lugar porque se produce un número muy elevado de afectados, puede haber muchas bajas civiles y militares, y con una afectación psicológica grande de la población en general, lo que incapacita para la toma de decisiones. Se acompaña de una afectación grave de la estructura sanitaria y de la infraestructura logística. Estos dos últimos problemas complican mucho la atención de los afectados, ya que se puede perder una parte importante del equipamiento adecuado para estos tratamientos al tiempo que pueden quedar afectados los especialistas que se encargan de los tratamientos en estas situaciones. En estas situaciones hay que realizar la evaluación de daños sanitarios, con la consiguiente estimación de bajas, incluyendo el cálculo de daños hospitalarios y de los daños a efectivos sanitarios.

#### *Guerra biológica y bioterrorismo*

Las características principales de este tipo de agresión son: inesperada, no selectiva, grave efecto psicológico. En general se trata de situaciones en las que un grupo de personas, civiles o militares, de forma aguda comienzan a estar afectadas por una serie de síntomas similares y, frecuentemente, no comunes en las patologías más frecuentes, como la aparición de petequias y hemorragias, vómitos sanguinolentos, etc. El origen de estas enfermedades suele estar basado en patologías animales que son transmisibles al ser humano (zoonosis), como por ejemplo: ántrax, carbunco, encefalitis equinas, botulismo, etc. (Hervás Maldonado 2002 y Martín Otero 2002).

Para hacer frente a estas situaciones se requiere la existencia de una jefatura especial que cuente con personal altamente cualificado y entrenado, y debe contar con el apoyo de comunicaciones y soporte logístico necesarios para efectuar la identificación y tratamiento de la situación.

El diagnóstico se hace de forma combinada (Hervás Maldonado 2002). Se realiza una primera aproximación al diagnóstico en el punto en el que se ha detectado a los pacientes o en el punto asistencial, mediante métodos

cualitativos, que son sensibles pero poco específicos. Posteriormente, a fin de identificar correctamente al agente patógeno se deben utilizar métodos confirmatorios (cuantitativos, poco sensibles, pero muy específicos). Una vez diagnosticada la existencia de una infección de este tipo se debe aislar a los pacientes, por las posibilidades de dispersión de la infección y por evitar efectos psicológicos negativos en los pacientes y en sus familias. Se utilizan dos métodos de aislamiento: sueco y británico (Hervás Maldonado 2002). El modelo sueco en el que se habilitan estructuras preexistentes fácilmente aislables y panelables, se suele recurrir a naves o garajes ya que suelen estar aislados físicamente y, además, no suelen tener una distribución interior compleja que dificulte la adaptación a la crisis. En el modelo británico se utilizan unas tiendas individuales, diseñadas específicamente para este tipo de situaciones. El modelo sueco es más rápido de instaurar y mucho más económico (Hervás Maldonado 2002), mientras que el británico parece más específico y, teóricamente, más seguro.

Como afirma el teniente coronel Hervás Maldonado (2002) el tratamiento de los afectados se debe llevar a cabo teniendo en cuenta mediante seis parámetros: fármaco adecuado (debe contarse con una reserva estratégica de fármacos posibles para las zoonosis más frecuentes), vía de administración apropiada, dosis equilibrada el personal que atiende a estos enfermos debe estar vacunado, métodos profilácticos para el personal y el entorno, limpieza de las salas y del entorno, control de basuras y residuos (tratar todos los residuos como residuos biosanitarios de tipo tercero), etc.

Todo lo anterior debe completarse con medidas de carácter preventivo. La primera, como se ha comentado antes, es la de disponer con una reserva estratégica de fármacos antimicrobianos específicos para las zoonosis más frecuentes. No obstante es muy importante contar con el desarrollo de vacunas contra enfermedades endémicas (en Afganistan unos de los mayores problemas y que ha conllevado el mayor número de actuaciones ha sido el paludismo). Hay que fomentar el diseño de métodos inmunológicos y moleculares para el desarrollo de vacunas, en especial se debe incidir en que las nuevas vacunas tengan un carácter polivalente, sean más duraderas y específicas, y presenten el menor número de reacciones secundarias posible.

### *Guerra química*

Hoy en día existe un gran número de sustancias tóxicas de alto riesgo susceptibles de ser utilizadas como elementos capaces de intervenir en los conflictos bélicos (Martín Otero, 2002).

Los tipos principales de lesiones derivadas de este tipo de sustancias son: vesicantes, organofosforados, lacrimógenos, incapacitantes, neurotóxicos, carbamatos, sofocantes y eméticos.

Para la detección rápida de estas sustancias se han desarrollado los denominados (biosensores) entre los que cabe destacar: microcrustáceos (*Daphnia magna*), algas unicelulares (*Chlorella vulgaris*), cultivos celulares (línea celular RTG-2 de gónada de trucha), lombrices y plantas (CL50) (Martín Otero, 2002).

## **La Sanidad Militar española ante el siglo XXI**

Las Fuerzas Armadas deben cumplir el objetivo de garantizar la seguridad y defensa del Estado, para ello deben realizar un proceso de modernización permanente, como el que se viene realizando desde hace más de 25 años, que garantice su adecuación a las situaciones de conflicto y crisis que pudieran presentarse eventualmente. La Sanidad Militar, como elemento fundamental del apoyo a la fuerza, debe realizar el mismo proceso de renovación y actualización continuo que siguen el resto de las Fuerzas Armadas. A fin de poder afrontar los nuevos retos y situaciones la Sanidad Militar española inició hace tiempo el desarrollo de estructuras sanitarias de carácter asistencial y otras específicas para misiones logístico-operativas.

Las características y directrices más actualizadas de este proceso se presentaron en las *Primeras Jornadas de Sanidad Militar*, tituladas «La Sanidad Militar en el siglo XXI», (Escuela Militar de Sanidad, 25-27 de abril de 2001). La Sanidad Militar española no sólo mantiene una estructura sanitaria nacional de apoyo al personal de las Fuerzas Armadas sino que, además, en los últimos años, y como consecuencia de la progresiva incorporación de España a los compromisos internacionales, ha asumido con alta responsabilidad un buen número de misiones operativas como la actuación en catástrofes y conflictos bélicos, por lo que entre otros muchos reconocimientos ha recibido el Premio EDIMSA a la Institución Sanitaria del año 2001 (Molinera, 2001).

La Sanidad Militar en su faceta logístico-operativa debe, como el resto de las Fuerzas Armadas, hacer de su capacidad proyectable, es decir, de su movilidad estratégica, uno de sus objetivos prioritarios para cumplir los compromisos que España tiene con sus socios de la UEO y de la OTAN. Además, la Sanidad Militar española debe ser interoperable con otras uni-

dades similares de los Ejércitos de otros países. La interoperabilidad no debe reducirse a la homologación de equipos y sistemas sino que debe abarcar también a la interoperabilidad de procesos, a fin de hacer viable una actividad realmente conjunta entre unidades sanitarias de distintos países. En cualquier caso, el esfuerzo en el desarrollo de estructuras interoperables no es más que la expresión de línea básica número 5 de la Directiva 1/2000 del Ministerio de Defensa y de la Doctrina Sanitaria para Operaciones Conjuntas (*MC 326/1 NATO Medical Support Principles and Policy*); AJP-4. 10, *Allied Joint Medical Support Doctrine*) (Villalonga Martínez, 2001).

La Sanidad Militar acompaña y apoya a los contingentes armados por lo que, como, éstos deben tener la capacidad de actuar a grandes distancias del territorio nacional y durante largos periodos de tiempo, en caso de que fuese necesario. Hay que considerar que la Constitución española en su artículo 43 enuncia:

«Todo español tiene derecho a la protección individual de su salud a través de las prestaciones y servicios necesarios previstas por el Estado.»

Los militares desplazados en misiones también están amparados por este principio.

Por otra parte, la necesaria cooperación entre las Fuerzas Armadas de los distintos países, tanto en el marco de la OTAN o de la UEO, ante cualquier crisis o conflicto armado lleva a la necesaria interoperabilidad de las fuerzas aliadas y muy especialmente en cuanto a personal, tecnología, material y procedimientos (*Libro Blanco de la Defensa*, capítulo cuarto). La interoperabilidad se base en la estandarización de equipos y procedimientos.

El Plan de Modernización de la Sanidad Militar estructura los recursos sanitarios militares según una cadena de asistencia sanitaria constituida por cuatro escalones que pretenden el tratamiento de heridos desde la zona de evacuación, próxima al conflicto, denominada primer escalón, hasta el hospital militar, situado ya en territorio español, que se denomina cuarto escalón. Aunque parece necesario que cada Ejército disponga de su propio sistema de apoyo sanitario, resulta obvio que todas las unidades deben de estar capacitadas para el apoyo sanitario a cualquier entidad militar, tanto en situación de paz como de conflicto bélico u operación.

En efecto el primer escalón es la estructura «más periférica» de Sanidad Militar que se ocupa, básicamente, de la recepción de heridos a los que

una vez atendidos mediante los primeros auxilios pasan al denominado «puesto de socorro» (estructura básica del primer escalón) donde se realiza la recuperación de los heridos leves para que se reincorporen de inmediato a su unidad, y especialmente se lleva a cabo la primera clasificación y estabilización.

El segundo escalón es la estructura, también muy próxima al conflicto y destinada a la clasificación y mantenimiento de la estabilización de heridos con patología suficientemente grave para poder tratada en el primer escalón. Puede disponer de un puesto quirúrgico de urgencia, con capacidad de cuidado postoperatorio. Es el puesto que remite los heridos al tercer escalón para su tratamiento o evacuación.

El tercer escalón, denominado en ocasiones como hospital de campaña, es la estructura donde se llevan a cabo los tratamientos clínicos o quirúrgicos complejos que permitirán la reincorporación del herido al escenario de operaciones o la evacuación definitiva o repatriación.

El cuarto escalón es el hospital militar situado en el territorio nacional y donde se llevan a cabo los tratamientos más complejos o se da continuidad a aquellos iniciados por los escalones previos. Como recoge López Miranda (2001) en su artículo dedicado a este tema: «El hospital militar el nivel más elevado de los Servicios Sanitarios militares en tiempo de paz». En principio debe contar con características y equipamientos muy similares a los hospitales civiles, con el máximo grado de atención sanitaria, de formación de especialistas militares con especial atención a los que participarán en las unidades desplegadas (tercer escalón), de investigación sanitaria, de evaluación pericial del personal de las Fuerzas Armadas, etc. (López Miranda, 2001). Pero, además, el hospital militar debe contar con una alta especialización en tratamientos específicos derivados de conflictos o graves catástrofes, y en especial las grandes lesiones producidas por heridas de guerra o por exposición a situaciones con riesgo NBQ. Es en este último aspecto donde las capacidades de los hospitales militares se vuelven críticas e imprescindibles tanto con carácter preventivo como operativo, ya que es precisamente este tipo de situaciones las que podrían caracterizar a los conflictos del siglo XXI.

La Sanidad Militar cuenta con el Sistema de Información Sanitaria de la Defensa (SISDEF) que facilita la creación y desarrollo, las bases de datos sanitarias y de comunicaciones (Telemedicina) que facilitan la atención sanitaria entre las unidades operativas estacionadas y desplegadas (terceros escalones sanitarios), centros de veterinaria y farmacia, etc. y la red

hospitalaria de la Defensa. Un magnífico resumen sobre las características del SISDEF ha sido presentado recientemente por Delgado Gutiérrez (2001), del que se comentan a continuación algunos aspectos básicos:

1. Necesidad de desarrollo de la historia clínica del personal de las Fuerzas Armadas, que permitirá, durante la vida activa, anotar los aspectos sanitarios de medicina preventiva (vacunas) y periciales necesarios para el desarrollo de las funciones.
2. Base de datos de gestión de centros sanitario.
3. Desarrollo de una red de comunicaciones adecuada.

### *Las unidades sanitarias de apoyo al despliegue*

En las dos últimas décadas nuestro país se ha integrado progresivamente en las actividades conjuntas especialmente de la OTAN. La participación en estos nuevos escenarios internacionales en los que se desarrollan todo tipo de conflictos y catástrofes ha permitido incrementar y desarrollar las unidades denominadas de tercer escalón: Escalones Médicos Avanzados del Ejército de Tierra (EMAT):

1. Norte con base en el Hospital Central de Zaragoza.
2. Centro con base en el Hospital Central Militar «Gómez-Ulla», futuro Hospital Militar Central de la Defensa.
3. Sur con base en el Hospital Militar de Sevilla), la Unidad Médica de Apoyo al Despliegue del Ejército del Aire (UMAD); Unidades Médicas de Aeroevacuación del Ejército del Aire (UMAER); Unidades Sanitarias Embarcadas de la Armada (USANEM) y las Unidades de Apoyo Sanitario (UASAN).

Estas unidades son elementos específicos de la Sanidad Militar no sólo por sus especiales características de infraestructura y capacidad de despliegue sino, sobre todo, por la capacidad y entrenamiento de los profesionales sanitarios que las componen.

### EL APOYO SANITARIO EN LAS OPERACIONES DE LA ARMADA

Si se considera una visión de conjunto de como se puede realizar el despliegue operativo sanitario en la Armada hay que considerar en primer lugar que los escalones primero y segundo, ubicados en buques de porte pequeño o incluso mediano (fragatas) o grande (ejemplo portaaviones) –los grandes no se utilizan para el escalón segundo– (Gómez Canella, 2001), serán responsables de la clasificación y estabilización de bajas, de prestar primer auxilios y de la evacuación, en los casos necesarios, a un tercer

escalón embarcado. El segundo escalón está equipado para pequeñas intervenciones quirúrgicas y soporte vital avanzado (Gómez Canella, 2001).

Los terceros escalones que utiliza la Armada en sus operaciones deberán estar instalados en aquellos buques dotados de equipamientos e infraestructuras sanitarias de capacidad suficiente para permitir el desarrollo de actividades de carácter sanitario (Delgado Moreno, 2001). El tercer escalón en la Armada asume también las competencias de clasificación y estabilización de bajas, como en el caso de los escalones anteriores, pero también permite la realización de diagnósticos especializados, tanto en Medicina como en Odontología, e intervenciones importantes (Gómez Canella, 2001). En el importante estudio publicado a este respecto por Gómez Canella (2001) se hace una revisión de los materiales y equipos médicos de que dispone cada uno de los escalones de la Armada. A los efectos de este trabajo parece relevante tomar directamente los datos que allí se reflejan sobre la composición del equipo sanitario de la USANEM: anestesiólogos (dos), cirujanos generales (dos), traumatólogos (dos), intensivistas (dos), enfermeros (doce) y sanitarios (veinte). Es importante reseñar que Gómez Canella (2001) indica que en determinadas misiones, especialmente en misiones humanitarias, se puede contar con otros especialistas. Desde el tercer escalón embarcado se evacuan las bajas a un tercer escalón en tierra o a un cuarto escalón.

En este momento se cuenta con tres buques: el Buque de Apoyo Logístico de Combate (BAC-A11) *Patiño*, encuadrado en el Grupo Alfa, puede contar con un tercer escalón médico para apoyo al Grupo Aeronaval; mientras que en los dos Buques de Asalto Anfibio (BAA): *Galicia* y *Castilla*, encuadrados en Grupo Delta, pueden instalar terceros escalones para apoyo de la Agrupación Anfibia (Delgado Moreno, 2001). Sin excluir el equipo quirúrgico instalado en el portaaviones *Príncipe de Asturias* y otras unidades sanitarias que se pueden instalar el resto de los buques de los Grupos Alfa o Delta, el Buque Oceanográfico *Hespérides* o el Buque Escuela *Juan Sebastián Elcano*. El caso de las nuevas fragatas F-100 es especialmente relevante dado que se ha solicitado que una de ellas pueda ser la base para un Cuartel General de la OTAN embarcado.

La Sanidad de la Armada ha participado en numerosas misiones entre las que cabe destacar sus actuaciones durante la guerra del Golfo, en los Balcanes con actuaciones en Bosnia, Albania y Kosovo y especialmente su operación de ayuda a Centroamérica con motivo de la catás-

trofe que supuso el huracán *Mitch* en los países de El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua.

La intervención del BAA *Galicia* sirvió para el traslado y distribución de la ayuda humanitaria y de material y equipo de reconstrucción de infraestructuras, el apoyo sanitario y clínico quirúrgico a la población, la potabilización de aguas para consumo, etc.

#### LAS UNIDADES SANITARIAS DESPLEGABLES PARA APOYO DEL EJÉRCITO DE TIERRA

Hace ahora algo más de 25 años que se puso en marcha el primer EMAT. Según la propia definición que les da la Sanidad Militar se trata de «unidades sanitarias de acción rápida, ligera, modular, autónoma y aerotransportable» para apoyo sanitario en conflictos bélicos y catástrofes naturales. Se trata de estructuras de tipo tercer escalón que inician su actuación con la clasificación, estabilización de bajas y heridos, a los que prestan tratamiento médico quirúrgico especializado. Está diseñada para dar apoyo a una entidad de fuerza no superior a una brigada, pudiendo atender hasta 20 bajas al día.

Las posibilidades de intervención en tratamientos de urgencia de estas unidades son muy amplias incluyendo diagnóstico de electros, radiológico, análisis clínicos, tratamiento quirúrgico, etc. Dado que es bien conocida la importancia que tiene el tiempo de inicio de tratamiento en la recuperación del herido o paciente y en la reducción significativa de secuelas a medio y largo plazo, estas unidades permiten iniciar el tratamiento de forma casi inmediata tras la lesión y, en el caso de que el herido deba ser evacuado el traslado se haga con el paciente estabilizado y bajo tratamiento.

Además de la Jefatura del EMAT, esta unidad cuenta con los siguientes equipos sanitarios: estabilización, quirúrgico (incluyendo un célula de cuidados intensivos), odontología, farmacia (con el cometido adicional de análisis de aguas, etc. y los análisis clínicos), veterinaria (con los cometidos de bromatología, higiene alimentaria y ambiental y desinfección, desratización, etc.). Además, el EMAT puede incorporar otros especialistas necesarios para cumplir misiones específicas.

Los EMAT han intervenido en un gran número de situaciones nacionales e internacionales desde su creación hasta la actualidad por las que han recibido un gran número de premios nacionales e internacionales y condecoraciones. Por este motivo, a continuación destacamos sólo algunas misiones más recientes y relevantes:

- *Operación Caspio*. Misión humanitaria tras el terremoto de Irán en 1990.
- *Operación Alfa-Kilo*. Misión humanitaria en Kurdistán tras la guerra entre Irán e Irak en 1991.
- *Operación Alfa-Bravo*. Misiones sanitarias en Bosnia-Herzegovina. Planes: UNPROFOR, INFOR y SFOR. Presencia alternativa de los tres EMAT cubriendo el apoyo sanitario desde noviembre de 1992 hasta la actualidad.
- *Operación Amanecer-FMP*. Misión sanitaria en Albania. Abril-julio de 1997.
- *Operación Sierra-Kilo (KFOR)*. Misiones sanitarias en Kosovo. Presencia alternativa de los tres EMAT cubriendo el apoyo sanitario desde el 1997 hasta finales de 2001.
- *Operación Alfa-Charlie*. Misión humanitaria en Honduras y Nicaragua tras el huracán *Mitch*. Diciembre 1998-abril de 1999.
- *Operación Tango*. Misión humanitaria tras el terremoto de Turquía. Agosto-septiembre de 1999.
- *Operación I/M*. Misión humanitaria tras las inundaciones de Mozambique en 2000.
- *Operación Libertad Duradera*. Intervención en Afganistán en 2002.

#### UNIDADES SANITARIAS DE AEROEVACUACIÓN Y APOYO AL DESPLIEGUE DEL EJÉRCITO DEL AIRE

El apoyo sanitario del Ejército del Aire consta de dos unidades: UMAER y UMAD que son totalmente interoperativas y complementarias (Dirección de Sanidad [DISAN] Ejército del Aire, 2001).

#### *EL UMAER*

Se trata de una unidad de aeroevacuación, creada en 1989 (Molinera, 2001), con alta operatividad y disponibilidad, para actuación inmediata en cualquier tipo de emergencias, especialmente las vinculadas a conflictos y catástrofes naturales (DISAN Ejército del Aire, 2001). Cuenta con una unidad logístico-operativa bajo el mando de un teniente coronel médico, que cuenta con otro oficial médico y uno de enfermería para la planificación de las misiones y cinco grupos constituidos de personal facultativo por: médicos especialistas (dos), diplomados en enfermería (dos) y personal sanitario (DISAN Ejército del Aire, 2001). Su primera intervención fue en el conflicto de Namibia, donde actuó bajo la bandera de Naciones Unidas. Su principal característica es su rápida activación y la alta capacidad de evacuación bajo tratamiento de bajas, heridos y enfermos graves.

## LAS UMAD

Es una unidad proyectable, que generalmente actúa como un tercer escalón, aunque también puede actuar como segundo escalón o como unidad médica de tránsito aéreo (DISAN Ejército del Aire, 2001). Como la UMAER es una unidad autónoma, modular, polivalente y multidisciplinar, y que fue creada el 13 de noviembre de 1997 (Borobia Melendo y Gómez de Valenzuela, 2000). Como las demás unidades de tercer escalón sanitario se encarga de clasificación y estabilización de bajas, actuando en este aspecto como un segundo escalón, de prestar asistencia sanitaria contando con especialistas médicos y cirujanos y de acondicionamiento de pacientes que van a ser evacuados.

Está constituida por una unidad logístico-operativa bajo el mando de un teniente coronel médico, que cuenta con otro oficial médico y uno de enfermería para la planificación de las misiones y personal facultativo. En actividad operativa esta unidad cuenta con tres subunidades (Borobia Melendo y Gómez de Valenzuela, 2000):

- La unidad de apoyo, donde se incluye el módulo asistencial (con estabilización, cuidados intensivos, laboratorio, radiología, etc.), el quirúrgico, los módulos de hospitalización y de medicina de vuelo, el de especialidades (con Odontología, Psiquiatría, Ginecología, Pediatría entre otras) y el de evacuaciones.
- La unidad mixta, con módulos de banco de sangre, de farmacia y veterinaria (con cometidos similares a los indicados en los EMAT) y de medicina preventiva.
- La unidad de servicios con los módulos de abastecimiento, transporte, transmisiones, etc.

Dada la gran potencialidad de este tercer escalón sirva a modo de ejemplo el que un UMAD activado típico, o mínimo, podría constar de: el jefe y plana mayor de la unidad, médicos especialistas (cuatro), farmacéutico (uno) diplomados en enfermería (cinco) y personal sanitario de tropa (seis) (DISAN Ejército del Aire, 2001).

## La Telemedicina en la Sanidad actual. Conceptos generales

El concepto de atención sanitaria está evolucionando muy deprisa debido al ritmo progresivamente creciente de desarrollo de la sociedad actual. Se trata de situar al ciudadano en el centro de la asistencia sanitaria, flexibilizando y mejorando la calidad de los procesos de la administración sani-

taria. Se trata de introducir numerosos conceptos como los de competencia regulada, equidad y acceso homogéneo a los avances diagnósticos y terapéuticos, etc. Se trata, en resumen, de optimizar los recursos (infraestructuras, equipos, personal sanitario, etc.), mejorar la calidad de los servicios agilizando la asistencia (con reducción de las listas de espera), y, en la medida de lo posible, reducir costes. En las próximas líneas se presentan los conceptos básicos de la Telemedicina como un sistema de indudable apoyo a la construcción de la nueva atención sanitaria pública y que, desde luego, también debe ser de aplicación, en la medida de lo posible, en las Fuerzas Armadas tanto en el territorio nacional como en las operaciones.

El Comité Médico de la OTAN ha decidido crear un sistema integrado de información sanitaria que se active con el inicio de las operaciones MIMS (*Medical Information Management System*). Este Comité Médico debe permitir la interacción entre todas las unidades sanitarias desplegadas y para ello se requiere el uso de Telemedicina. La carencia de Telemedicina puede obligar a evacuar del teatro de operaciones casos tratables *in situ* o, lo que es peor, llevará a perder vidas humanas (Delgado Gutiérrez, 2001). Pero, además hará imposible la integración de nuestra Sanidad Militar en el MIMS de la OTAN.

### *Definición de la Telemedicina*

Como toda tecnología emergente y, sobre todo, con un gran componente interdisciplinar entre la ingeniería y la medicina es muy difícil de definir de forma escueta y, frecuentemente nos vemos obligados a definirla a través de sus campos de actuación. Por tanto, recurrimos a una definición amplia pero sencilla indicando que entendemos por Telemedicina (tele en griego significa distancia): «la aplicación a la Medicina de las nuevas tecnologías de comunicación que permitiendo el diagnóstico y, en ocasiones el tratamiento, a distancia de numerosas patologías mediante la evaluación de pacientes y pruebas complementarias (incluyendo datos digitalizados e imágenes, diferidas u obtenidas en tiempo real)». Aunque hoy consideramos que la Telemedicina es «algo nuevo» en el contexto de posibilidades que ofrecen actualmente la telecomunicaciones al ciudadano, en realidad se viene practicando desde la invención del teléfono y de hecho hasta el término de Telemedicina tiene ya más de 30 años (véase revisión en Maheu y colaboradores, 2001).

La Organización Mundial de la Salud (tomado de Darkins y Cary, 2000) establece diferencias entre lo que denomina Telemedicina y Telesalud.

Mientras que la Telemedicina estaría orientada, como se ha expresado antes, al diagnóstico y eventual tratamiento de las enfermedades, la Telesalud incluiría la educación para la salud, salud pública y comunitaria, el desarrollo de programas de salud y de prevención, estudios epidemiológicos, etc. Probablemente la Telemedicina es una parte aplicada al paciente de un concepto más amplio que podríamos denominar Telesalud.

El papel del médico en la salud está cambiando. La Telemedicina necesita contar indiscutiblemente con el médico pero más como miembro de un equipo de profesionales que hacen posible el acto médico que como un elemento autónomo. En realidad este aspecto no es nuevo, ya que es la sistemática actual de todos los centros sanitarios modernos, más bien se trata de un nuevo avance en la generación de equipos de salud que al dividir y programar mejor las tareas permiten al médico llegar mucho más lejos en su capacidad operativa.

La Telemedicina, tal como hoy la conocemos, es decir la práctica médica en cualquiera de sus facetas a través de medios de comunicación surge, como es evidente, a finales del siglo XIX con el invento del teléfono por Alexander Graham Bell. El uso del teléfono permitió desde el principio el intercambio de todo tipo de informaciones y, concretamente, las comunicaciones sanitarias. No obstante, la primera utilización de Telemedicina, en su concepto actual, probablemente se estableciera durante la década de los sesenta (Darkins y Cary, 2000). En este periodo se produjeron comunicaciones dirigidas desde centros psiquiátricos (Nebraska Psychiatric Institute), o los primeros estudios de telecirugía, aunque fue durante los años setenta cuando comenzó el verdadero impulso de la Telemedicina (Darkins y Cary, 2000).

Desde la década de los setenta a los noventa se han desarrollado en Estados Unidos numerosos programas de Telemedicina entre los que destaca la atención a lo que se ya se denomina áreas remotas (Darkins y Cary, 2000). Entre estos programas diferenciados de Telemedicina se encuentran: la monitorización de astronautas en vuelos espaciales (NASA), cobertura de emergencia en las estaciones exploratorias instaladas en la Antártida y en las plataformas petrolíferas, ya que en ambos casos la climatología hace muy frecuente que sea imposible una evacuación inmediata de heridos aunque éstos sean de gravedad, y, por último, el apoyo a operaciones militares de todo tipo o a unidades (especialmente navales) en situación de difícil acceso.

El éxito de la implantación de técnicas de Telemedicina dependerá, como se ha demostrado en Noruega, de la calidad del servicio prestado y de la

facilidad de acceso y de aceptación del sistema por parte de los médicos, y en general por los profesionales sanitarios, y de los pacientes (Darkins y Cary, 2000). En cualquier caso habrá que conocer bien las necesidades y contar con la tecnología, soporte económico e interés para poder desarrollarla. Por el contrario las posibilidades de fracaso dependerán del coste de implantación del sistema y del rechazo que produzca en médicos y pacientes (Darkins y Cary, 2000).

Es evidente que mediante la Telemedicina se puede dar respuesta a un gran número de problemas, ya que no olvidemos que, a fin de cuentas, se trata de transportar el consejo (exploración, diagnóstico, tratamiento, interconsulta, etc.) de un punto a otro. La Telemedicina aporta fundamentalmente soluciones racionales a la organización de los datos médicos, pero no crea ni datos ni soluciones que no haya desarrollado la Medicina. Lo que hace la Telemedicina es acercar al especialista un paciente alejado, o un médico o profesional que pide consejo o diagnóstico y se encuentra a la suficiente distancia para no poder plantear el problema personalmente.

La aplicación de la Telemedicina puede ser tan amplia como el propio conocimiento médico lo que, de entrada, supone hoy en día un enorme potencial. El éxito también depende de que se seleccione el modelo adecuado a seguir. No todos los aspectos de la Telemedicina son aplicables a todos los modelos, o presentan el mismo grado de interés. Una mala decisión en la selección del modelo puede suponer una inversión costosa con baja utilización y por tanto un rechazo de las autoridades a continuar con este tipo de proyectos de Telemedicina. Lo primero que hay que conocer son las características del apoyo sanitario que se necesita para llegar a un modelo adecuado y, por tanto, útil.

En la Sanidad Civil la aplicación de la Telemedicina tiene una importante connotación social. Desde luego la Telemedicina permite que todos los enfermos de un territorio tengan acceso real a los mejores y más expertos especialistas y equipos sanitarios, lo que resulta especialmente importante en zonas rurales de baja densidad de población. En el mismo sentido, la posibilidad de implantación de técnicas de Telemedicina en estas áreas supone un beneficio sanitario neto para la población. Muchos médicos, particularmente los jóvenes, que no hubiesen pensado en trabajar en una zona rural aislada, tanto por la escasez de recursos diagnósticos, como por la polivalencia imprescindible del médico rural o por la sensación de abandono y de empobrecimiento profesional que sufren, podrán decidir

su traslado a una zona rural. En efecto, la Telemedicina aportará la posibilidad inmediata de la interconsulta con especialistas de cualquier área y, además, permitirá seguir los avances profesionales con la misma puntualidad que cuando se trabaja en un centro de salud de una gran ciudad. Como alternativa la Telemedicina puede permitir desplazar a las zonas rurales a otros profesionales, especialmente de Enfermería, ya que contarán con equipos médicos en apoyo para cualquier situación. Además la Telemedicina permite evitar un gran número de traslados de pacientes (en ocasiones utilizando medios extremadamente caros como el helicóptero) con lo que esto supone de beneficio para el propio paciente, al que se atiende mucho antes, para la familia, que disminuye su angustia al no perder el contacto con el paciente, al tiempo que supone una importante reducción del gasto sanitario.

Todos estos aspectos los conocen desde la década de los años setenta en países con geografías y demografías muy complejas de atender desde el punto de vista sanitario como son Canadá, Noruega, Nueva Zelanda, Australia o incluso en Estados Unidos, Inglaterra o Francia. Las principales especialidades que más frecuentemente utilizan sistemas de Telemedicina son la Radiología, la Anatomía patológica, la Dermatología, la Psiquiatría, la Cardiología y la Otorrinolaringología (tomado de la experiencia de Noruega) (Darkins y Cary, 2000).

Podemos entender que la Telemedicina abarca muchas y diversas áreas que, a su vez tienen diversas aplicaciones. Entre las áreas principales debemos considerar las siguientes:

#### 1. Telemedicina intrahospitalaria:

- Registros de los datos de los pacientes: historia clínica electrónica.
- Servicios de apoyo hospitalario:
  - Servicios administrativos, admisión, cita previa, facturación, etc.
  - Radiología.
  - Servicio de análisis clínicos.
- Farmacia hospitalaria. Control computarizado de fármacos y tratamientos.
- Monitorización de pacientes (unidades de cuidados intensivos):
  - Monitorización de constantes vitales.
  - Monitorización de electros.
  - Monitorización de electroencefalogramas.
  - Monitorización de perfusión endovenosa de líquidos.
  - Monitorización de ventilación automática.

2. Telemedicina extrahospitalaria y servicios de urgencia extrahospitalaria:
- Comunicación entre centros de salud con hospitales o con centro de especialidades. Cita previa.
  - Comunicación entre hospitales: sesiones clínicas interhospitalarias.
  - Comunicación externa con farmacias, laboratorios, centros de especialidades, etc. Al establecer contacto entre centros de salud, urgencias, centros especializados.
  - Registros de los datos de los pacientes: historia clínica electrónica.
  - Utilización de los servicios hospitalario para el apoyo al diagnóstico en los centros de salud y en las unidades de urgencias:
    - Medicina interna y especialidades.
    - Ecografía, ecocardiografía y radiología.
    - Monitorización de constantes vitales.
    - Monitorización de electros.
    - Monitorización de electroencefalogramas.
    - Servicio de análisis clínicos.
    - Dermatología y diagnóstico de lesiones superficiales.

*Beneficios de la implantación de sistemas de Telemedicina en el apoyo al diagnóstico sanitario*

La Telemedicina es un sistema de información, desarrollado gracias al avance tecnológico de las comunicaciones, que permite trasladar la atención sanitaria especializada con independencia de las distancia (Tanriverdi e lacono, 1999). Mejora el acceso y la calidad de la atención sanitaria al tiempo que permite una reducción del gasto sanitario.

La introducción de sistemas de Telemedicina en el apoyo al diagnóstico clínico ha sido: en primer lugar que supone un primer filtro para pacientes que se tienen que desplazar estableciendo aquellos en los que el desplazamiento es urgente y prioritario. Este hecho conlleva además, una mayor rapidez en la intervención sanitaria para pacientes ubicados en áreas distantes (ejemplo, poblaciones finlandesas alejadas de centros hospitalarios), redundando en una un mejor tratamiento y más rápida recuperación (Maass y colaboradores, 2000). Esto supone descongestión hospitalaria y, tal vez, racionalización de las listas de espera. Además, se reducen los costes sanitarios evitando desplazamientos innecesarios de los pacientes y optimizando la jornada del personal sanitario (Stensland y colaboradores, 1999; Maass y colaboradores, 2000). La Telemedicina mediante banda de 128 kilobit/segundo es muy útil y reduce los costes sanitarios (Tsurumi y colaboradores, 1999).

En el diagnóstico por imagen la transmisión de imágenes mediante banda de 128 kilobit/segundo, evaluado mediante un sistema de doble ciego en 112 pacientes, fue de calidad excelente en el 92,9% de los casos frente al 95,5% de los que se realizaron *in situ*, el reconocimiento de órganos (98,2% frente al 99,1%), las estructuras fueron 89,3% frente al 95,5%. El diagnóstico fue posible con la imagen recibida en el 84,8% frente al 93,8 en directo. (Demartines y colaboradores, 2000). En el diagnóstico de electrocardiografía no se han encontrado diferencias significativas en el diagnóstico emitido sobre el electro impreso en papel de la forma tradicional y el recibido mediante sistemas telemáticos (Pettis y colaboradores, 1999).

La evaluación de pequeños traumatismos y heridas es posible mediante la transmisión de las mismas y el uso de sistemas de Telemedicina (Tachakra y colaboradores, 2000). Es evidente que en estas lesiones no graves la reducción de costes (desplazamientos, ambulancias, etc.) es muy significativa, permitiendo, además una intervención médica precoz, optimizando el tiempo del personal sanitario, al tiempo que se descongestionan los servicios de urgencias.

Cuatro criterios resultan fundamentales a la hora de seleccionar los componentes de un equipo o de una red de Telemedicina (Birkmire-Peters y colaboradores, 1999):

1. Técnicamente aceptable.
2. Efectivo en las intervenciones.
3. Clínicamente apropiado.
4. La selección de los aparatos adecuada.

La remisión de imágenes radiológicas utilizando comunicación vía satélite resulta entre 10-30 veces más rápida utilizando la vía satélite (Hwang, S. y colaboradores, 2000).

El US Military Healthcare System ha realizado recientemente un estudio coste-beneficio de la utilización de sistemas de Telemedicina concluyendo que la reducción de costes sanitarios sería muy significativa ya que se reducen muy significativamente los gastos de desplazamiento y las jornadas laborales perdidas como consecuencia de dichos traslados (Navein y colaboradores, 1999). Los emplazamientos remotos como las bases en la Antártida han demostrado la gran utilidad de la Telemedicina, cuando no se puede disponer de todos los especialistas médicos en la propia base (Hyer, 1999).

La utilización de la Telemedicina en los barcos supondrá una muy significativa reducción de costes sanitarios al evitar las evacuaciones innecesarias.

rias. Por otra parte en numerosos casos los barcos se encuentran a una distancia que no permite la evacuación por helicóptero o por otros medios, que tampoco se pueden usar en condiciones de mal tiempo (Patel, 2000). En el mismo sentido, la Sanidad Naval requiere de este tipo de técnicas de Telemedicina para dar cobertura sanitaria completa a los buques que realizan grandes travesías alejados de sus bases. Como ejemplo valga la experiencia del portaaviones estadounidense *Abraham Lincoln* de la Marina de Estados Unidos en travesía por el océano Pacífico bajo la tutela médica de equipos situados en California y Maryland (Cubano y colaboradores, 1999). Como conclusiones valga comentar que la utilización de sistemas de Telemedicina sirvió para la realización cinco intervenciones de hernia inguinal realizadas mediante laparoscopia bajo la tutela de los médicos situados en las bases terrestres, siendo considerada crítico para el éxito de las intervenciones, y de la realización de intervenciones quirúrgicas por laparoscopia en los buques, la tutela de la Telemedicina (Cubano y colaboradores, 1999). No obstante, el informe de estos autores comenta además la enorme reducción de costes debida a la posibilidad de la realización de la intervención *in situ* frente al necesario desvío de rumbo o de la evacuación de los afectados (Cubano y colaboradores, 1999). Tampoco podemos olvidar que en este tipo de intervenciones, además, la cirugía de urgencia evita la presentación de complicaciones, que podrían haber aparecido sin duda si el traslado requiere un tiempo relativamente largo debido a la posición del buque.

La utilización de la Telemedicina es especialmente importante cuando se trata de abordar una catástrofe o accidente en la que un gran número de heridos necesitan atención médica, de diversa consideración y etiología, y gran distancia del centro sanitario adecuado más próximo, en un tiempo muy corto (Plischke y colaboradores, 1999). En esta situación la utilización de sistemas de Telemedicina se ha probado como especialmente útil en la clasificación y estabilización de los heridos, en la implantación de tratamiento durante el traslado y en la preparación del centro sanitario que los va a recibir sobre el tipo de patologías, búsqueda de historia clínica previa, preparación de personal especializado –intensivistas, cirujanos, traumatólogos, etc.– (Plischke y colaboradores, 1999).

### *Importancia y aplicaciones de la Telemedicina en las operaciones de las unidades sanitarias de apoyo al despliegue*

Esta comunicación se centrará en la posibilidad de dispensar un apoyo sanitario efectivo y multifactorial a unidades militares terrestres o navales

que se encuentren desplegadas o en servicio a distancia de centros sanitarios con alto nivel de especialización o del cuarto escalón.

Antes de avanzar en esta idea debemos preguntarnos que significa hoy la palabra Telemedicina. Según la definición de la Organización Mundial de la Salud:

«Telemedicina es la utilización de consulta y de los conocimientos médicos mediante redes de comunicación cuando la distancia es un factor determinante».

La Organización Mundial de la Salud (Darkins y Cary, 2000) también establece diferencias entre lo que denomina Telemedicina y Telesalud. Así, la Telemedicina estaría orientada, como se ha expresado antes, al diagnóstico y eventual tratamiento de las enfermedades, y la Telesalud incluiría la educación para la salud, salud pública y comunitaria, el desarrollo de programas de salud y de prevención, estudios epidemiológicos, etc. Probablemente la Telemedicina es una parte aplicada al paciente de un concepto más amplio que podríamos denominar Telesalud.

No obstante, como podemos ver en este diagrama la Telemedicina se ha extendido ya mucho más allá de este concepto abarcando numerosas áreas de la informática médica y siendo utilizada en entornos sanitarios cerrados como sistema de comunicación intrahospitalaria, entre otras muchas posibilidades.

Pues bien, dentro de todas las posibles utilidades y aplicaciones de la Telemedicina nos queremos centrar en su uso en urgencias y consultas sanitarias desde unidades militares distantes. Dos situaciones parecen especialmente interesantes como son las unidades médicas avanzadas del Ejército de Tierra, utilizando casi siempre redes móviles, y las unidades navales, ya sean de formación, o buques escuela, de transporte o de combate.

Dentro de un sistema de Telemedicina, las posibilidades de transmisión de datos en situación de consulta o de urgencia son muy amplias, y vemos en la imagen sólo unas pocas variantes. Entre ellas las que son de gran utilidad y aplicación en situaciones de emergencia o teleconsulta desde unidades sanitarias desplazadas o buques son las marcadas con una estrella amarilla. Destaca la posibilidad de inspeccionar físicamente a los pacientes o de estudiar vídeos o imágenes fijas, permitiendo estos últimos comparar con la situación actual del paciente o la lesión motivo de la consulta.

Una posibilidad muy interesante es la de poder monitorizar los signos vitales (incluyendo, tensión arterial, temperatura, respiración, pulso, oximetría, etc.). Mediante este sistema se puede reconocer la situación real del paciente. Este sistema se complementa con la electrocardiografía en la que incluso, y desde el centro hospitalario y a distancia, se pueden modificar las condiciones de obtención de dicho electro. También se podría obtener y transmitir el electroencefalograma utilizando un sistema de transmisión de datos similar al que aquí se expone.

Las posibilidades de transmisión de imágenes de diagnóstico complementario son tan amplias como las propias pruebas en sí mismas, ya que, como veremos después, las imágenes necesitan digitalizarse antes de ser transmitidas. Toda imagen médica es susceptible de digitalización y, por tanto, puede ser transmitida. Sin embargo, en situaciones de unidades sanitarias avanzadas o en buques no es posible contar con muchas de estas tecnologías por el tamaño de los equipos o por otros problemas. Por otra parte la radiología simple y el mayor uso progresivo de la ecografía son técnicas muy adecuadas para muchos de estos sistemas sobre todo cuando se trata de hospitales de campaña de tipo tercer escalón o buques.

Ahora bien plantear que muchas de estas pruebas que, además, con complementarias puedan transmitirse van a depender sobre todo del ancho de banda de la red de comunicaciones que se utilice. En principio se trata de unidades que, por definición, no van a estar en contacto con una línea Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) (en inglés ISDN) que nos marcaría un nivel de trabajo muy aceptable. Por el contrario se trata de unidades móviles que necesitan poder cambiar fácilmente de localización manteniendo el contacto de la comunicación. Por este motivo es evidente que se debe recurrir a la utilización de satélites. Ya los 64 kilobit/segundo permiten remitir una amplia información, ahora bien los 128 kilobit/segundo, y sobre todo con los nuevos desarrollos que aquí les presentamos permiten incluir la imagen digitalizada en el conjunto de las pruebas diagnósticas. No se trata de recibir dichas imágenes con tiempo prácticamente cero, como si se tratase de un sistema coaxial, por ejemplo, ya que este es imposible tenerlo en estas unidades. Sin embargo, la transmisión de una radiografía, por ejemplo una placa postero-anterior de tórax, puede llevar 7-8 minutos utilizando 128 kilobit/segundo.

Como diseño de trabajo podríamos considerar que unidades como un buque-escuela (este es el buque escuela de la Marina española, *Juan Sebastián Elcano*), o una unidad sanitaria en tierra podrían permanecer en

contacto con un hospital militar mediante la utilización de satélites. El Sistema Inmarsat como podemos ver en la imagen tiene una amplia cobertura a nivel mundial.

La emisión de información será emitida desde las unidades remotas alcanzando el hospital de referencia mediante vía satélite. Utilizando el camino inverso el hospital de referencia se mantendrá en contacto con las unidades desplegadas o los buques.

En la estación remota el centro de atención es el paciente, como se representa en la imagen, al que se le atiende de urgencia mediante el electro, signos vitales, radiografías que pueden ser digitalizadas con rapidez, todos estos equipos están conectados a un computador central que puede ser perfectamente un ordenador portátil y desde allí van al centro de comunicaciones, que también recibe la videoconferencia y las imágenes de alta calidad de un explorador de superficies. Este explorador de superficies está diseñado para la exploración cutánea pero, al ser la cámara móvil, se permite también la exploración facial, incluyendo superficies de ojos y oídos.

Mediante vía Inmarsat, que utiliza distintos sistemas según la situación: Inmarsat M4 para unidades terrestres e Inmarsat BHS para buques se remite la información al hospital de referencia, donde los médicos especialistas pueden recibir la información directamente en sus equipos y en tiempo real (o prácticamente real en el caso de la radiología). Los médicos especialistas pueden no sólo evaluar al paciente, diagnosticar y proponer tratamiento sino que, además, pueden mantener la monitorización periférica de pacientes permitiendo incrementar la actividad de los médicos de la unidad desplazada o embarcada, lo cual puede ser imprescindible en caso de crisis, e incluso pueden modificar las características de la obtención de parámetros en los equipos situados a distancia.

En conclusión, la incorporación de un sistema como el MSV 64 (o 128) a una unidad sanitaria desplegada puede incrementar su actividad, reducir desplazamientos y repatriaciones innecesarias, mejorar la estabilidad de los pacientes durante los traslados cuando éstos sean necesarios, monitorizar amplios grupo de pacientes a distancia, apoyar con un amplio grupo de especialistas a la unidad distante, etc.

## Bibliografía

- AMARAL J. (2000): «El concepto de salud ambiental. De la necesidad de su definición», *Debates sobre la salud ante el siglo XXI* número 4, pp. 300-309.
- BIRKMIRE-PETERS, D. P.; PETERS L. J. y WHITAKER, L. A. (1999): «A usability evaluation for telemedicine medical equipment», *Telemedicine Journal* número 5/2, pp. 209-212.
- BOROBIA MELENDO, L. y GÓMEZ DE VALENZUELA, A. (2000): «La Unidad Médica de Apoyo al Despliegue aéreo. Tercer escalón sanitario del Ejército del Aire». *Revista de Aeronáutica y Astronáutica* mes de mayo, pp. 366-370.
- CUBANO M., POULOSE, B. K.; TALAMINI, M. A.; STEWART R.; ANTOSK, L. E.; LENTZ, R.; NIBE, R.; KUTKA, M. F. y MENDOZA-SAGON, M. (1999): «Long distance telementoring. A novel tool for laparoscopy aboard the USS Abraham Lincoln». *Surgical Endoscopy* 13/7, pp. 673-678.
- DARKINS, A. W. y CARY, M. A. (2000): *Telemedicine and Telehealth*. Editorial Free Association Books (Londres).
- DELGADO GUTIÉRREZ, J. A. (2001): «Los sistemas de información sanitaria», *La Sanidad Militar en el siglo XXI*, pp. 138-147 Libro de resúmenes de las *Primeras Jornadas de Sanidad Militar*. Subsecretaría Defensa. Inspección General de Sanidad de Defensa (IGESAN).
- (2000): «Los sistemas de información en Sanidad Militar», *Encuentros sanitarios en la sociedad actual* número 4, pp. 279-292.
- DELGADO MORENO, S. M. (2001): «El apoyo sanitario en las operaciones navales. Su aplicación en la Armada», *La Sanidad Militar en el siglo XXI*, pp. 16-22. Libro de resúmenes de las *Primeras Jornadas de Sanidad Militar*. Subsecretaría Defensa. IGESAN.
- DEMARTINES, N.; OTTO, U.; MUTTER, D.; LABLER, L.; VON WEYMARN, A.; VIX, M. y HARDER, F. (2000): «An evaluation of telemedicine in surgery: telediagnosis compared with direct diagnosis». *Archives Surgery* 135/7, pp 849-853.
- Directiva de Defensa Nacional 1/1996 (20 de diciembre de 1996).
- Directiva de Defensa Nacional 1/2000.
- Dirección de Sanidad del Ejército del Aire (2001): «El apoyo sanitario en el Ejército del Aire», *La Sanidad Militar en el siglo XXI*, pp.36-40. Libro de resúmenes de las *Primeras Jornadas de Sanidad Militar*. Subsecretaría Defensa. IGESAN.
- GERVAS, CAMACHO, J. M. (2002): «Telemedicina y Sanidad Militar. Tecnología móvil en el apoyo sanitario», *Encuentros Sanitarios en la Sociedad Actual* número 4, pp. 255-265.
- GIL-LOYZAGA, P. (2000): *El hombre, el desarrollo y el medio ambiente*. Tribuna Autonómica y Municipal, pp. 51-56.
- GÓMEZ CANELLA, A. (2001): «El apoyo sanitario en la Armada», *La Sanidad Militar en el siglo XXI*, pp. 23-35. Libro de resúmenes de las *Primeras Jornadas de Sanidad Militar*. Subsecretaría Defensa. IGESAN.

- HERVAS MALDONADO, F. (2000): «Actuaciones frente a bioterrorismo». Tercer Ciclo de Primavera de la Salud UCM-Ayuntamiento de Madrid.
- HWANG, S.; LEE, H.; KIM, H. y LEE, M. (2000): «Development of a web-based picture archiving and communication system using satellite data communication». *Journal Telemedicine and Telecare* número 6/2, pp. 91-96.
- HYER, R. N. (1999): «Telemedical experiences at an Antarctic station». *Journal Telemedicine Telecare* número 5 (suplemento 1), pp. 87-89.
- Libro Blanco de la Defensa* (2000): Ministerio de Defensa. Secretaría General Técnica.
- LÓPEZ MIRANDA, A. (2001): «El Plan Director de Hospitales Militares», *La Sanidad Militar en el siglo XXI* pp. 201-207. Libro de resúmenes de las Primeras Jornadas de Sanidad Militar. Subsecretaría Defensa. IGESAN.
- MARTÍN OTERO, L. E. (2000): «Biotecnología en defensa biológica y toxicológica ambiental: Biodetección de sustancias de alto riesgo. Bidescontaminantes. Biodegradación (TNT y suelos contaminados). Detección de agresivos biológicos y profilaxis», *Debates sobre la salud ante el siglo XXI*, pp. 278-281.
- MAYO, R. y UNGER, J. (2000): «Perspectivas de las nuevas tecnologías en la Sanidad Militar de Estados Unidos», *Debates sobre la salud ante el siglo XXI*, pp. 168-184.
- MAHEU, M. M.; WHITTEN, P. y ALLEN, A. (2001): *E-health, Telehealth and Telemedicine. A Guide to Stand-up and Success*. Editorial Jossey-Bass (San Francisco, Estados Unidos).
- MAASS, M.; KOSONEN, M. y KORMANO M. J. (2000): «Transportation savings and medical benefits of a teleneuroradiological network». *Telmedicine and Telecare* número 6/3, pp. 142-146.
- MOLINERA, E. (2001): «Adiós a las armas. Sanidad Militar Española. Institución Sanitaria del año 2001». *Noticias Médicas* número 3.805, pp. 16-18.
- NAVEIN, J.; AROSE, D. y PIETERNICH, A. (1999): «A bussiness model for telemedicine». *Journal Telemedicine Telecare* número 5 (suplemento 1), pp. 76-78.
- OTERO, SOLANA V. (2002): «La sanidad civil en los conflictos armados. Medidas legales en la medicina de catástrofes», *Encuentros Sanitarios en la Sociedad Actual* número 4, pp. 293-307.
- PATEL, T. (2000): «A Cost-Benefit Analysis of the Effect of Shipboard Telemedicine in Selected Oceanic Region». *Journal Telemedicine Telecare* número 6 (suplemento 1), pp. 165-167.
- PETTIS, K. S.; SAVONA, M. R.; LEIBRANDT, P. N.; MAYNARD, C.; LAWSON, W. T.; GATES, K. B. y WAGNER, G. S. (1999): «Evaluation of the Efficacy of Hand-Held Computer Screens for Cardiologists' interpretations 12-lead Electrocardiograms». *American Heart Journal* número 138, pp. 765-770.

- PLISCHKE, M.; WOLF, K. H.; LISON, T. y PRETSCHNER, D. P. (1999): «Telemedical Support of Prehospital Emergency care in Mass Casualty Incidents». *European Journal Medical Research* número 4/9, pp. 394-398.
- SECADES ARIZ, I. (2000): «Acciones para la protección de un Servicio de Medicina Nuclear», *Debates sobre la Salud ante el Siglo XXI* número 3, pp. 284-286.
- STENSLAND, J.; SPEEDIE, S. M.; IDEKER, M.; HOUSE, J. y THOMPSON. T. (1999): «The Relative Cost of Outpatient Telemedicine Services». *Telemedicine Journal* número 5/3 pp. 245-256.
- TACHAKRA, S.; LYNCH, M.; NEWSON, R.; STINSON, A.; SIVAKUMAR, A.; HAYES, J. y BAK, J. (2000): «A Comparison of Telemedicine With Face-to-Face Consultations for Trauma Management». *Journal Telemedicine Telecare* número 6 (suplemento 1) pp. 178-181.
- TANRIVERDI, H. y IACONO, C. S. (1999): «Diffusion of Telemedicine: a Knowledge Barrier Perspective». *Telemedicine Journal* número 5/3, pp. 223-244.
- TSURUMI, T.; NAKAJIMA, I. y INAGAKI, T. (1999): «Saving the Cost and Energy by an Interactive Multimedia System with ISDN 128kbps for Telemedicine». *Tokai Journal Exp. Clinical Medicine* número 24/3, pp. 137-139.
- VILLALONGA, MARTÍNEZ, L. (2001): «El apoyo sanitario conjunto», *La Sanidad Militar en el siglo XXI*, pp. 816. Libro de resúmenes de las Primeras Jornadas de Sanidad Militar. Subsecretaría Defensa. IGESAN.

**QUINTA SESIÓN**

**PROTECCIÓN DE LA NATURALEZA  
POR EL EJÉRCITO DEL AIRE**

## PROTECCIÓN DE LA NATURALEZA POR EL EJÉRCITO DEL AIRE

Por JOSÉ LUIS MARTÍNEZ CLIMENT

Entonces dijo Elohim:

«¡Hagamos al hombre a imagen nuestra, a nuestra semejanza, y domine en los peces del mar, y en los ganados, y en todas las bestias salvajes, y en todos los reptiles que reptan sobre la tierra!»

Creó, pues, Elohim al hombre a imagen suya, a imagen de Elohim cróele; macho y hembra los creó. Elohim los bendijo y díjoles Elohim:

«¡Procread y multiplicaos, y henchid la tierra; sojuzgadla y dominad en los peces del mar, y en las aves del cielo y en todo animal que bulle sobre la tierra!»

### Introducción

La Directiva 107/1997, de 2 de junio, del Ministerio de Defensa sobre Protección del Medio Ambiente en el ámbito del Departamento, establece que la política medioambiental del Ministerio de Defensa estará basada en el «concepto de desarrollo sostenible» y deberá ser compatible con la misión de las Fuerzas Armadas.

Cuando se habla de Medio Ambiente, y sobre todo en el área de los países cercanos y más avanzados en esta materia, se refiere, además de la gestión medioambiental, al control de calidad y seguridad laboral.

En el Ejército del Aire, estas tres áreas están separadas. Por lo que en la conferencia nos vamos a referir a la gestión medioambiental.

Asimismo, la Instrucción 30/1998 de 3 de febrero del Secretario de Estado de Defensa (SEDEF), sobre Protección del Medio Ambiente, como consecuencia de la Directiva antes mencionada, concreta los esfuerzos que se han de realizar para la protección de la Naturaleza:

«Mejora de la conciencia individual y colectiva en materia de Medio Ambiente y respeto a la Naturaleza.

El ahorro energético, el desarrollo de energías alternativas renovables, la reducción de residuos, el reciclado y por último, la utilización ordenada de los recursos naturales.

La prevención y lucha contra la contaminación del medio, incluyendo el ruido, evaluando y controlando las consecuencias de las actividades militares sobre el medio natural.»

Siguiendo con la política medioambiental de Defensa, el Real Decreto 1.883/1996 asigna a la Dirección General de Infraestructura (DIGENIN), la preparación, planeamiento y desarrollo de las políticas de Infraestructura y Medio Ambiente, así como la supervisión, la dirección y ejecución de éstas.

## **El Ejército del Aire y su entorno**

La estructura básica del Ministerio de Defensa, está constituida por el Órgano Central y los tres Cuarteles Generales (Ejército de Tierra, Armada y el Ejército del Aire,) que a su vez se dividen en cuartel general, la fuerza y el apoyo a la fuerza.

Dentro del Ejército del Aire la organización apuntada en el párrafo anterior se concreta en:

- Cuartel General:
  - Jefe de Estado Mayor (JEMA), y sus organismos de trabajo, apoyo y asesoramiento.
- Fuerza:
  - Unidades con aviones de caza y ataque, de transporte, tácticas de vigilancia y de defensa aérea.
- Apoyo a la fuerza:
  - Unidades, fundamentalmente de carácter logístico, que mantienen lista la fuerza.

### *Organización medioambiental*

En el Estado Mayor, el general jefe de la División de Logística es vocal permanente de la Comisión Asesora de Infraestructura y responsable de la política medioambiental del Ejército del Aire, en representación del JEMA. La ejecución y desarrollo de la política medioambiental es responsabilidad del Mando del Apoyo Logístico (MALOG)-Dirección de Infraestructuras (DFR) y Sección de Protección Medioambiental (SEPAM).

En cuanto a las unidades, dependen directamente de los mandos orgánicos, –Mando Aéreo del Centro (MACEN), Mando Aéreo de Levante (MALEV), Mando Aéreo del Estrecho (MAEST), Mando Aéreo de Canarias (MACAN), Mando Aéreo de Combate (MACOM) y MALOG–, actualmente, se le ha autorizado a las unidades a tener contacto directo en materia de medio ambiente con la SEPAM.

### *Clasificación de las unidades*

Desde el punto de vista medioambiental, las unidades están clasificadas de acuerdo con las actividades que en ellas se desarrollan:

- Operación y mantenimiento de aeronaves.
- Actividades propiamente militares.
- Actividades habitacionales.
- Actividades industriales.
- Actividades de gestión.
- Desaparecen las actividades hospitalarias que han pasado a depender del Órgano Central, aunque permanecerán los botiquines-enfermerías de escasa actividad en relación con los residuos hospitalarios.

Las unidades del Ejército del Aire las podemos clasificar, a efectos divulgativos, en bases aéreas que tienen todos los servicios, incluidos los aviones propios. Los aeródromos tienen todos los servicios, pero no tienen los aviones propios, sirviendo de plataforma a las aeronaves para un despliegue y de tránsito. En los Centros de Alerta y Control –Escuadrones de Vigilancia Aérea (EVA)–, no cuentan con aeronaves pero sí radares y sus servidumbres, sin embargo, siguen teniendo en menor cantidad todos los servicios. Lo mismo ocurre con los acuartelamientos y otras unidades de menor importancia.

Todas estas unidades que componen el Ejército del Aire se distribuyen en tres Regiones y Mandos Aéreos, (peninsulares e islas Baleares), y un cuartel en las islas Canarias o MACAN. Los mandos peninsulares, como ya se citó anteriormente son el MACEN, el MALEV y el MAEST. (Actualmente el

Ejército del Aire se encuentra sumido en un proceso de reorganización, de acuerdo con el Real Decreto 912/2002, de 6 de septiembre, por el que se desarrolla la estructura básica de los Ejércitos, que establece las nuevas estructuras orgánicas de las Fuerzas Armadas, en las que desaparecen las Regiones Aéreas y se establece un nuevo y único MAGEN, para la Península y Baleares y el MACAN para las islas Canarias, ambos de carácter orgánico y los mandos MACAN, MACOM y MALOG. Esta nueva estructura deberá estar establecida antes del 31 de julio del 2003.)

### *Unidades medioambientales*

Las unidades medioambientales están directamente ligadas a su ubicación geográfica, formando una sola unidad de gestión, siguiendo la filosofía de posadero-huésped o *host-client*. Por ejemplo en la base aérea de Torrejón están ubicadas las unidades siguientes: Ala 12, el Centro de Inteligencia Aérea (CIA), el Grupo 45, –Transporte de Personalidades (VIP)–, el Grupo 43 para la lucha contra incendios, el Centro Logístico de Intendencia (CLOIN), el Centro Logístico de Armamento y Experimentación (CLAEX). Todos ellos forman una única unidad medioambiental de gestión bajo el jefe de la base.

Siguiendo estas pautas, nos encontramos que en Ejército del Aire existen 58 unidades, no incluidos los colegios.

Las actividades que se realizan en las unidades medioambientales se obtienen elementos, productos y servicios que interactúan con el Medio Ambiente, produciendo unos impactos medioambientales que pueden ser positivos o negativos.

Aplicando unos criterios de valoración, se determinan los impactos medioambientales significativos. Para corregir éstos se fijan los objetivos y metas. El documento que los reúne para llevarlos a cabo son los Programas de Gestión Medioambiental.

Teniendo en cuenta la clasificación hecha anteriormente en bases aéreas, aeródromos, escuadrones de vigilancia aérea, acuartelamientos, maestranzas y cuarteles generales y teniendo en cuenta los seis tipos de actuaciones que se realizan y los tres tipos de aspectos medioambientales, los que marcan la Ley (Comunidad Europea, Estado, autonomía y ordenanzas locales), los corporativos, –fijados por la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) y otros organismos con los que se mantienen acuerdos–, y otros aspectos notables que no están recogidos en la Ley, se fijan unos nuevos objetivos y metas.

En cuanto a los factores, que son los que inciden los aspectos medioambientales, se clasifican en:

- Por extensión, hay unidades:
  - Grandes (base aérea de Zaragoza, base aérea de Torrejón y base aérea de Morón).
  - Medianas (base aérea de Getafe, base aérea de Albacete, base aérea de Valladolid, etc.).
  - Pequeñas.

El Ejército del Aire es responsable en total de una superficie de unos 126,5 kilómetros cuadrados, sumando la extensión de todas sus unidades.

En cuanto al factor cualitativo medioambiental, hay unidades en zonas de escaso interés medioambiental, (páramos), como la base aérea de Albacete. Otras de interés medio próximas a zonas o humedales, como la base aérea de Torrejón y por último, otras de gran interés ecológico y natural como las que se encuentran dentro de parques naturales, como el EVA de Alcalá de los Gazules ubicada en el interior del parque natural de «Los Alcornocales».

### **Política medioambiental y objetivos del Ejército del Aire**

Los objetivos que el Ejército del Aire se ha fijado en la protección de la naturaleza se pueden resumir en cuatro:

1. *Sensibilización*. Mejorar la conciencia individual y colectiva respecto al Medio Ambiente, mediante programas de formación, información y divulgativos.
2. *Ahorro de energía y energías alternativas*. Mayor eficiencia y limpieza en el consumo, con búsqueda de alternativas.
3. *Protección del medio natural*. Medidas de todo tipo.
4. *Calidad ambiental*. Reduciendo la contaminación en todas sus facetas, evaluándose en cualquier caso.

Para cumplir con estos objetivos, el Ejército del Aire se apoya en los siguientes medios:

- Implantación de los Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA), en todas las unidades del Ejército del Aire.
- Planes y programas medioambientales.
- Implantación de un Sistema Corporativo de Gestión Medioambiental (SCGMA), que aglutina y homogeniza los SGMA de todas las unidades.

### *Los SGMA. Definición*

El SGMA es la parte del sistema general de gestión para la protección medioambiental que incluye:

- La estructura organizativa.
- La planificación de las actividades.
- Las responsabilidades.
- Las prácticas.
- Los procedimientos.
- Los procesos y los recursos para:
  - Desarrollar.
  - Implantar.
  - Llevar a efecto.
  - Revisar.
  - Mantener al día.
  - La política medioambiental.

Todo ello se encuentra incluido en la gestión general del Ejército del Aire y en sus planes.

Para encontrar el origen de los SGMA debemos remontarnos al año:

- 1992 que se inicia la política medioambiental.
- 1997 Directiva 107/97 que define el marco legal.
- 1997 Se inician los SGMA pilotos en tres distintas unidades de tres Cuarteles Generales, con los resultados siguientes:
  - Base aérea de Getafe (certificada).
  - Actualmente once otras unidades más, en vía de obtención de los certificados.

### *Ciclo del SGMA, según Norma UNE/ISO 14001:96*

Siguiendo las especificaciones de la Norma ISO 14001/96, existen cinco fases:

1. Política medioambiental.
2. Planificación.
3. Implantación del funcionamiento.
4. Control.
5. Revisión de dirección.

Todo ello dentro de una mejora continuada.

En la política medioambiental debe figurar expresamente que estará dirigida a la prevención de la contaminación y que se compromete a cumplir con la legislación vigente, en una mejora continuada. Uno de los condicionantes más importante es que todo el mundo conozca la política medioambiental y este comprometido en su cumplimiento.

La planificación que tiene cuatro apartados sólo se puntualizará en dos de ellos: los objetivos y las metas.

De acuerdo con los criterios de valoración contenidos en las especificaciones de la Norma UNE/ISO 14001:96, se obtienen unos aspectos medioambientales significativos y para ello se establecen unos objetivos iniciales.

Teniendo en cuenta los recursos humanos, tecnológicos y financieros se concretan estos objetivos y se inician las actuaciones que deberán ser comprobadas mediante una auditoria interna.

Las aclaraciones y correcciones obtenidas por la auditoria y en la revisión de la misma por la dirección al máximo nivel, se fijarán los nuevos y definitivos objetivos.

No obstante serán los recursos económicos disponibles los que definitivamente van a permitir fijar los objetivos.

Por último podemos concluir que los objetivos del SCGMA, es la SGMA.

#### *Objetivo del Plan Director*

Los SGMA de cada unidad medioambiental, se han desarrollado sin tener en cuenta los objetivos del Plan Director ya que éste fija los mismos en grandes líneas, siendo el objetivo prioritario la mejora de impactos ambientales y protección de la Naturaleza. A su vez se divide en 10 planes integrales.

Como nota curiosa, el Ejército del Aire ha solicitado que se incluya, en los planes integrales, la contaminación electromagnética y el agente social.

Cada uno de estos planes integrales, se dividen en planes parciales y a su vez en objetivos particulares con los que tiene que coincidir con los del Ejército del Aire.

La realidad indica que el número de objetivos irán en aumento.

Sin embargo, se debe puntualizar que el objetivo medioambiental es un fin de carácter general, mientras que una meta ambiental es un objetivo detallado de actuación y cuantificado económicamente.

La actuación medioambiental es el conjunto de acciones que cubren una meta.

### *Recursos económicos*

Hay que tener en cuenta que los SGMA y todos los programas que contienen los objetivos medioambientales, no son en definitiva más que un libro blanco de buenas intenciones, si no hay recursos económicos que los amparen.

Hasta ahora, las unidades han venido actuando con su propio y escaso dinero de mantenimiento para atender los objetivos medioambientales. Los mandos orgánicos les apoyaban económicamente, pero sin grandes recursos.

En un futuro y mediante la solicitud adecuada, las bases aéreas, tanto si tienen un SGMA como si no lo tienen, elaborarán los objetivos valorados que los dirigirán a la SEPAM a través de todos los órganos que tienen la responsabilidad de la protección ambiental, para ser financiados adecuadamente.

Según directrices del máximo responsable de esta área, el DIGENIN, se deberá invertir una doceava parte, al menos, de los presupuestos de Infraestructura dedicados a actuaciones medioambientales.

Lógicamente hay que buscar unos criterios para repartir estos recursos económicos.

El criterio fundamental es cumplir con lo que está legislado. A continuación cumplir los requisitos corporativos y por último los requisitos de la Norma ISO 14001 para la obtención de los correspondientes certificados y aquellos otros incluidos en los SGMA.

### *Implantación, estructura y responsabilidades del SGMA*

Continuando con el ciclo del SGMA, la siguiente fase es la implantación. Para ello cabe destacar dos aspectos importantes:

1. La formación.
2. La sensibilización.

El asesor medioambiental de las unidades del Ejército del Aire dependerá del jefe del grupo de apoyo de las mismas, que es realmente el directamente responsable y auténtico concededor de todos los servicios de esa base o unidad, con lo que se cumplirá lo legislado en cuanto a:

«Que el sistema de gestión medioambiental será una parte de la gestión total del organismo de la unidad.»

Logrando de esta forma concretar las responsabilidades, anteriormente un poco difuminadas.

### *Ahorro de energías*

Existen dos formas de conseguir este objetivo, la utilización de energías limpias con la sustitución de las energías actuales por energías más limpias, como es el gas como ya se hace en la base aérea de Torrejón y se va a implantar en Getafe, y la utilización de energías renovables como estaciones eólicas que se van a implantar en la base aérea de Gando, Las Palmas de Gran Canarias, y las estaciones fotovoltaicas de la base aérea de San Javier.

### *Programa de protección medioambiental*

En la actualidad existe un convenio marco entre el Ministerio de Defensa y la empresa estatal Transformaciones Agrícolas S. A., (TRAGSA), para desarrollar los objetivos de protección medioambiental con un prolijo y extenso programa de recuperación de la flora autóctona de las distintas unidades del Ejército del Aire en las que se ha actuado, así la base aérea de Gando, Matacán o Villanubla, que sirven a la vez de barrera para la protección contra la corrosión producida por la salinidad y por otro lado sirve para la detención del ruido generado por los aviones.

En cuanto a la calidad medioambiental, se puede distinguir la gestión del control de los vertidos de contaminación de suelos y prevención de emisiones contra la atmósfera, actuaciones profusamente realizadas y conseguidas en el Ejército del Aire. Una idea de ello se puede obtener del número de productores que han obtenido el certificado de calidad y los que están en vías de certificación. Se han construidos 32 puntos limpios o almacenes de residuos peligrosos y en doce unidades se han iniciado los planes de minimización según la Ley 952/1997.

En cuanto al control de los vertidos, (aguas residuales urbanas), el 100% de las unidades aisladas tienen depuradoras en buen estado.

## *El SCGMA*

En toda organización existe el nivel de dirección, el nivel de ejecución y el nivel de producción.

Con los resultados de la gestión previo análisis de los mismos se los resultados para el control. Todo ello siempre de acuerdo con la política medioambiental definida por el Ministerio de Defensa, el Plan Director del Ministerio de Defensa, con los requisitos legales y normas en vigor y con los requisitos corporativos.

Para ello el Sistema Informatizado de Gestión Medioambiental (SIGMA), lleva asociado un sistema informático.

En la actualidad el Ejército del Aire tiene comunicación directa con todas las unidades, no solamente telefónica si no también informática con sus correspondientes servidores y dentro de cada unidad, con fibra óptica de dos salidas para asegurar el continuo contacto.

## **Conclusiones**

La política medioambiental del Ejército del Aire está adaptada a la dictada por el Ministerio de Defensa y en corto plazo será conocida por todos sus componentes:

- Concienciación de todo el personal, civiles y militares hasta el más bajo nivel de actuación.
- Una mejora continua de los aspectos medioambientales acreditados por auditorias externas, independiente del Ejército del Aire.
- Sustitución de energías contaminantes, por energías más limpias y/o renovables.
- La implantación del SCGMA supone la optimización de los recursos.

## **SEXTA SESIÓN**

# **LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL: ISO 14000**

## LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL: ISO 14000

Por GABRIEL OVEJERO ESCUDERO

### **Preocupación medioambiental en las empresas y organizaciones**

Vivimos tiempos de gran preocupación pública e institucional por el Medio Ambiente. Aunque el origen de este interés se remonta al menos al siglo XIX, ha experimentado un enorme desarrollo en los últimos 30 años, de forma que la valoración social de las cuestiones medioambientales ha cambiado drásticamente.

Aparentemente se trata de una transformación irreversible, aunque se ha comprobado que la preocupación social por el Medio Ambiente fluctúa en función de las circunstancias económicas y una mezcla de asuntos, incidentes e iniciativas gubernamentales e internacionales. Sin embargo, una serie de factores mantienen su importancia:

- Evidencias científicas concretas de daños al Medio Ambiente.
- Aumento de la concienciación social respecto a la conservación del Medio Ambiente.
- Creciente satisfacción de las necesidades básicas de las personas, sobre todo en el mundo desarrollado.
- Leyes cada vez más rigurosas para el control de la contaminación.
- Tendencia a asumir los costes medioambientales mediante impuestos y tasas.
- Un creciente énfasis del sistema educativo en los aspectos medioambientales.

La postura de la industria y de las organizaciones empresariales ha evolucionado paralelamente a la sociedad y han pasado de una postura inicial defensiva a la aceptación y reconocimiento de la necesidad de una política de honestidad medioambiental como requisito básico para la supervivencia y éxito de la empresa.

Actualmente la sociedad demanda un elevado grado de concienciación medioambiental a las empresas, grandes y pequeñas, e incluso está dispuesta a pagar un precio por ello, generalmente como un aumento del coste de determinados bienes y servicios.

Por otra parte, las empresas deben afrontar una competencia cada vez mayor favorecida por la supresión de barreras comerciales, la búsqueda de una mayor eficiencia, la mejora de las comunicaciones y transporte, así como la progresiva concienciación de los consumidores.

Ninguna organización o empresa que se preocupe por su éxito y desarrollo futuro puede permitirse el lujo de ignorar el Medio Ambiente que rodea su actividad. Las instituciones públicas y privadas cada día son más conscientes de que sus actuaciones medioambientales están siendo escrutadas por gran número de partes interesadas: las Administraciones del Estado, Autonómicas y Municipales, las asociaciones de vecinos, las entidades financieras, los medios de comunicación, los grupos ecologistas y el público en general.

En el cuadro 1 se identifican los beneficios potenciales de una adecuada actuación medioambiental y se pueden deducir fácilmente las consecuencias negativas que puede provocar una actuación medioambiental inadecuada.

El concepto de Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA) surge como una respuesta integrada y activa de las empresas y organizaciones a las presiones medioambientales que reciben.

El concepto de SGMA está demostrando tener una gran influencia en el pensamiento empresarial actual y en sus actitudes hacia la gestión medioambiental.

Se debe disponer de una política ambiental, planificación, revisión de la gestión, implantación y operaciones, control y corrección, con el objetivo de la mejora continua.

La decisión de desarrollar una norma relativa a los SGMA fortaleció el interés que ya existía alrededor del concepto de SGMA. El objetivo consistía en desarrollar una norma que:

**Cuadro 1.** Beneficios potenciales de una adecuada actuación medioambiental.

| Área       | Beneficios potenciales  |
|------------|---|
| Legal      | Evita demandas judiciales, multas, costes legales, costes de limpieza de imagen y responsabilidades civiles.  |
| Imagen     | Mejora la imagen corporativa y el atractivo de la organización para sus empleados y clientes.   |
| Financiera | Aumenta la confianza de legisladores, inversores y compañías de seguros.  |
| Gestión    | Permite mantener la conciencia tranquila, así como mantener una coherencia en las actuaciones.  |
| Ventas     | Refuerzo de las estrategias de diferenciación de productos, obtención de etiquetas ecológicas, aumento de la cuota de mercado e incremento de los márgenes comerciales. Puede facilitar ciertas inversiones, mejorar el control de costes y abrir oportunidades de diversificación. |

- Fuese complementaria en cuestiones medioambientales de la Norma sobre Sistemas de Calidad, ISO 9000.
- Estuviera adaptada a las necesidades de profesionales no especialistas en Medio Ambiente.
- Proporcionase una guía resumida del desarrollo de un SGMA.
- Fuese aplicable a todos los tamaños y tipos de empresa.
- Recogiese los aspectos medioambientales tanto de los procesos de producción como de los productos y servicios.
- Apoyase las normas y leyes medioambientales existentes.
- Facilitase el acceso a la información medioambiental.
- Proporcionase un punto de partida para un proceso de certificación.

Una de las herramientas más utilizadas y reconocidas internacionalmente para la implantación de un SGMA es el modelo ISO 14000.

### **El modelo ISO 14000**

ISO es una derivación de la palabra griega que significa igualdad y con ese mismo sentido se utiliza en español como prefijo: isoterma, isobara, etc. También son las siglas de la *International Organization for Standardization*,

es decir, la Organización Internacional para la Normalización. Esta Organización es una confederación internacional fundada en el año 1946 que promueve normas internacionales para la gestión comercial.

ISO ha desarrollado una serie de normas medioambientales que reflejan el consenso global en las buenas prácticas medioambientales en un contexto internacional y que pueden aplicarse de forma pragmática por organizaciones de todo el mundo a su situación particular.

Para alcanzar este objetivo estratégico, ISO estableció en el año 1993 un nuevo Comité Técnico, ISO/TC 207, «gestión medioambiental». Esa decisión fue una manifestación concreta del compromiso de ISO para responder al reto del «desarrollo sostenible» articulado en 1992 por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en Río de Janeiro.

Como resultado se desarrolló la familia ISO 14000 de normas sobre gestión medioambiental, que proporciona un conjunto de herramientas para favorecer la ejecución de acciones que apoyen el desarrollo sostenible.

Hoy, las delegaciones nacionales de expertos medioambientales de 66 países participan en ISO/TC 207, incluyendo 27 países en vías de desarrollo. Además participan 35 organizaciones internacionales no gubernamentales y empresariales como organizaciones coordinadas. Las delegaciones nacionales se eligen por los correspondientes Institutos Nacionales de Normalización y son imprescindibles para llevar al Comité Técnico ISO/TC 207 un consenso nacional sobre los problemas en estudio.

La Norma ISO 14001 es el marco de SGMA más reconocido en el mundo que ayuda a las organizaciones a gestionar mejor el impacto de sus actividades sobre el Medio Ambiente, y a demostrar una acertada gestión medioambiental. Desde la publicación de la Norma ISO 14001 en el año 1996 muchas empresas la han ejecutado y, a finales del año 2001, cerca de 37.000 empresas de 112 países han certificado su SGMA de acuerdo a sus necesidades, de las que 2.067 son españolas.

La Norma ISO 14001 especifica los requisitos necesarios para que un SGMA pueda ser auditado con objetividad a partir de una autodeclaración, con intención de ser certificado-registrado por segundas o terceras partes. La Norma ISO 14001 también es el punto de partida para empresas que quieran utilizar las herramientas de gestión medioambiental desarrolladas por el Comité Técnico ISO/TC 207. Por ejemplo, la Norma ISO 14004 proporciona una guía de ayuda para que una organización esta-

blezca y ejecute un SGMA, incluyendo una guía que excede de los requisitos de la Norma ISO 14001.

Un SGMA únicamente producirá el máximo beneficio si es adecuadamente ejecutado. Las auditorías medioambientales son importantes herramientas para valorar si un SGMA está bien ejecutado y mantenido. La Norma ISO 19011, publicada en el año 2002, proporciona una guía sobre los principios de las auditorías, programas de gestión de auditorías, la dirección de la intervención del SGMA así como sobre las competencias de los auditores.

Las organizaciones que ejecuten la Norma ISO 14001 pueden esperar que mejore su comportamiento medioambiental. La Norma ISO 14031, publicada en el año 1999, proporciona una guía sobre la selección y utilización de los posibles indicadores para evaluar el comportamiento medioambiental de la organización.

La comunicación sobre el comportamiento medioambiental de la organización y sobre productos y servicios es una importante vía de utilizar las fuerzas del mercado para influir en la mejora medioambiental. La información precisa y exacta proporciona la base para que los consumidores puedan tomar decisiones responsables de compra. La Norma ISO 14063 se refiere a la comunicación del comportamiento medioambiental de la Organización, mientras que las normas de la serie ISO 14020, publicadas en el año 2000, se refiere a los aspectos medioambientales de los productos y servicios, y proporcionan los principios generales que sirven de base para el desarrollo de peticiones y declaraciones medioambientales.

La Evaluación del Ciclo de Vida (ECV) es una herramienta para identificar y evaluar los aspectos medioambientales de productos y servicios desde el inicio con las entradas de recursos materiales y energéticos hasta su fin con la eventual venta del producto o sus residuos. Las normas de la serie ISO 14040 proporcionan los principios generales, el marco y los requisitos metodológicos para llevar a cabo los estudios de ECV de productos y servicios y como reducir el impacto medioambiental global.

La Norma ISO 14062, publicada en el año 2002, es otra herramienta que proporciona los conceptos y prácticas habituales para la integración de los aspectos medioambientales en el diseño y desarrollo de productos.

Por último, la Norma ISO 14050, publicada en el año 2002, es un vocabulario que ayuda a la organización a entender los términos utilizados en el conjunto de normas de la serie ISO 14000.

Aunque las Normas ISO 14000 están diseñadas para estar mutuamente soportadas, también pueden utilizarse de forma independiente para alcanzar objetivos o metas medioambientales. La familia completa de las Normas ISO 14000 proporciona herramientas de gestión a las organizaciones y empresas para controlar y mejorar su comportamiento medioambiental. Todas juntas proporcionan unos beneficios económicos tangibles, que incluyen:

- Ahorro de materias primas.
- Ahorro de energía.
- Mejora en la calidad del producto.
- Mejora del rendimiento del proceso.
- Mejora en la imagen de la empresa.
- Ahorro en los costes de gestión de residuos.
- Utilización de recursos renovables.

Asociado con cada uno de estos beneficios económicos hay distintos beneficios medioambientales, de forma que ésta es la contribución de las normas de la serie ISO 14000 al desarrollo sostenible.

## **Elementos de un SGMA**

Los elementos esenciales de un SGMA ajustado a la norma son unos elementos iniciales que permitirán definir la política medioambiental de la organización y a continuación los tres grandes bloques de SGMA: planificación, ejecución y evaluación, lo que conduce a una revisión y mejora continua de la política medioambiental, con lo que se cierra el bucle. Pasemos revista a cada uno de los elementos, analizándolos brevemente.

### *Adquisición de compromisos corporativos*

La experiencia nos dice que las iniciativas medioambientales requieren el compromiso claro e inequívoco de la alta dirección de la organización para tener éxito. Sin dicho compromiso no se dispondrá del apoyo en infraestructuras y recursos para un esfuerzo sostenido, y las iniciativas medioambientales se extinguirán rápidamente.

La alta dirección de una organización en muchos casos estará perfectamente definida, pero en otros casos no es así. Se podría decir que la alta dirección de una organización es aquella que puede aprobar el aporte de los recursos humanos, financieros y de infraestructura necesarios para llevar a cabo un SGMA.

Desarrollar un SGMA exige tiempo y para que sea efectivo debe mantenerse y desarrollarse. Por tanto, no basta con lograr el compromiso de la alta dirección, es fundamental el mantenerlo. Esto se conseguirá involucrando a los altos directivos en las revisiones del sistema y teniéndolos informados de forma regular de los progresos realizados.

### *Evaluación medioambiental inicial*

El objetivo de la revisión medioambiental inicial es conocer la situación de la organización con relación al Medio Ambiente. En primer lugar se trata de identificar fortalezas y debilidades medioambientales de la empresa, para a continuación establecer las pautas de futuro, es decir, anticiparse a las posibles amenazas, desarrollar la diferenciación con respecto a la competencia y crear nuevos productos o servicios.

La información que debe reunirse en la revisión medioambiental inicial se puede dividir en dos categorías: información sobre el producto o servicio e información sobre el sistema. El producto o servicio se define como la consecuencia de la actividad de la organización y los sistemas son las distintas formas que tiene la organización de llevar a cabo su negocio.

La revisión medioambiental inicial tiene cuatro áreas clave:

1. Requisitos legales y reglamentarios. Cualquier organización debería conocer todos los requisitos legales y reglamentarios a los que está sujeta en su funcionamiento, ya que, si se desconocen, no podrán ser cumplidos. Es frecuente que esta información esté poco documentada, dispersa y conocida tan sólo por unos pocos, ninguno de los cuales está al tanto del conjunto total.
2. Evaluación y registro de los efectos medioambientales significativos. Es importante que la Organización sea consciente y comprenda todos los efectos de sus actividades sobre el Medio Ambiente. Si no los conoce ni comprende, la dirección no será capaz de adoptar decisiones documentadas sobre las prioridades a la hora de establecer objetivos y metas para la mejora de sus actuaciones.
3. Examen de las prácticas y procedimientos de gestión medioambiental. Pocas organizaciones encontrarán que no han establecido un SGMA de algún tipo. Al menos, la ausencia de demandas judiciales, reclamaciones u otras indicaciones de problemas sugiere un cierto grado de control y gestión de los procesos potencialmente contaminantes. Aunque no se haya pensado en las prácticas y procedimientos existentes en un SGMA, la realidad es que constituyen uno rudimentario. La revisión medioambiental inicial debería examinar el alcance de los componentes que exis-

tan en el SGMA, pero también evaluar sus debilidades y deficiencias. Debería identificar los casos en que la ausencia de problemas sea atribuible más a la buena suerte que a una buena gestión. En cualquier caso, la revisión debe ser una tarea rápida, fácilmente comprensible, por lo que se debe centrar en identificar las necesidades, más que en la forma detallada de alcanzarlas.

4. Valoración de los incidentes y casos de no conformidad anteriores. Si se dispone de un registro histórico de incidentes y contratiempos, la revisión medioambiental inicial proporciona una oportunidad para cuantificar el problema, encontrar su causa, o al menos identificar la necesidad de realizar un estudio más profundo para encontrarla, y remediarlo.

Es importante considerar no sólo las situaciones normales, sino también las inusuales y de emergencia. Por ejemplo: actividades ocasionales de mantenimiento, condiciones atmosféricas inusuales aunque previsibles, incendios, vertidos de materiales, vandalismo, accidentes de tráfico e inundaciones.

El resultado final será el informar de la revisión medioambiental inicial.

### *Política medioambiental*

El propósito de realizar la declaración de una política medioambiental es doble: proporciona la definición de una política para los empleados de la empresa en lo que respecta a las cuestiones ambientales y proporciona una declaración de principios, prioridades e intenciones de cara a las personas ajenas a la compañía.

Es muy importante que la declaración de política medioambiental deje claro su alcance, es decir, las partes de la organización que abarca, y que sea breve, de tal manera que ocupe tan sólo una o dos páginas. Esto facilita su difusión al público, y a la vez aumenta la probabilidad de que sea leído y comprendido. Asimismo es importante que esté escrita en un lenguaje de fácil comprensión para profanos, con lo que se deben evitar términos técnicos o especialización.

La declaración de política medioambiental debe dar a conocer los objetivos medioambientales así como definir la forma de cumplir, superar o desarrollar dichos objetivos.

Las organizaciones que deseen alcanzar la certificación según la Norma ISO 14001 deberán incluir en sus políticas un compromiso de mejora continua de la actuación medioambiental.

Por último, la política medioambiental se hará pública y estará a disposición de las partes interesadas. Es igualmente importante que no sólo sea conocida, sino también comprendida por toda la organización y cada uno de los individuos relevantes entienda el papel que le corresponde desempeñar para su implantación efectiva.

### *Evaluación y registro de efectos medioambientales*

La identificación y evaluación de los efectos o impactos medioambientales forma parte tanto de la revisión inicial como del funcionamiento rutinario de un SGMA establecido. Esta información es imprescindible para el establecimiento de los objetivos y metas relevantes.

La Norma ISO 14001 define el efecto o impacto ambiental como:

«Cualquier acción transformadora (o cambio) ocasionada directa o indirectamente por las actividades, productos y servicios de una organización en el Medio Ambiente, sea perjudicial o beneficiosa.»

Es decir, la organización debe examinar y evaluar sus efectos y debe desarrollar un registro de los que se consideren significativos.

La evaluación incluye:

- Efectos directos e indirectos.
- Actividades, productos y servicios pasados, presentes y futuros.
- Condiciones de funcionamiento normales, anormales y situaciones de emergencia.

Y cubre los siguientes efectos:

- Las emisiones controladas e incontroladas a la atmósfera.
- Los vertidos controlados e incontrolados a las aguas y alcantarillado.
- Los residuos sólidos y otro tipo, en particular los peligrosos.
- La contaminación del suelo.
- La utilización del suelo, agua, combustibles y energía, así como de otros recursos naturales.
- La emisión de energía térmica, ruidos, olores, polvo, vibraciones e impacto visual.

Por último hay que indicar que no es sencillo determinar si un determinado efecto o impacto es significativo.

### *Registro de los requisitos legales y reglamentarios*

La legislación medioambiental se está desarrollando a un ritmo tal que la tarea de registrarla puede llegar a ser abrumadora. En cualquier caso no

se trata de registrarla toda. Lo que la Norma ISO 14001 requiere es un registro de los requisitos legales y reglamentarios. No es suficiente con que el departamento jurídico de la compañía conozca los decretos que ésta debe cumplir; lo que importa es que la dirección comprenda las implicaciones prácticas de cara a las actividades ordinarias.

El registro se desarrollará continuamente y serán necesarios procedimientos para asegurar que está actualizado exhaustivamente y con la máxima rapidez.

### *Objetivos y metas medioambientales*

La Norma ISO 14001 define los objetivos medioambientales como:

«Fines que la organización se propone alcanzar, en cuanto a actuación medioambiental, programados cronológicamente y cuantificados en la medida de lo posible provenientes de la política medioambiental y la evaluación de los impactos medioambientales.» Asimismo, define las metas medioambientales como «requisitos detallados de actuación, siempre que sea posible cuantificados, aplicables a la organización o a partes de ésta, que tienen su origen en los objetivos medioambientales y que se deben cumplir para alcanzar dichos objetivos.»

Por tanto existe una jerarquía entre la política medioambiental, los objetivos y las metas. La diferencia entre objetivos y metas está en el nivel y grado de detalle y en que la Norma ISO 14001 requiere que los objetivos estén a disposición del público.

Los objetivos y metas definen la proporción de mejora continua que la organización intenta alcanzar en su actuación medioambiental y, por tanto, son esenciales para secundar la política medioambiental.

A la hora de decidir de qué efectos significativos encargarse, las consideraciones empresariales y económicas serán importantes, pero también lo será la realización de una amplia consulta en la organización, ya que de esta forma aumentan las posibilidades de lograr los objetivos sugeridos por el personal.

### *Programa de gestión medioambiental*

La Norma ISO 14001 define al programa de gestión medioambiental de una forma muy sencilla:

«Es una descripción documentada de los medios para lograr los objetivos y metas medioambientales.»

Para cada objetivo y meta medioambiental debería haber un programa de gestión en el que se mostrara:

- Qué se va a hacer.
- Cómo se va a hacer.
- Cuándo se va a hacer.
- Quién será responsable.

El grado de complejidad de los programas medioambientales variará enormemente, al igual que lo hará el número de personas implicadas en ellos. Una campaña de sensibilización medioambiental del personal puede utilizar métodos muy sencillos y está dirigida a todo el personal de la Organización. En cambio, un programa de remodelación de una gran planta industrial será muy complejo y, sin embargo, lo realizan muy pocas personas.

### *Organización y asignación de responsabilidades*

El éxito de un SGMA depende en gran medida del compromiso de la alta dirección con la asignación de los recursos adecuados y con la creación de una organización y una cultura en la que el personal pueda trabajar de modo efectivo para promover y alcanzar unas buenas prácticas medioambientales. El SGMA no puede funcionar sin una clara identificación de los roles y responsabilidades, y sin la asignación de los recursos necesarios.

En primer lugar se deberá designar un director responsable de los asuntos medioambientales, a ser posible de la alta dirección, que se encargará de:

- Vigilancia del desarrollo y ejecución del SGMA.
- Coordinación de la gestión medioambiental en toda la organización.
- Supervisión de los desarrollos medioambientales.
- Asegurar que el SGMA se mantiene y actualiza de acuerdo con lo establecido.

A continuación, y aprovechando la estructura organizativa de la empresa, la principal responsabilidad directa de la ejecución del SGMA descansa sobre los directores de las unidades funcionales más relevantes, que adquieren responsabilidades como:

- Desarrollo y documentación del SGMA de su unidad.
- Identificación de las actividades medioambientalmente críticas y documentación de las principales responsabilidades.

- Desarrollo y mantenimiento de una comunicación bidireccional con el director responsable.
- Identificación y satisfacción de las necesidades de formación.
- Documentación de procedimientos e instrucciones de trabajo.
- Ayuda al establecimiento de objetivos y metas.
- Desarrollo y gestión de programas de mejora.

Los diagramas organizativos pueden ser de gran ayuda para resumir las responsabilidades e identificar las cadenas de información y las actividades conectadas. A estos efectos resulta conveniente hacer referencia a los cargos, en lugar de a los individuos.

### *Formación y capacitación*

Un SGMA proporciona una estructura en la que los asuntos medioambientales pueden ser tratados de manera efectiva, aunque las tareas requeridas correspondan a personas de todos los niveles de la organización. Para cumplir sus obligaciones de forma eficiente necesitan estar formados con las adecuadas habilidades, conocimientos y experiencia, requiriendo varios cursos de formación diferentes.

La compañía debería establecer procedimientos para identificar necesidades y proporcionar la formación adecuada, específica para cada puesto de trabajo y general sobre Medio Ambiente, a todo el personal. Se deberían impartir tanto cursos de introducción como de actualización y deberían ser suficientes en extensión y naturaleza para asegurar que se cumpla la política medioambiental y se alcancen los objetivos de la empresa.

Deberá mantenerse un registro completo de todos los cursos de formación realizados por cada individuo en relación con el Medio Ambiente, de forma que sea posible identificar las habilidades básicas disponibles así como cualquier carencia de formación.

### *Comunicación con las partes interesadas*

Es importante que todos los individuos de la organización tengan un sentimiento de pertenencia y responsabilidad personal en el SGMA. Para ello es necesario que hayan comprendido bien el sistema y sus beneficios, así como su contribución potencial al éxito global.

Una buena comunicación podría alcanzarse mediante:

- El estímulo activo de las sugerencias de los empleados a través de hojas informativas, buzónes para sugerencias y concursos.

- El estímulo a la participación de los empleados en las iniciativas medioambientales internas y externas.
- Programas de concienciación y campañas dirigidas hacia temas medioambientales específicos.
- Descripción clara de los papeles del personal para alcanzar los objetivos y metas de la compañía.
- Informes progresivos de los logros corporativos y locales.

### *Documentación del SGMA*

La documentación es quizás la preocupación más habitual que surge durante la implantación de un SGMA. Se suscitan temores por la burocracia, la asignación de recursos y, sobre todo, porque todo se quede en el papel en lugar de convertirse en un sistema realmente práctico de gestión medioambiental.

La preparación de procedimientos e instrucciones de trabajo escritos es esencial cuando se cumplen dos condiciones:

1. La actividad es crítica para cumplir con la política medioambiental, o para alcanzar los objetivos que se extraen de ella.
2. La ausencia de instrucciones escritas podría suponer una infracción de la política medioambiental.

La documentación del SGMA proporciona información al personal de la organización sobre actividades y funciones medioambientales críticas, para asegurar:

- Contraste de la política medioambiental, los objetivos y metas y el programa de gestión medioambiental.
- Documentación sobre las responsabilidades.
- Descripción de forma clara de la forma de llevar a cabo las actividades.
- Ausencia de resultados indeseables.
- Independencia de personas concretas.
- Formación eficiente del nuevo personal.
- Archivo de los registros para demostrar que lo que se había planeado se está alcanzando.

Por otra parte el propósito del control de la documentación es asegurar que:

- Los documentos estén disponibles para todos aquellos que los necesiten y siempre que los necesiten.
- No se produzcan pérdidas de tiempo en rehacer o buscar documentos que ya existen.

- Los documentos estén actualizados para hacer frente a los cambios en la Organización.

### *Control operacional*

Una vez preparada y documentada la política medioambiental, los objetivos y metas y el programa, la gestión medioambiental puede incorporarse a las operaciones cotidianas para asegurar que están planificadas adecuadamente y que tanto ellas, como sus efectos medioambientales, están bajo control. Dicho control incluye la planificación de las actividades y procesos, ejecutándolas según lo planificado, registrando y analizando los resultados para comprobar si son satisfactorios y llevando a cabo las acciones correctoras si no lo son.

La idea común consiste en que la acción nunca se ejecute sin haber sido previamente planificada, y sin existir acuerdos para la valoración de su efectividad. Si se prueba que la acción es efectiva, puede repetirse sin ser modificada, pero permaneciendo sujeta a verificaciones continuas. Si se comprueba que en alguna etapa la acción no es efectiva, debe ser corregida a fin de que se vuelva eficaz.

### *Planes de emergencia*

En un SGMA debe ponerse el énfasis en la prevención de los efectos medioambientales nocivos evitables. Por tanto es indispensable identificar no sólo los efectos significativos actuales, sino también los potenciales. Esta identificación trae consigo una evaluación del riesgo, entendido éste como el producto de la probabilidad de que tenga lugar por la severidad de las consecuencias.

La identificación de riesgos medioambientalmente significativos vendrá seguida de una evaluación de los mecanismos de control necesarios para prevenirlos, o más exactamente, para minimizar la probabilidad de su realización.

Aún así, como la prevención completa es imposible, se debe disponer de planes de emergencia para actuar en el caso de que ocurra un incidente. Según la Norma ISO 14001, los planes de emergencia deben incluir la información medioambiental pertinente y las consiguientes instrucciones, para resolver cuestiones como:

- Posible consecuencias medioambientales de emergencias potenciales.

- Control de tales consecuencias y mejora de sus efectos, lo que incluye responsabilidades, autoridades y procedimientos de gestión, procedimientos para dirigir el trabajo de control y corrección, procedimientos para la comunicación con las partes interesadas

Se comprende que los planes de emergencia deben estar sometidos a una revisión periódica y a su posible modificación, sobre todo después del análisis de los incidentes históricos registrados.

### *Verificación y registro*

Hay que verificar actividades tan diversas como cantidades, flujos y composiciones física, química y biológica de los efluentes, emisiones y residuos, hasta quejas de vecinos y la efectividad de la información dirigida a los consumidores. Aunque son actividades muy diversas, un requerimiento común a todas ellas es que sean cuidadosamente planificadas a fin de alcanzar sus objetivos de forma eficiente y rentable.

La secuencia principal de actividades en la planificación de cualquier verificación o toma de datos consta de las siguientes etapas:

- Desarrollo de una declaración de objetivos clara y cuantificada.
- Elección del lugar en el que se realizarán las mediciones.
- Frecuencia y fechas con la que se realizarán las mediciones.
- Determinación de los métodos de medición más adecuados y los métodos de control para asegurar que los resultados tienen la precisión requerida.
- Determinación del manejo y comunicación de los datos de verificación.

### *Acciones correctoras*

Una acción correctora es necesaria cuando no existe cumplimiento, es decir, cuando fracasa la ejecución planificada de parte del SGMA, o cuando no se alcanza el resultado que se espera. La acción correctora tiene como objetivos:

- Restauración del control tan rápidamente como sea posible.
- Amortiguación de las consecuencias de la falta de cumplimiento.
- Investigación e identificación de las causas que lo han originado y dar los pasos necesarios para prevenir su repetición.

### *Registros*

Los registros proporcionan evidencias acerca de la ejecución del SGMA, e indican si ha tenido éxito o no, en el logro de los objetivos y metas. La

información a registrar puede ser muy extensa en cuanto a objetivos y alcance y puede incluir registros de:

- Tareas y responsabilidades asignadas.
- Identificación de necesidades de formación, cursos de formación y éxito de dichos cursos.
- Proceso de evaluación medioambiental de efectos y sus resultados.
- Progreso hacia el logro de objetivos y metas.
- Resultados de las verificaciones rutinarias, incluyendo de las exigidas por la legislación.
- Incidencias de falta de conformidad, acciones correctoras llevadas a cabo y sus resultados.
- Auditorías y acciones subsiguientes.

El alcance del registro de los datos de las verificaciones y el tiempo durante el cual deben ser guardados, es una cuestión que debe considerarse cuidadosamente. Generalmente los datos rutinarios de control no se guardarán por mucho tiempo, ya que sólo se comunicarán en casos excepcionales.

La presentación de los resultados de las verificaciones deben presentarse de forma que ofrezcan información concisa, identificando claramente los resultados inusuales o problemáticos y las comparaciones con los objetivos, límites legales, resultados históricos previos, etc.

### *Auditoría del SGMA*

Las auditorías pueden ser internas o externas. Las auditorías internas se llevan a cabo por la misma organización, mientras que las externas las realizan otros profesionales independientes de la organización que es auditada. La naturaleza de las auditorías internas y externas diferirán algo en los objetivos que pretenden alcanzar, pero el enfoque es el mismo. Aquí nos referiremos siempre a las auditorías internas.

Las auditorías internas constituyen una parte esencial de cualquier sistema de gestión, ya que proporcionan los medios para revisar el funcionamiento efectivo del sistema, y poner en marcha acciones correctivas en caso necesario. Su objetivo final es la mejora del SGMA de la organización y de este modo contribuir a la mejora continua de la actuación medioambiental de la organización.

Según la Norma ISO 14000, debe establecerse un programa de auditorías internas, definiendo las actividades y áreas que deben ser auditadas, las responsabilidades para ejecutarlas, y la frecuencia con que se llevarán

a cabo. También requiere que la organización desarrolle procedimientos y protocolos de auditoría que traten el método a seguir en las auditorías, la emisión de informes y la selección del equipo auditor.

### *Revisión del SGMA*

Una vez establecido el SGMA, éste deberá contener mecanismos para su propio mantenimiento. El sistema debería ser flexible y estar sujeto a continuas revisiones a los niveles adecuados. En este sentido, un SGMA ejecutado y mantenido de manera efectiva, debería conseguir que la organización progresara por el camino de la mejora continua del que ha partido.

Las revisiones deben estar documentadas a fin de proporcionar un registro de sus deliberaciones y descubrimientos. Las razones por las que se llevaron a cabo deben registrarse, pues aunque algunas revisiones sean rutinarias otras pueden haber sido provocadas por circunstancias específicas, ya sean internas o externas a la organización. No es necesario que la documentación sea extensa; su propósito es evitar tener que reexaminar las mismas cuestiones más adelante, y asegurar que se siguen las recomendaciones hechas durante la revisión.

**SÉPTIMA SESIÓN**

**GEOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE  
Y CATÁSTROFES**

## GEOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y CATÁSTROFES

Por JUAN DE DIOS CENTENO CARRILLO

### Introducción

La participación de un geólogo ambiental en esta reunión me pareció desde el primer momento un reto difícil e interesante a la vez. Y parece que no soy el único que así lo ve porque, entre los amigos-asesores a los que he consultado, sólo han surgido dos ideas: la del papel del Ejército en las catástrofes naturales (sugieren los geólogos, *sentido estripto*) y la del papel del Ejército en la gestión y conservación de enormes extensiones de territorio ¿quién hubiera podido conservar Cabañeros mejor? (sugieren los ecologistas y ecólogos). Ideas sugerentes pero difíciles de conciliar y, a mi juicio, poco ambiciosas.

Combinar Defensa y Geología es una de esas tareas difíciles no de resolver sino de empezar. Sólo parece que compartan interés por algunos recursos minerales estratégicos (que es uno de los temas preferidos de la Geología tradicional), el papel del relieve en la estrategia o del agua en la logística. Combinar Defensa, Geología y Medio Ambiente es faena aún más compleja.

Ni los geólogos ni los militares tenemos buena fama en los círculos ambientalistas. Y no es de extrañar. Los geólogos, aun habiendo contribuido a entender el planeta complejo y vivo (Gaia) hemos pasado la mayor parte de nuestra historia prospectando sustancias minerales, extrayéndolas a cualquier precio o asesorando a los ingenieros civiles en la construcción

de grandes obras. Aún hoy, muchos geólogos trabajan en esa línea. Mi maestro, el geomórfolo australiano C. Rowland Twidale afirmó en una ocasión que:

«Por desgracia, para muchos geólogos todo lo que no es muy profundo y antiguo es demasiado "superficial"»

Y, en consecuencia, los geólogos tenemos fama de aceptar cualquier barbaridad para sacar a la superficie unos fósiles del precámbrico. Así se comprende que, a pesar de que el sustrato de todos los ecosistemas sea materia geológica, los geólogos se han mantenido apartados de lo verdaderamente ambiental. En cuanto al malestar de los ambientalistas respecto a las Fuerzas Armadas, adivino que tiene más que ver con las alianzas ideológicas entre el ecologismo y el pacifismo que con un análisis del impacto ambiental del Ejército, pero se trata de un tema en el que no estoy profesionalmente capacitado.

Por eso he optado por centrarme alrededor de las relaciones entre Geología y Medio Ambiente y tocar sólo muy puntualmente las relaciones con el Ejército.

En este trabajo pasaré revista a las grandes ideas ambientalistas en las que la Geología (y el conjunto de la Ciencias de la Tierra) andan metidas. Y luego trataré de centrarme en la explicación de dos tipos de «catástrofes»:

1. La catástrofes, *sentido estripto* en las que un acontecimiento de corta duración (geológicamente hablando) y gran intensidad provoca daños socio-económicos y, muy a menudo, requiere la intervención del Ejército.
2. La «catástrofe» topológica que se refiere a las discontinuidades en el régimen de funcionamiento de un sistema como consecuencia de un cambio continuo en las variables de control. Son éstas las catástrofes a largo plazo, las que ponen en peligro más que los recursos naturales de que dispondremos a medio plazo ya que amenazan a nuestra supervivencia.

Con ellas, y a través del concepto de huella ecológica, quiero llegar a la cuestión de si existe o no una crisis ambiental y, ante la duda, a plantear lo que otro de mis maestros (Arie Issar) llamaba la estrategia de *win or gain* (vencer o ganar).

### **Geología Ambiental «clásica»**

Casi cualquier libro de Geología Ambiental incluye, como principales apartados de su índice, los siguientes temas: recursos naturales, riesgos geológicos e impactos ambientales

## Recursos naturales

En el apartado de «recursos naturales», casi todos los textos comienzan con la clasificación de recursos «renovables y no renovables». Aunque esta clasificación fue en su momento de gran utilidad, hay que tener presente los límites de validez.

Hay recursos definitivamente no renovables, como la energía fósil, y la mayor parte de los recursos minerales son no renovables, porque los consumimos a velocidades muy superiores a las que se generan.

En estos recursos no renovables, merece la pena repasar dos términos que se usan frecuentemente y justifican nuestra actitud, figura 1.

«Cantidad de recurso» es la cantidad existente de un recurso natural existente en un momento dado, en todo el Planeta o, por extensión, en todo el universo. Para la mayor parte de los recursos minerales y para los combustibles fósiles, la cantidad de recurso puede considerarse una cantidad fija a escala humana, dada la velocidad de los procesos de formación.

«Las reservas» de un recurso son la cantidad que en un momento dado se ha descubierto y resulta rentable extraer. Evidentemente los dos límites de «las reservas» son variables, porque la economía cambia y la humanidad sueña, desde antes de Julio Verne, con explorar y conocer los confines del universo. Y de ahí deriva la tradicional confianza en la abundancia de los recursos.

Cuando se trata de recursos estratégicos, la conservación de las reservas debe ser un objetivo prioritario, porque al agotamiento se suma la amenaza de los cambios del coste de extracción. Pero entiendo que la buena gestión de los recursos minerales no renovables no es exactamente un asunto ambiental. El agotamiento de todo el wolframio del mundo no parece tener ninguna consecuencia ecológica; si queremos conservarlo es por puro utilitarismo. Sin embargo, compartimos el resto de los recur-

| Recursos      |                            | Conocidos | Desconocidos | Coste de extracción |
|---------------|----------------------------|-----------|--------------|---------------------|
| Económicos    | Reservas                   |           | -            |                     |
| Subeconómicos | Cantidad de recursos       |           | +            |                     |
|               | + Probabilidad de hallazgo |           | -            |                     |

**Figura 1.** *Conceptos de cantidad de recurso y reservas en recursos geológicos no renovables.*

Los recursos naturales con toda la biosfera y ésta es el recurso cuya conservación es más urgente.

Al margen de estos recursos definitivamente no renovables, la renovabilidad de cualquier recurso natural puede medirse por un índice sencillo, pero sometido constantemente a cambios:

$$IR = \frac{VG}{VC}$$

Donde:  $IR$  = Índice de Renovabilidad

$VG$  = Velocidad de Génesis en la naturaleza

$VC$  = Velocidad de Consumo

O en una versión algo más sofisticada:

$$IR = \frac{VG + TrU \times VC + TrC \times VC}{VC}$$

Donde:  $TrU$  = Tasa de reUtilización

$TrC$  = Tasa de reCiclado

De esta forma, son renovables todos aquellos recursos naturales que se generan en la Naturaleza más rápido de lo que se consumen.

La segunda versión permite entender hasta qué punto el concepto es variable. La renovabilidad, y consecuentemente la sostenibilidad, dependen del ritmo de consumo, reutilización y reciclado, las variables que podemos modificar para cada recurso. En función de estas variables (la conocida como política de las tres erres: reducción, reutilización y reciclado) podemos convertir en recursos renovables muchos de los que ahora no lo son.

Cerca de la utopía, si la tasa de reciclado se acerca al 100% ( $TrR \rightarrow 1$ ) podemos hacer que recursos metálicos, tradicionalmente considerados no renovables, sean en la práctica renovables, haciendo que la cantidad de reservas evolucione tan lentamente que podamos considerarla constante. Pero cerca de la realidad, si la tasa de degradación (una forma de consumo) del suelo o el agua supera su tasa de regeneración, los recursos renovables por excelencia pueden acabar no siéndolo.

La velocidad de génesis de los recursos puede modificarse, pero siempre a expensas del consumo de otro recurso. La producción de biomasa alimentaria es un buen ejemplo: la productividad agrícola ( $VG$ ) puede incrementarse notablemente, pero siempre a costa del uso añadido de recursos energéticos, hídricos y minerales (nutrientes como los fosfatos).

En este sentido, y ahondando en el enfoque global, resulta muy interesante el concepto de «huella ecológica», acuñado por Wackernagel & Rees (2002), o el de «espacio ecológico», utilizado en España por Amigos de la Tierra. Se definen ambos conceptos como el cociente entre el espacio necesario para producir los recursos y el espacio ocupado por los consumidores de esos recursos. A escala global es el espacio necesario para producir los recursos usados por la humanidad, o la proporción entre superficie necesaria para producir los recursos y superficie del Planeta. Así, la huella ecológica global se mide en número de planetas necesarios para mantener el consumo de recursos, valor que, desde el año 1960 al año 2000, ha pasado de aproximadamente 0,65 a 1,2.

Según los cálculos del WWF (*Planet Living Report*), a mediados de los años setenta la humanidad sobrepasó el límite de la sostenibilidad. Al margen de la dificultad y fiabilidad de los cálculos, el incremento de huella ecológica corre paralelo a la reducción del índice de calidad ambiental, un índice cuantitativo basado en el inventario de especies en todo el mundo, figura 2.

Todo ello sin entrar en los desequilibrios regionales de disponibilidad de bienes y huella ecológica, que sin duda estarán detrás de todos los conflictos internacionales.

Estamos descubriendo que el suelo agrícola o el agua (tradicionalmente clasificados como recursos renovables) son sólo «potencialmente renovables». No sólo los consumimos demasiado deprisa sino que además hemos activado procesos naturales (riesgos inducidos) que están destruyendo recursos muy valiosos. De hecho el campo de los riesgos naturales es el otro gran tema de la Geología Ambiental.

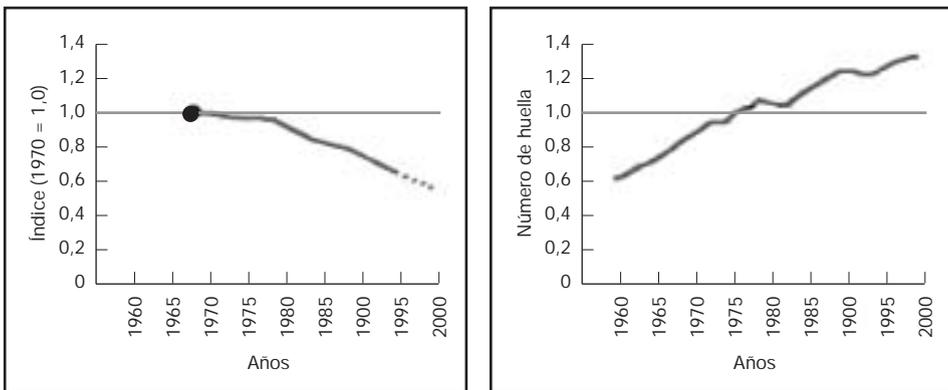


Figura 2. Índice de calidad general ecológica y huella ecológica según el WWF, 2002.

## *Riesgos y peligros naturales*

Cualquier actividad humana corre el riesgo de sufrir daños. Las compañías de seguros tienen muy claro que el riesgo de un suceso que deben asumir puede medirse con una sencilla expresión:

$$\text{Riesgo} = \text{probabilidad} \times \text{coste}$$

El coste es, a su vez una función compleja de la peligrosidad intrínseca del proceso y la vulnerabilidad social.

$$\text{Coste} = f(\text{peligrosidad, vulnerabilidad})$$

Esta sencilla expresión es el elemento fundamental de toda sensata previsión de fondos de catástrofe (nacional, municipal o personal) ante las inundaciones, los terremotos o el naufragio de petroleros.

Llegados a este punto, puede resultar sensato recordar la definición de peligro geológico (extensible a cualquier peligro natural) del Servicio Geológico de Estados Unidos ([www.usgs.gov](http://www.usgs.gov)). Según esta Institución, un «peligro geológico» es cualquier «condición» (falla, llanura aluvial, vertiente metaestable, etc.), «proceso» (deformación cortical, escorrentía superficial, socavación de vertientes, etc.) o «suceso» capaz de causar daños a la salud o los bienes.

La definición es muy útil para entrar en el mundo de la predicción. La «predicción» perfecta es aquella que es precisa y fiable en lo que se refiere al espacio (donde se dan «condiciones» peligrosas), la tipología e intensidad de los «procesos», y el tiempo (sobre todo cuando se trata de «sucesos» de corta duración y alta intensidad, pero también para predecir la «evolución» de procesos más duraderos).

La probabilidad de un suceso es la forma más sencilla de «predicción temporal»; y la más frecuente en lo que se refiere a procesos geológicos. Podemos asignar una probabilidad a la inundación de una zona o a los terremotos, pero muy raramente podemos predecir el lugar, el momento y las dimensiones de este tipo de acontecimientos (1).

---

(1) Hay unos pocos casos de predicción temporal de catástrofes, de entre los cuales destaca la erupción del St. Helens, en la cordillera de las Cascadas (Washington, Estados Unidos), el día 18 de mayo de 1980. Éste es un caso paradigmático porque, ante la confianza en la predicción, se ordenó la evacuación de una gran región dedicada a la explotación maderera, y tuvo que ser el Ejército quien evacuara a los empleados de las compañías. Las únicas víctimas fueron unos geólogos, a consecuencia de un deslizamiento en las faldas del volcán, y semejante «éxito» debe medirse en el marco de una evacuación forzosa que hubiera sido un desastre económico si la erupción no se hubiese producido.

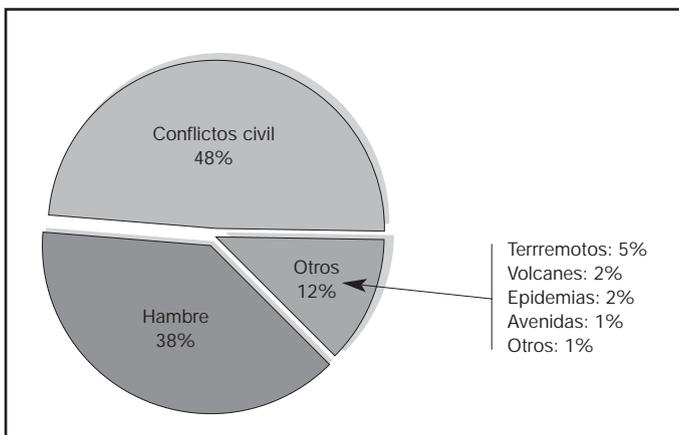
La «predicción» más frecuente en Geología es la «espacial», esto es, la definición de áreas afectadas por cualquier peligro potencial. Por ello, la ordenación del territorio es, desde el punto de vista de la Geología, el mecanismo más eficaz de prevención.

Delimitar zonas inundables o sísmicas es mucho más útil, al menos en teoría, que adoptar medidas de urgencia ante la predicción temporal de catástrofes. Pero la delimitación de áreas potencialmente afectadas se combina con la probabilidad y la tipología de acontecimientos, definiendo zonas de diferente tiempo de retorno o nivel de peligrosidad. Así la adopción de medidas preventivas depende de la confianza en la predicción y los costes (económicos, humanos y políticos) que se puedan asumir en periodos de tiempo largos, especialmente en el caso de procesos geológicos, figura 3.

La delimitación de áreas con normas de construcción sismorresistentes, o las restricciones a la ocupación de zonas inundables, por ejemplo, son obstáculos al desarrollo muy difíciles de asumir por los dirigentes. Don Jaime Matas, el ministro de Medio Ambiente, dijo en un acto del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, en la Navidad de 2000-2001, que su papel como ministro de Medio Ambiente era:

«Impedir que el Medio Ambiente fuera un obstáculo para el desarrollo.»

La afirmación encierra una evidente confusión de papeles entre Ministerios, pero también el desequilibrio de presión política entre lo puramente ambiental y lo socio-económico, con clara ventaja del último. Al fin y al cabo, como muestra en su trabajo Blaikie y otros (1991) las catástrofes naturales constituyen un mal menor en el balance global de coste humano,



**Figura 3.** Desastres en 1900-1990 (según Blaikie y otros).

y las limitaciones al desarrollo por causas ambientales tienen una mala prensa, inversamente proporcional al nivel de desarrollo de las naciones.

Esto se relaciona con el tema de la vulnerabilidad social. En España, las pérdidas por inundaciones superaron en el año 1989, en un año, todas las previsiones por desastres naturales para el periodo 1986-2016 (Instituto Geológico y Minero de España, 1988). La ocupación de las llanuras aluviales, en pleno tirón de desarrollo económico, multiplicó los efectos de fenómenos naturales que no tuvieron nada de extraordinario. Los acontecimientos demostraron que una mala gestión del territorio (un incremento de vulnerabilidad) causó más aumento de daño que los cambios en los procesos naturales; pero también que una sociedad bien organizada (que, en este sentido, había reducido su vulnerabilidad) pudo asumir los daños sin modificar su tendencia al desarrollo.

Estas dificultades de adecuación a los riesgos «catastróficos» es aún mayor ante los riesgos derivados de procesos de larga duración y menor intensidad; la erosión del suelo o el cambio climático son sucesos de alta probabilidad y grandes costes pero, todo hay que decirlo, de poca audiencia en los medios de comunicación si no producen grandes catástrofes.

La erosión de los suelos, que incluye tanto la erosión superficial como el lavado de nutrientes hacia las aguas subterráneas, tiene (en presente, renunciando a valorar su potencialidad) costes a través de la pérdida de productividad o de las inversiones para mantenerla, la degradación del paisaje (en un país donde el turismo es nuestro mayor recurso económico), la contaminación de las aguas subterráneas (por esos nutrientes que la escasa cubierta vegetal no consigue mantener en el ciclo edáfico), el entarquinado de los embalses, etc. Pero se trata de un proceso lento cuyas consecuencias se asumen poco a poco, a diferencia de la asimilación social de las grandes tragedias.

La cuestión es saber si estos procesos «lentos» no pueden convertirse en catástrofes de dimensiones planetarias. Aquí es donde parece sensato adentrarse en los conceptos de la palabra catástrofe.

### **Procesos naturales *versus* catástrofes sociales**

Los procesos naturales más relacionados con catástrofes sociales son las inundaciones —que ocupan un destacado primer lugar en España— los terremotos, los movimientos gravitacionales de ladera y los volcanes (2). En

todos los casos, hay procesos de todas las velocidades e intensidades y siempre son los procesos rápidos y pasajeros los que más daños causan.

Los territorios periódica o estacionalmente inundados se destinan a usos compatibles con la inundación, y raramente producen pérdidas; son las avenidas instantáneas (*flash floods*), como las ocurridas en Badajoz en noviembre del año 1997, las que destruyen infraestructuras mal ubicadas y producen víctimas. Los volcanes de erupción constante y poco explosiva (3), como los volcanes de Hawai, producen pocos daños, aunque restringen el uso del territorio; en cambio las erupciones explosivas, como la del St. Helens, producen daños en territorios extensos donde el peligro existe pero no es tan evidente como para renunciar a su ocupación. Los flujos de vertiente lentos y constantes también restringen el uso del territorio; y los deslizamientos instantáneos son los causantes de algunas de las peores catástrofes (4). En cuanto a los terremotos, afortunadamente, los fenómenos de gran magnitud no tienen nunca gran duración, pero la planificación más frecuente —la norma sismorresistente de construcción— no evita las grandes desgracias; sólo recientemente se está iniciando una clasificación detallada del territorio en función de su peligrosidad.

Todo esto es válido para los riesgos geológicos y el resto de los riesgos naturales. Estamos preparados para las epidemias cíclicas como la gripe (salvo cuando una de sus mutaciones anuales la convierte en un acontecimiento excepcional), pero una nueva epidemia (sida) o una plaga inesperada siempre causan daños importantes.

Un caso interesante es el de los riesgos cósmicos. La llegada de un asteroide, la transformación del Sol en gigante roja o la atenuación del campo magnético terrestre constituyen riesgos reales. En concreto, los asteroides

---

(2) A estos habría que añadir la sequía, como refirió el profesor Llamas Madurga en su discurso de ingreso a la Academia de Ciencias. Pero raramente se habla de la sequía como catástrofe porque los daños a las cosechas, al empleo e incluso a la salud se producen gradualmente. Sólo las grandes hambrunas (como las que sufre buena parte de África desde hace años) se mencionan en los catálogos de catástrofes. En todo caso, volveremos a las sequías más adelante.

(3) La viscosidad y explosividad del magma depende de su contenido en sílice. Éste depende del grado de evolución del magma, que a su vez se relaciona con la profundidad y el entorno geodinámico en el que se originan los magmas.

(4) De hecho, buena parte de los daños causados por terremotos e inundaciones se producen cuando el proceso primario produce inestabilidad en las laderas, sea por modificación de su geometría (por ejemplo, por socavación fluvial) o por añadir energía cinética (mediante las vibraciones) a vertientes metaestables.

tienen una extensa filmografía en el que el Ejército juega siempre un importante papel. Pero, desde el punto de vista de las Ciencias Ambientales casi carecen de interés.

Los riesgos cósmicos presentan pautas temporales con las que definir el factor probabilidad —los teóricos hablan de transformación del Sol en gigante roja dentro de unos 7.000 millones de años. y hay un cierto ritmo, del orden de los miles de años para los cambios de polaridad magnética. Incluso siendo indudable el coste altísimo que producirían, no podemos hacer predicciones espaciales, que regulen la ordenación del territorio, esto sin considerar la escala temporal de que se trata.

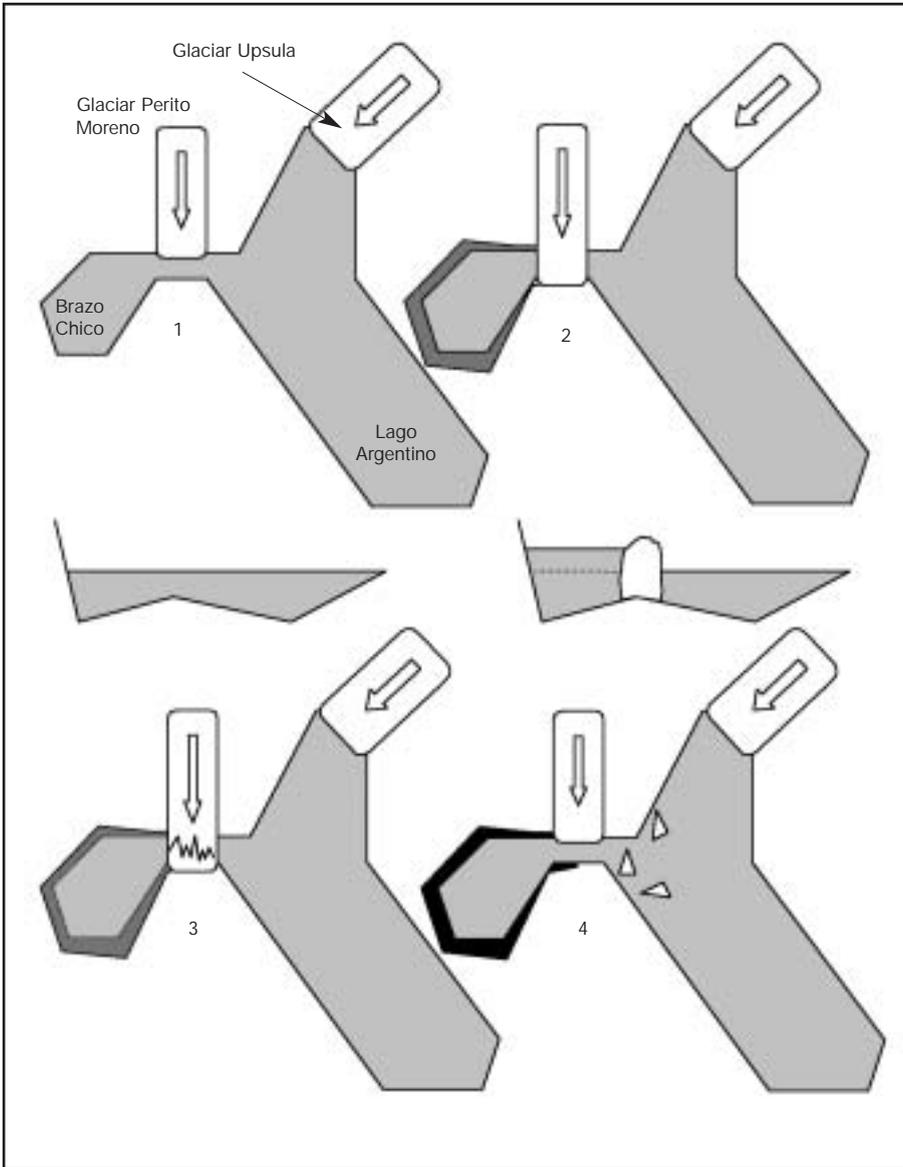
Las principales catástrofes naturales comparten algunas características que hacen siempre difícil cualquier predicción que no sea la espacial:

- Acontecimientos de corta duración y gran intensidad.
- Pautas temporales irregulares y periodos de recurrencia altos (en términos humanos).

Todos estos acontecimientos se producen como respuesta a procesos geológicos «continuos» que, sin embargo, dan lugar a acontecimientos de una brusquedad extraordinaria. Aunque, en todos los casos hay fenómenos que anteceden a la catástrofe, «precursores», éstos son difíciles de detectar y siempre dan una información ambigua sobre el momento y la intensidad del suceso. En general, una acumulación en la intensidad de precursores detectados indica una mayor inminencia e intensidad del suceso, porque el proceso continuo que está en la raíz del suceso también va acumulando causas.

Esta relación entre procesos continuos y discontinuos es uno de los asuntos más difíciles e intrigantes. El glaciar Perito Moreno (en Argentina) es un buen ejemplo de estas situaciones. Este glaciar extiende su lengua hasta el lago Argentino, en la Patagonia Occidental. Pero su lengua cierra la estrecha comunicación entre el lago y uno de sus brazos, el brazo o lago Chico, impidiendo que las aguas de toda la cuenca del Chico entren en el lago principal y haciendo que se almacenen en éste brazo, cuyo nivel de aguas crece rápidamente. Este obstáculo produce la acumulación de agua en el Chico, hasta que la presión diferencial del agua provoca la rotura del hielo glacial y una entrada catastrófica de agua en el lago Argentino. El acontecimiento es sólo una respuesta puntual a la acumulación de causas, figura 4.

Este tipo de fenómenos es extraordinariamente común y su cuantificación uno de los asuntos pendientes. De hecho los pocos casos en que la



**Figura 4.** El glaciar Perito Moreno, en la Patagonia, Argentina, desagua en el canal que enlaza el lago Argentino con su brazo Chico (1). El hielo tiende a aumentar su extensión hasta que las laderas de la vertiente opuesta lo impiden, provocando un cierre del brazo y un crecimiento del brazo Chico (2). La presión del agua va creciendo hasta provocar la rotura de la «presa» de hielo (3) y produciendo una entrada masiva de agua y hielo en el sector principal del lago Argentino. La zona de inundación cíclica queda desprovista de vegetación (4).

cuantificación se ha conseguido son de una abstracción tan profunda que la comunicación entre la teoría y la práctica apenas se ha llegado a producir.

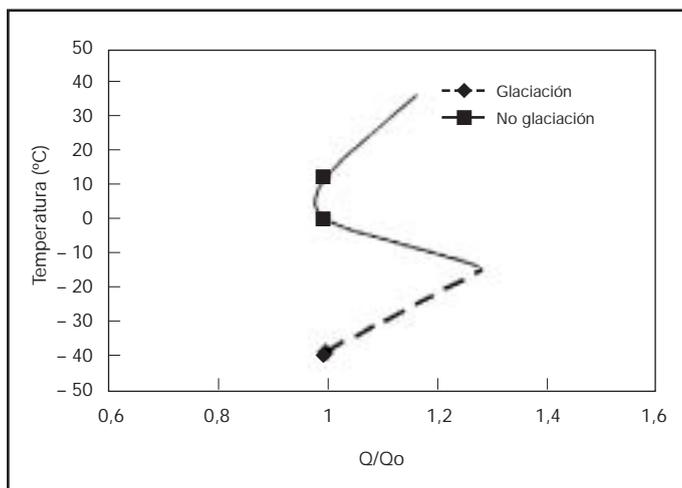
### Catástrofes topológicas

Muchos de estos fenómenos discontinuos representan la transición entre dos regímenes de funcionamiento: acumulación de tensión cortical hasta su liberación en un terremoto, acumulación de agua en el brazo Chico frente a escorrentía entre uno y otro lago, acumulación de energía potencial en una vertiente frente a transferencia en forma de energía cinética. Es sólo el tránsito entre regímenes de funcionamiento el que se produce bruscamente.

Hay otro ejemplo interesante, porque afecta a las previsiones de cambio climático. Las ecuaciones que resuelven la relación entre balance atmosférico de radiación y temperatura media global muestran soluciones lineales o no lineales según se considere el efecto de realimentación del modelo por el albedo de las capas de hielo, figura 5.

Los cálculos proceden de North y otros (1983) muestran la lógica relación entre balance de radiación temperatura media global. Sin embargo, cuando se considera el efecto del albedo y la ecuación se resuelve de dos formas, una partiendo de un balance muy superior al actual (en un planeta sin hielo) y otra partiendo de un balance menor que el actual (en

**Figura 5.**  
*Temperaturas globales steady state según el modelo de North y otros (1983) en Crowley y North (1991).*

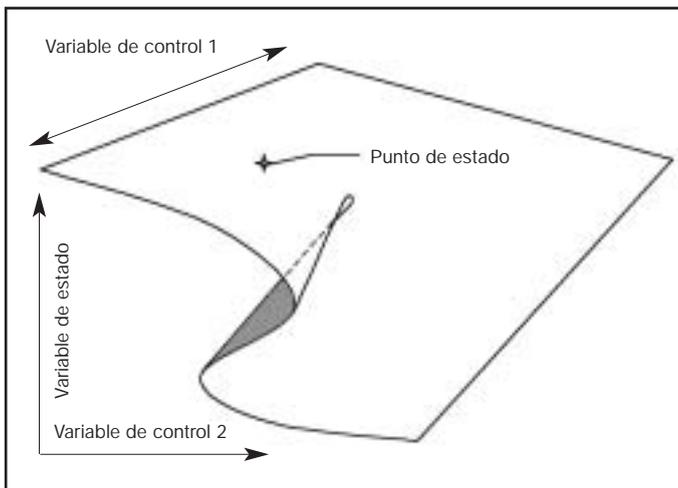


un planeta sometido a una glaciación), las dos curvas producen un sector donde tres soluciones son posibles y los cambios de una a otra situación (en la realidad, no en las ecuaciones) aún están mal comprendidos.

El ejemplo es especialmente polémico. Muestra claramente los límites de nuestro conocimiento, ya que prevé en condiciones de no glaciación las actuales temperaturas medias (aunque estemos en plena glaciación). Además, la situación de inestabilidad o indeterminación que los modelos predicen para el balance de radiación actual sólo puede tener un significado: la sensibilidad y fragilidad real del sistema, figura 6.

El modelo anterior se parece tremendamente al modelo de «catástrofe en cúspide» de la teoría de catástrofes, formulada por René Thom (1973) cuando estudiaba discontinuidades desde la perspectiva de la biomatemática y la topología. Aunque la teoría ha caído en desuso, sin haber sido por ello refutada, ya que presenta grandes dificultades para la cuantificación, aún sigue ofreciéndonos un «vocabulario» excelente para entender algunas de estas discontinuidades.

En teoría de catástrofes un sistema de  $n$  variables de control y  $m$  variables de estado se describe mediante una función  $m+n$  dimensiones; los estados estables se sitúan todos dentro de una «superficie» de  $m+n-1$  dimensiones cuya configuración depende también del número de variables, y el estado de sistema en un momento dado viene definido por un «punto» de  $m+n-2$  dimensiones. Con estos rasgos, la teoría sólo se ha aplicado a sis-



**Figura 6.** Estructura de la catástrofe en cúspide.

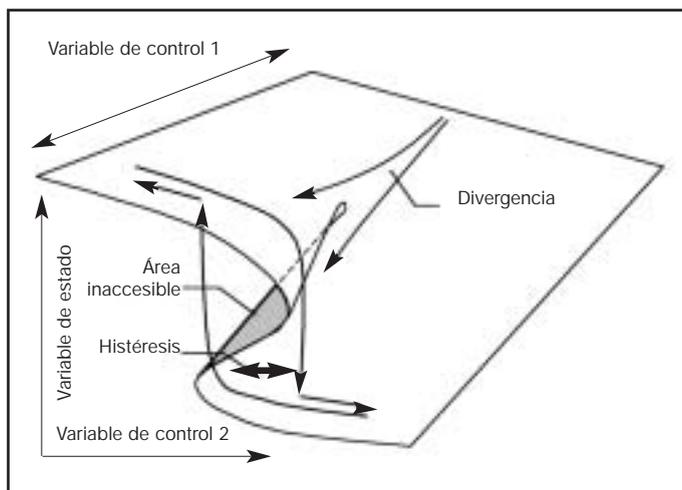
temas que pueden describirse con muy pocas dimensiones y, de hecho, el caso más utilizado es el de la «catástrofe en cúspide» para sistemas de dos variables externas o de control y una interna o de estado. En consecuencia se trata de una función tridimensional, con un superficie bidimensional de estabilidad y con el sistema representado por un punto (unidimensional).

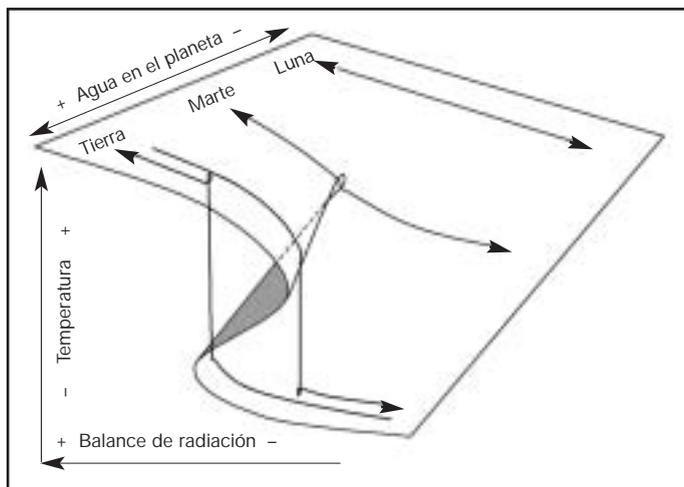
En la «catástrofe en cúspide», la superficie de estados «estables» presenta un pliegue en los valores extremos de una de las variables de control, pliegue que define una región inaccesible y configura la mayoría de las propiedades de estas funciones:

- Bimodalidad, ya que son mucho más abundantes los valores extremos de la variable de estado.
- Divergencia, ya que pequeñísimas diferencias en una de las variables de control (variable 2 en la figura 7) producen cambios radicales, y difíciles de predecir, cuando va cambiando el valor de la otra variable de control (variable 1).
- Saltos bruscos en la variable de estado, en respuesta a cambios progresivos en una de las variables de control.
- Histéresis, ya que los saltos bruscos se producen para valores diferentes de la variable de control cuando el cambio se produce en sentidos opuestos.

El modelo se ha utilizado en varios campos de la Sociología y la Psicología (para explicar por ejemplo los comportamientos agresivos), la Biología de poblaciones (para entender la territorialidad humana y la de varias espe-

**Figura 7.**  
*Propiedades básicas de un sistema según el modelo de catástrofe en cúspide (modificado de Woodcock y Davis).*





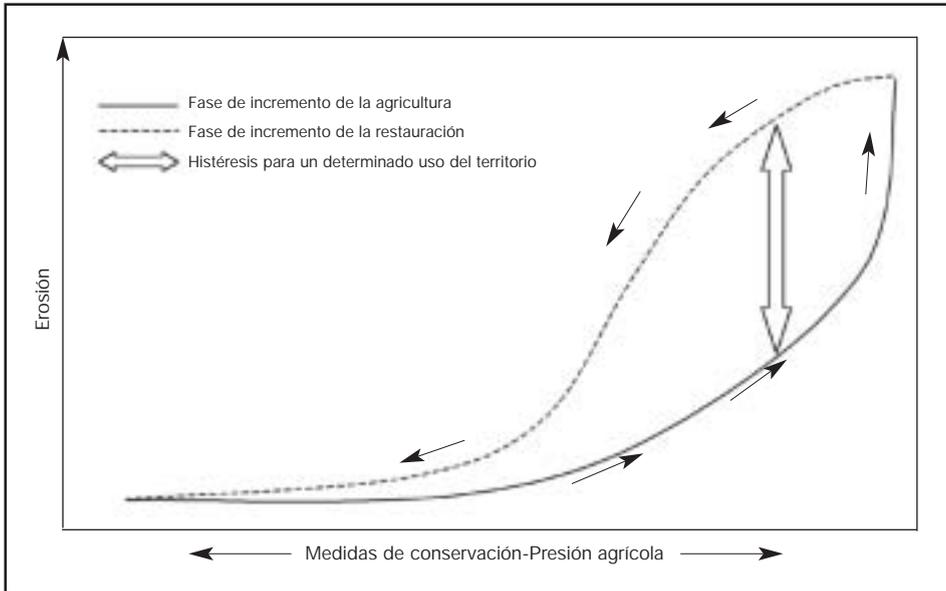
**Figura 8.** *Un modelo de catástrofe en cúspide para la evolución de la temperatura global planetaria en función del balance de radiación y el contenido en agua del sistema climático.*

cies animales), e incluso en la toma de decisiones militares, aunque aquí no me atreveré a profundizar (véase por ejemplo Arnold, 1980, o Rummel, 1976), figura 8.

Volviendo a la anomalía en la ecuación balance de radiación-temperatura, y si pensamos que lo que da lugar la anomalía es la presencia de agua que puede o no congelarse, resulta fácil proponer un modelo basado en la catástrofe en cúspide para explicar el comportamiento planetario. Se trata de momento de una simple hipótesis cualitativa que, sin embargo, resiste la confrontación con los datos generales y, desde luego, con los modelos numéricos del sistema climático terrestre. El registro geológico muestra que en el último millón de años, la Tierra ha pasado por varios episodios de crecimiento y destrucción masiva, y tremendamente rápida, de casquetes glaciares (5), de modo que la criosfera actúa como un regulador muy importante del sistema climático, retardando los cambios pero haciendo que estos sean más bruscos cuando se producen.

Otro ejemplo interesante, y el único caso que conozco de cuantificación de la teoría de catástrofes en Ciencias de la Tierra, es el modelo que rela-

(5) Especialmente en el hemisferio norte, donde la ausencia de un continente en la zona polar hace más sensibles e inestables a los casquetes. Parece demostrado que la acumulación de hielo es más eficaz, al contrario de los que se pensaba, porque se produce formación de hielo por congelación de agua marina; pero también que la destrucción es más rápida porque el océano sirve más fácilmente de cinta transportadora de icebergs hacia latitudes donde hay mayor radiación solar incidente.



**Figura 9.** Evolución de las tasas de erosión en una cuenca en función de los cambios en usos de territorio, en particular, la presión agrícola y los esfuerzos de recuperación (según Trimble y Lund, 1982).

cióna biomasa y energía disponible con erosión. Una versión simplificada es la de la figura 9, muestra que la configuración es similar.

De todos estos casos resulta interesante resaltar la importancia de los cambios bruscos en la evolución de los sistemas terrestres (6). Pero si prestamos atención a dos de las propiedades de estas «catástrofes» —divergencia y histéresis— podremos obtener importantes conclusiones ambientales.

La «divergencia» en el comportamiento de estos sistemas, que estamos describiendo con muy pocas variables pero están constituidas por muchas, hace muy difícil la predicción y, desde luego, imposible la precisión.

La «histéresis», en problemas ambientales, se traduce en que cualquier impacto en sistemas que presentan esta propiedad tiene costes de recuperación muy superiores a los que hubiera acarreado su prevención.

(6) Hay de hecho un movimiento neocatastrofista en Geología que ha terminado con el antiguo paradigma del uniformismo.

Si provocamos un aumento de tasas de erosión, o en la frecuencia de las inundaciones en la cuenca de un río (pongamos el Tajo por ejemplo), reduciendo la cubierta vegetal de su cabecera, la repoblación deberá conseguir una cubierta vegetal más densa que la que desencadenó la catástrofe, esto es, los gastos en medidas reales de recuperación superarán al ahorro que supuso la ausencia de medidas de prevención.

Si provocamos un deshielo masivo de los, con un ascenso pequeño de temperatura, la reconstrucción de los casquetes no se producirá hasta que se alcance un descenso de temperatura considerablemente mayor.

Son muchos los ejemplos que demuestran que los costes de protección del medio son menores que los de corrección de impactos; sobre todo en lo que se refiere a impacto sobre el sistema global.

### ***Win or gain***

Resulta bastante evidente que, al menos desde el punto de vista de la Ciencias de la Tierra, la adaptación al medio (7) es la más rentable de las medidas, sobre todo ante la imprecisión de las predicciones. En un país como el nuestro, sometido a uno de los mayores riesgos de erosión y desertificación del mundo desarrollado (sólo Australia nos aventaja claramente, pero tiene una densidad de población) la protección de la cubierta vegetal es uno de los objetivos frente a los que no tenemos excusas (8), por el riesgo a la erosión y porque nuestra cubierta vegetal el único sumidero de que disponemos frente a los excesos de emisión de dióxido de carbono y que nos concede el triste privilegio de ser el Estado europeo que más ha aumentado sus emisiones desde el año 1991.

El profesor Arie Issar, un eminente hidrogeólogo israelí, lo plantea así:

«Ante la duda merece la pena prevenir y conservar, para vencer o ganar. Vencer evitando el desastre, si las predicciones "catastrofistas" eran ciertas, o ganar calidad ambiental en cualquiera de los casos.»

---

(7) La obra clásica de McHarg, *Design with Nature*, publicada en 1967, no ha perdido vigencia.

(8) Y en este sentido los territorios controlados por el Ejército español son una reserva de valor inestimable.

## Bibliografía

- ARNOLD, V. I. (1985): *Teoría de catástrofes*, Alianza Editorial. Madrid.
- BLAIKE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. y WINSER, B. (1994): *At Risk. Natural hazards, people's vulnerability and disasters*.
- Intituto Geológico Minero de España (1988): *Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España*, Serie: Geología Ambiental.
- ISSAR, A. S. (1995): *From primeval chaos to infinite inteligente*, Avebury.
- MCHARG, I. (1967): *Design with Nature*, John Wiley and Sons, Nueva York, (ed 25th anniversary 1992).
- RUMMEL, R. J. (1976): *Understanding Conflict and War: volumen 2: The Conflict Helix*. Beverly Hills, California: Sage Publications, en:  
(<http://www.hawaii.edu/powerkills/CAT.ART.HTM>)
- THOM, R. (1972): *Stabilité structurelle et morphogenese*, Ediscience. París.
- TRIMBLE, S. W. y LUND, S. W. (1982): «Soil Conservation and the Eduction of Erosion and Sedimentation in the Coon Creek basin, Wisconsin», *USGS Professional Paper* número 1.234.
- WACKERNAGEL, M. y REES, W. (2002): *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. The New Catalyst. Bioregional Series.
- WOODCOCK, A. y DAVIS, M. (1985): *Teoría de las catástrofes*. Editorial Cátedra, Colección Teorema. Madrid.

**OCTAVA SESIÓN**

**MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD  
INTERNACIONAL**

## MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD INTERNACIONAL

POR FERNANDO DAVARA RODRIGUEZ

### Introducción

Desde hace varios años hay abierto un amplio debate sobre la seguridad del Medio Ambiente, especialmente en los aspectos relativos a las causas que impactan directamente en la protección de nuestro entorno natural. Pero, aparentemente, no parece existir la misma preocupación sobre las amenazas a la seguridad derivadas de los problemas medioambientales. Ambos conceptos, Medio Ambiente y seguridad, están interrelacionados de forma compleja, y así se ha reconocido por diversas organizaciones internacionales, dando lugar a diferentes iniciativas que tienen por objeto estudiar y analizar las posibles causas de conflictos generados por el Medio Ambiente, así como su prevención y su gestión.

### Presión medioambiental y conflictos

Una vez introducido el marco conceptual, «Medio Ambiente y seguridad», y antes de continuar el estudio, parece conveniente adelantar una de las conclusiones alcanzadas al analizar la dependencia entre ambos conceptos: no hay relación causa-efecto. En otras palabras, el Medio Ambiente *per se* no es causa de conflictos, ni constituye amenaza alguna para la seguridad internacional. El factor desencadenante de los posibles conflictos es la denominada «presión medioambiental», concepto que incluye tanto la degradación del Medio Ambiente, por cambios naturales o indu-

cidos por el hombre, como la escasez y mala utilización de recursos naturales renovables, tales como el agua potable, tierra cultivable, pesca, etc.

Dicha presión medioambiental, no sólo tiene efectos negativos sobre el propio Medio Ambiente, sino que es una fuente permanente de inestabilidad y conflictos, con incidencia en la seguridad local, regional o global, especialmente si aparece en un entorno de factores negativos (sociales, económicos, políticos, étnicos, etc.).

La relación entre presión medioambiental y conflictos puede caracterizarse por diversos fenómenos, uno de los cuales es la multicausalidad. Si bien no puede generalizarse cual será la condición necesaria para que surjan conflictos, es posible afirmar que la presencia de otros factores acrecienta o disminuye la probabilidad de la aparición de crisis de diferente intensidad. A mayor número de factores negativos, mayor probabilidad habrá de que la presión medioambiental sea causa de conflictos.

Otro de los fenómenos característicos de la relación entre presión medioambiental y conflictos es la recursividad. La presión medioambiental puede ser una de las causas de conflictos y éstos, a su vez, acaban generando una mayor presión medioambiental. Un ejemplo concreto se encuentra en el sembrado de minas antipersonal durante algunas de las diferentes fases de un conflicto. Cuando éste finaliza, aparece un aumento de la presión medioambiental, al no permitir un uso correcto de tierra cultivable, con la consiguiente escasez de uno de los recursos más vitales como es la agricultura.

En resumen, una de las primeras conclusiones que se obtiene es la existencia de una relación entre presión medioambiental y conflictos. La primera, rodeada de una serie de factores, puede causar conflictos y éstos también son causa de una mayor presión medioambiental.

En este marco conceptual es posible identificar cuales son esos factores (positivos o negativos) que incrementan, o disminuyen, la posibilidad de conflicto. De forma general se han adelantado ya los del tipo político, económico, social, étnico, etc. Entre ellos pueden concretarse algunos como la vulnerabilidad económica y dependencia de recursos, la estabilidad política y la participación, la violencia potencial en la sociedad, los mecanismos de resolución de conflictos, etc.

La relación entre ambos conceptos no queda limitada a regiones o fronteras políticas, étnicas, etc. Este potencial carácter global demanda la integración y empleo de todos los medios disponibles para prevenir y ges-

tionar las posibles crisis generadas por la presión medioambiental. La prevención incluye elementos tales como el control y vigilancia global, así como la evaluación del impacto sobre el Medio Ambiente de dichas crisis, o la identificación de zonas de mayor probabilidad de conflicto. La gestión supone disponer de medios de alerta rápida para tener la capacidad de reacción, en tiempo adecuado, y de sistemas de apoyo a la resolución del conflicto, tratando de evitar también el impacto sobre el Medio Ambiente por el propio conflicto.

### **Unión Europea; GMES y la observación espacial**

La Unión Europea no permanece ajena a estos problemas de Medio Ambiente y seguridad, que son tema de interés y atención de las políticas de la Unión. Como ejemplo destaca la resolución del Parlamento Europeo, de enero de 1999, (*Resolution on the Environment, Security and Foreign Policy*) donde se destaca la necesidad de integrar los aspectos de Medio Ambiente y seguridad, y se solicita a la Comisión que presente al Consejo y al Parlamento una propuesta de estrategia común, según lo previsto por el Tratado de Amsterdam, que junto con el de Maastricht, integraron completamente la Política Exterior y de Seguridad Común (PESC) con el resto de las políticas de la Unión.

Ese mismo año, entre las conclusiones del Consejo de la Unión Europea de Helsinki se acordó la necesidad de asumir responsabilidades en el dominio de la prevención de conflictos y gestión de crisis de cualquier tipo. Los siguientes Consejos, de cada una de las sucesivas presidencias, han ido aumentando el significado de este deseo de la Unión de dotarse de una capacidad autónoma de acción y decisión en la gestión de crisis internacionales.

En este contexto, la Unión Europea y la Agencia Europea del Espacio han puesto en marcha una iniciativa denominada GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) para explotar de forma eficaz todo el potencial presente y futuro de los distintos programas y sistemas europeos de observación de la Tierra por medio de satélites y así poder hacer frente a las diferentes necesidades de los usuarios finales, en el dominio del Medio Ambiente y la seguridad.

La iniciativa tuvo su origen en el denominado Manifiesto de Baveno (mayo 1998), en el que se abordó por primera vez la idea de crear en Europa una capacidad global de observación del Medio Ambiente, a la vez que se

destacaba la importancia de la información para la gestión de riesgos causados por fenómenos naturales o provocados por actividades humanas.

En la Comunicación al Consejo de Gothenburg, en junio de 2001, se presentó esta iniciativa GMES, como una de las respuestas a la estrategia espacial europea, con el objetivo de creación de un sistema para vigilancia global del Medio Ambiente y seguridad para el año 2008. La idea fue posteriormente desarrollada en la Comunicación «*Outline GMES EU Action Plan (Initial Period: 2001-2003)*», documento que describe la primera etapa, para el periodo inicial 2001-2003, especialmente en lo que respecta a objetivos, principios generales de implementación, organización y primeras prioridades.

En principio el objetivo es identificar y aunar esfuerzos para proporcionar un marco común donde realizar actividades y desarrollar estrategias en el campo del Medio Ambiente y seguridad, utilizando información de origen espacial. Sobre esta base se trata de desarrollar la iniciativa GMES como un sistema integrado de apoyo a la toma de decisiones, para uso público, con la capacidad de adquirir, procesar, interpretar y distribuir toda información de utilidad relacionada con el Medio Ambiente, gestión de riesgos y recursos naturales.

Llegados a este punto inevitablemente surge la pregunta: ¿por qué se llega a la solución de la observación de origen espacial? Antes de dar respuesta a esta cuestión, es necesario aclarar que no se elige solamente este tipo de información; todos los elementos son fundamentales en este desafío de prevención de conflictos causados por la presión medioambiental. La iniciativa consiste en basarse en la vigilancia global por satélite, por su mejor respuesta a las necesidades planteadas, como el núcleo de un sistema conjunto, integrado por el resto de los que respondan a los requisitos de los usuarios finales.

Como ya se ha indicado, la presión medioambiental tiene un carácter potencialmente global, sin dependencia del tiempo ni del espacio; cualquier lugar del mundo es susceptible de sufrir un desastre y la escasez de recursos puede producirse en cualquier momento. Este carácter global demanda que el control de los fenómenos causantes sea también global; en consecuencia se requiere una observación completa de la superficie terrestre, con un flujo de información continuo, asegurado por la capacidad de revisita de las zonas observadas.

Estas características son algunas de las que presenta la observación de origen espacial, concepto que incluye la teledetección desde el espacio

así como la recepción, tratamiento, evaluación, análisis y difusión de los datos obtenidos. Los sensores embarcados en las plataformas espaciales pueden llevar a cabo un control global del Medio Ambiente, tanto en la atmósfera, como en la superficie terrestre y en los océanos. Los datos obtenidos pueden abarcar diferentes áreas geográficas, desde una visión completa de toda la Tierra hasta zonas de dimensiones próximas al metro, y se pueden obtener en diferentes periodos de tiempo, desde años hasta horas.

Pero para asegurar que dichos datos se convierten en la información adecuada, deben ser obtenidos, actualizados y transmitidos en tiempo útil, teniendo presente que los usuarios finales necesitan informaciones coherentes, oportunas y fiables para poder hacer uso de ellas según sus propias exigencias. Por ello se debe disponer no solamente de los sensores en el espacio, sino también de una importante infraestructura terrena, capaz de gestionar y elaborar la información y ponerla a disposición de los usuarios implicados, en tiempo y formato adecuados.

Este es uno de los objetivos globales de GMES, para a su vez poder responder a las necesidades europeas de acceso libre e independiente a la información, y en tiempo adecuado, a escala regional y global en todos los niveles del Medio Ambiente y seguridad. En el ámbito global proporcionará nuevas herramientas de verificación para contribuir al control del cumplimiento de acuerdos internacionales, tanto de medio ambiente como de seguridad, tales como el Protocolo de Kioto. Al mismo tiempo, a escala regional, GMES ayudará a las autoridades locales en problemas puntuales, especialmente en los casos presión medioambiental, y permitirá reaccionar de forma más eficaz frente a catástrofes como mareas negras, inundaciones, fuegos forestales, etc.

Finalmente, en el ámbito de la Unión Europea, GMES proporcionará informaciones más objetivas en apoyo de un amplio espectro de políticas europeas, incluyendo desarrollo sostenible, cambio climático, transporte, agricultura, y PESC.

GMES constituye en la actualidad un desafío para Europa, en todos sus componentes; operativos, tecnológicos, industriales y de investigación. Si esta iniciativa da paso a un sistema operativo completo, integrado por todos los componentes necesarios, en espacio y en tierra, se habrá demostrado la capacidad europea de desarrollar tecnologías, basadas en la investigación, que den paso a sistemas que contribuyan a mejorar la calidad de vida a la vez que ayuden a incrementar la seguridad colectiva.

En resumen, es posible considerar que GMES, junto con el Sistema Galileo de navegación y posicionamiento global por satélite, es uno de los elementos clave de la estrategia espacial europea. Todos sus componentes deben responder a la creciente demanda de información adecuada y en tiempo apropiado en apoyo a las diferentes políticas de la Unión Europea, es especial a las relativas al Medio Ambiente y la seguridad.

### **Centro de Satélites de la Unión Europea (EUSC)**

Uno de los actores llamados a jugar un importante papel en la iniciativa GMES, especialmente en los aspectos relativos a la seguridad, es el EUSC, creado el 20 de julio de 2001, por una acción común del Consejo de la Unión Europea, en el marco de la PESC.

El EUSC, con personalidad legal de Agencia de la Unión, tiene por misión el apoyo a la toma de decisiones en el contexto de la PESC, entregando material resultante del análisis de imágenes de satélites y datos colaterales.

Sus usuarios son el Consejo de la Unión, y sus estructuras permanentes, en un primer grado de prioridad, y la Comisión y los Estados miembros de la Unión Europea, en su propio interés. También se entregan productos a los países que han solicitado la entrada en la Unión, o a los Estados europeos de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) que no son miembros de la Unión Europea, así como a las organizaciones internacionales que lo soliciten al secretario general, como ejemplo, actualmente, Naciones Unidas, OTAN, Organización de Seguridad y Cooperación en Europea (OSCE), etc.

El Centro, operativo desde el primero de enero de 2002, está supervisado políticamente por el Comité Político y de Seguridad de la Unión Europea, bajo la dirección operativa del secretario general. Físicamente está situado en Torrejón de Ardoz (Madrid), en las instalaciones del antiguo Centro de Satélites de la Unión Europea Occidental.

En el dominio del Medio Ambiente y seguridad, el Centro dedica su atención a dos campos principales, los denominados vigilancia marítima y vigilancia medioambiental. En la primera, se lleva a cabo un análisis y control de desastres ocurridos en los océanos, como extensión y efectos de vertido de petróleo, polución, accidentes de navíos, etc. Con respecto a la vigilancia medioambiental, el concepto hace referencia al análisis y control de sucesos que puedan tener impacto en el Medio Ambiente, con posibles consecuencias para la seguridad regional, como pueden ser los

incendios forestales, inundaciones, huracanes, terremotos, etc. En este mismo ámbito también se realizan estudios relacionados con el control de actividades de potencial amenaza, apoyo a la aplicación de tratados internacionales, control de ubicación y movimientos ilegales de recursos estratégicos, etc.

Para llevar a cabo su misión el EUSC trabaja fundamentalmente con satélites de observación en órbitas bajas, inferiores a 700 kilómetros, de los que se obtienen datos de las radiaciones reflejados por los cuerpos terrestres. Este tipo de satélites presentan ciertas ventajas con respecto a los sensores aerotransportados, como pueden ser la observación global, al circundar la Tierra en órbitas cuasi polares, el tiempo de revista de los puntos observados, normalmente inferior a 24 horas, la referenciación geográfica de todos los datos obtenidos o el respeto a las leyes internacionales.

Sobre la base de los datos obtenidos, con el complemento de cualquier información colateral que pueda ser de utilidad, los analistas del Centro elaboran productos de muy diversas clases como informes, estudios, Sistemas de Información Geográfica (GIS) o modelos 3D del terreno. Normalmente el producto se entrega al usuario en formato digital, de acuerdo con sus necesidades expresadas en el momento de solicitar la realización de un trabajo

Asimismo, el Centro lleva a cabo actividades de formación de personal y desarrollo de aplicaciones y herramientas en el sector de la teledetección desde el espacio, y tratamiento y explotación de información geográfica digital. Estas actividades y la experiencia acumulada en casi una década por el antiguo Centro de Satélites de la Unión Europea Occidental, del que el EUSC es heredero, hacen que pueda considerarse a éste como un modelo de referencia para futuros sistemas, al contar con una experiencia consolidada en la vigilancia, análisis y control de sucesos que puedan tener impacto en el Medio Ambiente, con posibles consecuencias para la seguridad regional y global.

## **Conclusiones**

La presión medioambiental, entendiéndola como tal la degradación del Medio Ambiente, por cambios naturales o inducidos por el hombre, y la escasez y mala utilización de recursos naturales renovables, constituye una fuente permanente de tensión que puede conducir a conflictos y cri-

sis de variada intensidad. Este hecho es causa de interés e inquietud en la Unión Europea, especialmente en el marco de su decisión de asumir un papel positivo en la prevención de crisis y gestión de conflictos.

La iniciativa GMES, elaborada por la Comisión Europea y la Agencia Espacial Europea, es una de las respuestas de la Unión a estos nuevos retos derivados de la presión medioambiental. Su desarrollo, de acuerdo con las necesidades de los usuarios finales, apoyará en gran medida a las políticas europeas en dominios tales como el desarrollo sostenible, cambio climático y exterior y de seguridad común, a la vez que contribuirá a la evolución de la investigación espacial en Europa y a la integración de los diferentes programas de observación espacial, en un marco común, más coherente.

Entre el amplio rango de organismos, proyectos, instituciones, etc., que pueden integrar dicha iniciativa se encuentra el EUSC, creado en julio de 2001 como una Agencia del Consejo de la Unión Europea con la misión de apoyo a la toma de decisiones en el contexto de la PESC, por medio del análisis y evaluación de imágenes de satélite y datos colaterales.

Este Centro, que realiza actividades en este campo, especialmente en los aspectos mas relacionados con la seguridad, tiene ya una gran experiencia en este tipo de dominios al haber desarrollado análisis, evaluaciones y herramienta relacionadas con la información de origen espacial en los aspectos relacionados con el Medio Ambiente y seguridad durante los diez años de existencia del antiguo Centro de Satélites de la Unión Europea Occidental, del que ha recibido el conocimiento y la experiencia de su personal.

La Unión Europea considera este tipo de información como un elemento crítico para la formulación e implementación de las políticas de la Unión. En este sentido, GMES, con todos sus componentes, ayudará a incrementar la capacidad europea para obtener, procesar y difundir información obtenida por medio de sistemas espaciales de observación de la Tierra, constituyendo una parte vital de la contribución de Europa a los problemas que afectan al Medio Ambiente global y a la seguridad del Planeta.

## RESUMEN

## RESUMEN

### **La política medioambiental en el Ministerio de Defensa**

El contralmirante Sande, comienza su exposición mostrándose optimista en cuanto a la protección del Medio Ambiente y diciendo que éste, no es sólo la Naturaleza, sino que hay que incluir al hombre y de la obligación de cuidar y enmendar no solamente los yerros propios sino también los de la comunidad a la que se pertenecen. Continúa exponiendo la normativa vigente, desde el año 1982 al año 2000, así como los responsables sobre el Medio Ambiente en el Ministerio de Defensa, explicando a continuación la política medioambiental del Ministerio, señalando que estará basada en el concepto de desarrollo sostenible, compatible con la misión de las Fuerzas Armadas y encaminada a conseguir los objetivos referentes a la conservación, protección y recuperación de las condiciones medioambientales, en lo que sea posible. Asimismo, se establecerá un Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA) que estará basado en la Norma ISO 14000 y que en cada Ejército se creará una adecuada estructura organizativa. Se refiere posteriormente a la Directiva Ministerial de 1997 y a la creación de la Comisión Asesora de Medio Ambiente (CAMA), encargada de realizar estudios sobre el tema así como elevar las oportunas propuestas.

Pasa a exponer los cuatro objetivos en los que se puede resumir las grandes líneas de la política medioambiental del Ministerio y que los denomina como concienciación, tendente a mejorar la conciencia individual y colectiva; energía en su doble aspecto de ahorro y de posibles alternativas; la protección del medio natural y por último la calidad ambiental. Para conseguir estos objetivos se usarán una serie de herramientas como, los

planes y programas medioambientales; la implantación de SGMA en las dependencias.

Posteriormente explica más detalladamente los SGMA, o que es necesario para su implantación, como el compromiso del mando y el establecimiento de una política medioambiental concreta, asimismo se refiere a lo que denomina como elementos o etapas básicas que comprenden la planificación, la implantación, la comprobación y la comunicación o difusión de lo anteriormente citado.

A continuación pasa a tratar sobre los planes y programas medioambientales anteriormente mencionados, aclarando su composición, misiones y medios con los que se cuenta para alcanzar los objetivos propuestos, finalizando la Conferencia con las Inversiones en Medio Ambiente y unos comentarios finales en los que entre otros, el contralmirante Sande destaca que:

«La tarea a favor del Medio Ambiente, sólo es posible con el concurso entregado del individuo, de su racionalidad y convencimiento.»

Como colofón justifica su optimismo inicial en que el hombre y la naturaleza van de la mano y que la evolución permanente permite que las Fuerzas Armadas utilicen tácticas más respetuosas con el Medio Ambiente; que las armas son eficaces para evitar desastres medioambientales ya que al enemigo hay que doblegarle sin hacer daño al mundo que nos alberga, es decir, ganar el laurel sin desojar por ello la rosa.

## **Impacto ambiental a escala global y regional**

El profesor Valero en su ponencia abordó la investigación de las relaciones entre el Medio Ambiente-clima y las variables antropogénicas a través de los modelos de simulación por ordenador, concretamente los denominados «modelos de clima global» que incluyen la atmósfera de todo el Planeta o una parte sustancial del mismo, como un hemisferio.

El desarrollo de semejantes modelos requiere una capacidad de computación que en la actualidad se puede alcanzar con ordenadores como el del Instituto Max Planck de Hamburgo, gracias a los cuales se ha podido avanzar en la capacidad de resolución de los modelos para estudiar los cambios climáticos a escalas cada vez menores.

El modelo expuesto por el profesor Valero es el que se está desarrollando por el grupo MCAM-UCM, que dirige, y que está desarrollando el ECHO-G

del Instituto Max Planck. La investigación se basa en una estrategia de investigación temporal retroactiva con un alcance de 1.000 años, además de tratar de establecer la evolución de los cambios climáticos no sólo a escala global sino también a escala regional.

Las principales variables tomadas en consideración para conocer el impacto sobre el cambio climático son la variación de la concentración de gases de efecto invernadero y la radiación solar y su variación, especialmente alterada por efectos naturales como la actividad volcánica.

El modelo de simulación permite el estudio del cambio climático a escala regional y, por tanto, facilita el conocimiento diferenciado según las distintas áreas del Planeta de la tendencia climática general. Esta regionalización se posibilita mediante el aumento de resolución que permite este modelo en la utilización de bases de datos climáticos como el NCEP y el ECMWF.

Con ello se puede finalmente dar respuesta a preguntas del tipo ¿cómo era el clima en el siglo XVI comparado con el actual?, comprobando no sólo la tendencia clara a una elevación de la temperatura a escala planetaria sino también la irregularidad con la que esta tendencia se produce en las diversas partes y regiones.

## **La Armada y el Medio Ambiente**

El contralmirante Sevilla López comienza su conferencia manifestando que la Armada no tiene problemas especiales de llevar a cabo sus misiones de la Defensa Nacional que impidan el cumplimiento de las normas de Medio Ambiente, ya que sus actividades pueden considerarse de bajo impacto ambiental, sobre todo si se comparan con las de los grandes centros industriales, teniendo establecida la Armada una adecuada organización responsable del Medio Ambiente tanto en los organismos centrales como en arsenales, bases y unidades, que tiene como misión, entre otras muchas, la vigilancia de la normativa, instrucciones y procedimientos en vigor. Aunque exigió la adaptación de los buques de la Armada en algunos aspectos concretos.

Pasa a referirse a los diferentes campos donde se debe actuar en el tema medioambiental, comenzando con el referente a la contaminación de la mar producida por los diferentes buques que al emplear o producir agentes contaminantes y al ser estos vertidos a la mar pueden producir daños importantes, destacando que fueron las autoridades marítimas de algunos

países, pioneras en la legislación existente y la que pueda producirse en el futuro. Menciona el Acuerdo MARPOL en el que se dan normas para los procedimientos y medidas a tomar para cada uno de los agentes contaminantes.

A continuación trata el tema de los aspectos medioambientales para lo que establece unos grupos que son los referidos a residuos sólidos; aguas residuales y subterráneas; residuos peligrosos y por último impactos ambientales de almacenamiento de combustibles líquidos.

De estos grupos realiza un estudio detallado, motivando las soluciones que en cada caso aporta la Armada, bien sea en instalaciones de tierra como a bordo de los buques.

Plantea en el caso de los residuos sólidos la diferencia que existe entre los diferentes tipos de estos residuos, bien sea domiciliarios, hospitalarios o inertes. En cuanto a las aguas residuales la solución pasa por llegar a acuerdos con los ayuntamientos para aprovechar su red de alcantarillado en instalaciones de tierra y la diferencia de trato que se da a las aguas en los buques, bien sean negras o grises.

En cuanto a los residuos peligrosos las opciones son reducir la fuente originadora, reutilizarlos, tratarlos o eliminarlos en sus propias instalaciones y lo que podría ser más correcto y seguro el cederlas a un gestor autorizado.

Se refiere posteriormente a los residuos contaminantes de los buques como las pinturas anticrustantes, el lastrado de los buques, los compuestos halogenados en los que incluyen los clorofluorcarbonados y los Halones, aportando las diferentes soluciones para evitar la contaminación y presentando una completa relación de los residuos peligrosos más usuales en la Armada, finalizando su conferencia con los impactos ambientales debidos al almacenamiento de hidrocarburos, citando las posibles fuentes de contaminación y las adecuadas soluciones.

### **Medio Ambiente en conflictos bélicos y catástrofes: aspectos sanitarios**

El profesor Gil Loyzaga comenzó su ponencia haciendo una reflexión general sobre la importancia que en el mundo han adquirido los temas Medio Ambientales y el tratamiento legislativo que la protección del Medio Ambiente recibe desde hace más de 40 años.

No obstante la ponencia se centra en los aspectos específicos que las catástrofes naturales y los conflictos bélicos están ocasionando en las sociedades y la respuesta sanitaria que se está desarrollando para hacer frente a tales situaciones. Sin embargo, subsisten diferencias entre ambos sucesos ya que mientras los conflictos armados son programados en su desencadenamiento y su inicio y alcance son previsibles, las catástrofes naturales resultan difícilmente previsibles y más difícil todavía su prevención.

Los efectos destructivos de las guerras actuales están directamente condicionados por las variables del espacio y el tiempo. De un lado, la difusión espacial de los efectos bélicos, especialmente cuando se emplean armas de destrucción masiva, alcanza dimensiones que muy distantes del área de la contienda. De otra parte, las secuelas destructivas de las guerras provocan una victimización y un deterioro medioambiental que puede permanecer durante muchos años después de haberse concluido la contienda.

Precisamente respecto del grado de victimización de las guerras, las estadísticas demuestran que si bien es cierto que a lo largo del siglo XX el número total de víctimas se redujo, especialmente a finales de dicho periodo, el porcentaje de víctimas civiles ha ido aumentando de modo constante.

Con estas premisas, el profesor Gil Loyzaga introdujo el análisis de la salud ambiental, entendida como la articulación de los conocimientos aportados por la Toxicología moderna, la Medicina y la Ecología. Esta disciplina aborda problemas tan importantes como los métodos biológicos de eliminación de explosivos; los efectos biológicos de los rayos ionizantes; los efectos de las catástrofes o accidentes nucleares; la guerra biológica y el bioterrorismo o la guerra química.

En la parte final de la conferencia, se explicó la situación de la Sanidad Militar española en el siglo XXI tanto desde la perspectiva de su estructuración, con los cuatro escalones que determinan los diversos niveles operativos de atención sanitaria, pasando por el Sistema de Información Sanitaria de la Defensa para concluir con una amplia referencia al papel creciente que está adquiriendo la Telemedicina debido a los constantes avances en la informatización y transmisión de datos a distancia, lo que facilita una mayor interconexión entre los escalones avanzados y los hospitales y especialistas médicos militares de nuestro país, tanto respecto de la capacidad de diagnóstico como en el tratamiento médico y el asesoramiento especializado.

## **Protección de la Naturaleza por el Ejército del Aire**

En la introducción el general Martínez Climent se refiere a la Directiva 107/1997 del Ministerio de Defensa sobre Protección del Medio Ambiente que es la que establece que la política medioambiental estará basada en el concepto de desarrollo sostenible y además debe ser compatible en la misión de las Fuerzas Armadas.

Menciona otras disposiciones legales para pasar a exponer como es la estructura básica del Ejército del Aire con el objeto de situar la responsabilidad en el tema del Medio Ambiente que recae en la Sección de Protección Medioambiental de la Dirección de Infraestructura, pasando a clasificar a las unidades desde el punto de vista medioambiental, matizando que estas unidades están directamente ligadas a su ubicación geográfica.

Teniendo en cuenta la clasificación realizada, las actuaciones que realizan y los tipos de aspectos medioambientales, se fijan unos objetivos que son la sensibilización, el ahorro de energía, las energías alternativas, la protección del medio natural, la calidad ambiental y para cumplir estos objetivos indica el conferenciante que el Ejército del Aire se apoya en la implantación de los SGMA en todas las unidades del Ejército del Aire, los planes y programas medioambientales y la implantación de un Sistema Corporativo de Gestión Medioambiental, que reúne y homogeneiza los SGMA de todas las unidades. Pasando posteriormente a comentar lo que es el SGMA, la política medioambiental, el ciclo del SGMA. Comenta que es imprescindible contar con los adecuados recursos económicos para que todo lo expuesto anteriormente pueda llevarse a cabo, continuando diciendo como se debe hacer la implantación del SGMA; como se pueden llevar a cabo el ahorro de energía, en que se basa el programa de protección medioambiental así como el sistema corporativo de gestión medioambiental.

### **La gestión medioambiental: ISO 14000**

El profesor Ovejero Escudero comenzó exponiendo la importancia que los temas del Medio Ambiente han adquirido en las sociedades más desarrolladas y la necesaria adaptación que las empresas y organizaciones han realizado a esta nueva realidad. Seis son, a su juicio, los factores que mantienen la importancia social de la problemática medioambiental: las evidencias científicas de los daños al entorno ambiental; el aumento de la conciencia social sobre esos daños; la creciente satisfacción de las nece-

sidades básicas de la población; leyes de control de la contaminación cada vez más rigurosas; tendencia a asumir los costes medioambientales mediante impuestos y tasas y, por último, la creciente importancia en el sistema educativo de los temas medioambientales.

Como consecuencia de la articulación de todos esos factores, la respuesta empresarial y de las grandes organizaciones se ha ido integrando hasta permitir la adopción del concepto de SGMA.

El modelo de la Organización Internacional para la Normalización, conocido con las siglas ISO, desarrolla una serie de normas medioambientales que reflejan el consenso internacional que existe sobre las «buenas prácticas» o prácticas que se consideran adecuadas en este terreno. El modelo ISO incluye una serie de normas entre las que destaca la Norma ISO 14001 que constituye el SGMA más reconocido del mundo y que ayuda a las empresas y organizaciones a gestionar mejor el impacto que sus actividades provocan en el Medio Ambiente. Desde su aprobación en el año 1996 hasta finales de 2001 la han adoptado 37.000 empresas de 112 países, de las que 2.067 son españolas.

Un SGMA debe incluir los siguientes elementos:

1. Adquisición de un compromiso corporativo con el Medio Ambiente.
2. Una evaluación medioambiental inicial.
3. Una política medioambiental.
4. La evaluación y registro de los efectos medioambientales.
5. El registro de los requisitos legales y reglamentarios.
6. La definición de los objetivos y metas medioambientales.
7. La programación de la gestión medioambiental.
8. La organización y asignación de responsabilidades entre los miembros del SGMA.
9. La formación y capacitación del personal en las prácticas respetuosas con el Medio Ambiente.
10. La comunicación entre los miembros del SGMA.
11. La documentación del SGMA.
12. El control operativo del SGMA.
13. Los planes de emergencia.
14. La verificación y registro de las actividades que se desarrollan en el SGMA.
15. Las acciones correctoras cuando fracasa la ejecución planificada del SGMA.
16. Los registros sobre la ejecución del SGMA.

17. La auditoría del SGMA.

18. La corrección del SGMA.

La implantación del SGMA aporta, a juicio del profesor Ovejero, cinco tipos de ventajas potenciales a las empresas y organizaciones que lo adoptan. Esas ventajas son legales; de imagen; financieras; de gestión y de ventas.

En definitiva, el SGMA es un instrumento que permite una constante adecuación de las actividades de las empresas y organizaciones con la necesaria mejora del Medio Ambiente.

### **Geología, Medio Ambiente y catástrofes**

La ponencia del profesor Centeno Carrillo aborda inicialmente alguno de los conceptos de la Geología Ambiental *clásica* como son los de «renovación» y «reservas» de los «recursos naturales» y el de «huella ecológica» o «espacio ecológico», términos equivalentes estos últimos, y que se definen como el cociente entre el espacio necesario para producir los recursos y el espacio ocupado por los consumidores de esos recursos.

Junto al tema de los recursos naturales, su utilización y potencial renovación o agotamiento, el otro gran tema de la Geología Ambiental es el de los «riesgos y peligros naturales». El riesgo es el resultado de conjugar la probabilidad de un suceso por su coste, siendo este último una función compleja de la peligrosidad y la vulnerabilidad. En este marco conceptual, el «*peligro geológico*» se entiende como la condición, proceso o suceso capaz de causar daños a la salud o a los bienes.

La evaluación del peligro ecológico se realiza siguiendo procedimientos de «predicción espacial» en lugar de los habituales procedimientos de predicción temporal. De este modo se intenta determinar las áreas que resultarán afectadas por un determinado peligro geológico.

Existe cierto tipo de catástrofes que se producen periódicamente y que permiten una cierta predicción de su ocurrencia y una adaptación a sus efectos, por ejemplo las inundaciones en España.

Las catástrofes naturales presentan características que hacen difícil una predicción temporal y, por tanto, aconsejan la predicción espacial. Estas características son: la breve duración y gran intensidad que poseen y la irregularidad de las pautas temporales que siguen en términos humanos.

Desde la perspectiva geológica, lo interesante es la relación que se produce entre la Naturaleza continua de los lentos procesos geológicos y la discontinuidad de ciertos acontecimientos que se producen como consecuencia de aquellos. El caso del glaciar Perito Moreno en Argentina constituye un buen ejemplo de esta compleja relación.

Según el profesor Centeno, esos acontecimientos bruscos o discontinuos son sólo el tránsito entre dos regímenes de funcionamiento, aspecto que ha sido abordado por la teoría de catástrofes, formulada en su día por el francés René Thom.

Tras el detenido análisis de dos propiedades de los sistemas terrestres: la «divergencia» y la «histéresis», el ponente llega a la conclusión de que la adaptación al medio constituye la más rentable de las medidas que podemos adoptar, al menos mientras siga existiendo la significativa imprecisión de los modelos de predicción que disponemos en la actualidad.

## **Medio Ambiente y seguridad internacional**

El general Davara Rodríguez conferenciante, comienza diciendo que desde hace varios años hay abierto un amplio debate sobre seguridad del Medio Ambiente, especialmente en los aspectos relativos a las causas que impactan directamente en la protección de nuestro entorno natural. Pero, aparentemente no parece existir la misma preocupación sobre las amenazas a la seguridad derivadas de los problemas medio ambientales.

Continúa expresando que ambos conceptos, medioambientales y seguridad, están interrelacionados de forma compleja, y así se ha reconocido por diversas organizaciones internacionales, dando lugar a diferentes iniciativas que tienen por objeto estudiar y analizar las posibles causas de conflictos generados por el medio ambiente, su prevención y gestión.

La primera conclusión a que puede llegarse al estudiar la dependencia entre los dos conceptos, es que no existe relación del tipo causa-efecto, es decir, el Medio Ambiente no constituye amenaza para la seguridad, sino que el factor desencadenante de los posibles conflictos es la denominada presión medio ambiental.

Esta presión no sólo puede tener efectos negativos sobre el propio Medio Ambiente, sino que frecuentemente es causa de conflictos que inciden en la seguridad local, regional o global.

El potencial carácter global demanda la integración y empleo de todos los medios disponibles para prevenir y gestionar las posibles crisis generadas por dicha presión.

Uno de los medios que pueden dar su apoyo a la resolución de este tipo de amenazas a la seguridad es la observación de origen espacial, incluyendo en este concepto la teledetección desde el espacio y el tratamiento, evaluación, análisis y explotación de los datos obtenidos. Para ello es necesario, no sólo disponer de los sensores en el espacio, sino también de una importante infraestructura terrena, capaz de gestionar la información y ponerla a disposición de los usuarios implicados, en tiempo y formatos adecuados.

En este contexto, la Unión Europea, en colaboración con la agencia europea del espacio, ha puesto en marcha una iniciativa denominada GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) con el objetivo de identificar y aunar esfuerzos para proporcionar un marco común donde realizar actividades y desarrollar estrategias en el campo del Medio Ambiente y seguridad, utilizando información de origen espacial.

Uno de los actores llamados a jugar un importante papel en dicha iniciativa, especialmente en los aspectos relativos a la seguridad, es el Centro de Satélites de la Unión Europea (EUSC), creado el 20 de julio de 2001, por decisión del Consejo de la Unión Europea. Dicho Centro, con personalidad legal de Agencia de la Unión, tiene por misión el apoyo a la toma de decisiones en el contexto de la política exterior y de seguridad común entregando material resultante del análisis de imágenes de satélites y datos colaterales.

Entre los diferentes campos de actuación del EUSC se encuentra la denominada vigilancia medioambiental, concepto que hace referencia al análisis y control de sucesos que puedan tener impacto en el Medio Ambiente, con posibles consecuencias para la seguridad regional

Asimismo, el Centro desarrolla actividades de formación de personal, y desarrollo de aplicaciones y herramientas en el sector de la teledetección desde el espacio, y tratamiento y explotación de información geográfica digital. Estas actividades, y la experiencia acumulada en casi una década por el antiguo Centro de Satélites de la Unión Europea Occidental (del que el EUSC es el heredero), hacen que pueda considerarse a este como un modelo de referencia para futuros sistemas, al contar con una experiencia consolidada en la vigilancia, análisis y control de sucesos que puedan tener impacto en el Medio Ambiente, con posibles consecuencias para la seguridad regional y global.

## ABSTRACT

The 13th Symposium on Environment and Defence was held within the framework of the existing agreement between the *Universidad Complutense de Madrid* (UCM) (Madrid Complutense University) and the *Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional* (CESEDEN) (Higher Centre for National Defence Studies) in the Toledo «Parador Nacional» on 28-30 November 2002.

The lecturers were teachers of the *Complutense University* and the Armed Forces whose jobs are related to the topics set out below.

Following the Symposium opening the first speech was delivered, which dealt with the MoD's environmental policy. The speaker was optimistic about environmental protection, and he explained the four goals into which the general lines of the MoD's environmental policy can be summarised. He called these goals Awareness, Energy, Protection of the Natural Environment, and Environmental Quality. He went on to give a more detailed explanation of Environmental Management Systems and what is required to introduce them.

The second speech dealt with the environmental impact at the global and regional level. The lecturer explained how the weather and climate affect every day life activities and styles. The goals of climate impact research are those promulgated by the World Climate Impact Program. He deemed essential to understand that the climate is dependant on an interaction chain which can lead to critical situations. He later talked about regionalization, and concluded by giving an example of dynamic regionalization and the creation of high-resolution databases.

The third conference studied the relationship between the Navy and the environment. The lecturer stated that the Navy does not encounter any particular problems when making its National Defence missions compatible with complying with environmental protection regulations because an appropriate organisation is in place, which is in charge of said protection, both at central establishments and at bases, navy yards and units. He went on to present a detailed study about the different groups involved in this issue and the solutions implemented for each different situation.

The fourth lecturer stated the specific effects of conflicts and natural catastrophes on societies, as well as health solutions being developed so as to face them. The last part of the speech explained the status of the Spanish Military Health as regards its structure, as well as the Defence Health Information System. Mention to the important role played by tele-medicine due to progress of informatization and data transmission was made at the last part of the speech.

The following conference, the fifth one, was about the Air Force and the protection of the environment, stating the Minister's policy and subsequent implementation at the Air Forces level. Certain goals have been set: public awareness raising, energy saving, and environmental quality. Environmental Management Systems are being introduced in all Units in order to reach these goals, as well as in environmental planing and programs. Also introduced is a Corporate System of Environmental Management, and it was explained that suited economical resources must be available for the development of the above-mentioned policy.

The lecturer of the sixth session explained that the environment has become an important issue in developed societies, and that companies and organisations have become aware of the need to undertake reforms. The lecturer spoke about the Environmental Management System and he went on to focus on the model of the International Standardisation Organisation and the environmental rules developed by said organisation, something that shows there is international consensus on this issue. The speaker went on to present those elements which should be included in any Environmental Management System, as well as potential benefits for companies and organisations adopting this system.

The seventh speech dealt with geology, environment and disasters. The speaker discussed some concepts of classical environmental geology, such as renewal and reserves of natural resources, and the ecological space. He also dealt with another issue of great significance: natural risks

and dangers. He went on to explain the process of appraising ecological dangers by means of temporary forecast. The lecturer concluded stating that reconciliation with the environment is the most profitable measure to take.

The last speech dealt with environment and international security. The lecturer stated that environmental security is considered an important issue. However, there seems to be no awareness about threats to security stemming from environmental problems. Potential sources of conflict derived from the environment must be studied and analysed, as well as the way to prevent and manage them. Observation of space origin is a way to avoid this kind of threat. The speaker went on to explain what is the EU Satellite Centre, the mission of which is to support decisions within the framework of the Common Foreign and Security Policy and the activities it carries out.

## ÍNDICE

|   | <i>Página</i> |
|---|---------------|
| SUMARIO.....  | 7             |
| PRESENTACION .....                                      | 9             |
| INTRODUCCIÓN .....                                      | 13            |
| Programa .....  | 15            |
| – <i>Finalidad</i> .....                                | 15            |
| – <i>Dirección y organización</i> .....                 | 15            |
| – <i>Desarrollo de la programación</i> .....            | 17            |
| INAUGURACIÓN .....                                      | 19            |
| <i>Primera sesión</i>                                   |               |
| LA POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL EN EL MINISTERIO DE DEFENSA  | 25            |
| Normativa.....  | 27            |
| – <i>Precedente</i> .....                               | 27            |
| – <i>Vigente</i> .....                                  | 27            |
| Responsables .....                                      | 28            |
| – <i>Normativa</i> .....                                | 28            |
| Política medioambiental del Ministerio de Defensa ..... | 29            |
| Objetivos y herramientas .....                          | 30            |
| Los SGMA .....  | 30            |
| – <i>Planificación</i> .....                            | 31            |

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| – <i>Implantación</i> .....   | 31            |
| – <i>Comprobación</i> .....   | 31            |
| Planes y programas medioambientales .....   | 32            |
| – <i>Calidad ambiental</i> .....  | 32            |
| – <i>Protección del medio natural</i> .....   | 34            |
| – <i>Energía</i> .....  | 36            |
| – <i>Concienciación y formación</i> .....   | 38            |
| Relaciones Internacionales .....  | 39            |
| Inversiones en Medio Ambiente .....   | 39            |
| Comentarios finales .....   | 39            |
| <br><i>Segunda sesión</i>   |               |
| IMPACTO AMBIENTAL A ESCALA GLOBAL Y REGIONAL .....  | 41            |
| Regionalización .....   | 52            |
| Ejemplos de regionalización dinámica .....  | 55            |
| – <i>Creación de bases de datos de alta resolución</i> .....  | 55            |
| <br><i>Tercera sesión</i>   |               |
| LA ARMADA Y EL MEDIO AMBIENTE .....   | 59            |
| Introducción .....  | 61            |
| La contaminación de la mar .....  | 62            |
| – <i>Residuos sólidos</i> .....   | 63            |
| – <i>Aguas residuales y subterráneas</i> .....  | 68            |
| – <i>Residuos peligrosos</i> .....  | 74            |
| – <i>Impactos ambientales del almacenamiento de hidrocarburos</i> .....   | 80            |
| <br><i>Cuarta sesión</i>  |               |
| MEDIO AMBIENTE EN CONFLICTOS BÉLICOS Y CATÁSTROFES:<br>ASPECTOS SANITARIOS .....  | 87            |
| El Medio Ambiente en el siglo XXI .....   | 89            |
| Similitudes y diferencias entre conflictos armados y catástrofes naturales que influyen en la alteración del Medio Ambiente ..... | 92            |
| Concepto geoestratégico actual como marco de operaciones de la Sanidad Militar .....  | 94            |

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| Los conflictos bélicos en el siglo XXI: aspectos que afectan al Medio Ambiente y a la Sanidad .....                               | 97            |
| – <i>Los conflictos bélicos actuales: nuevos aspectos</i> .....   | 97            |
| – <i>Bajas civiles en las guerras del siglo XX</i> .....  | 98            |
| Concepto de salud ambiental .....   | 100           |
| Problemas medioambientales de los conflictos bélicos en la sociedad actual.....   | 100           |
| – <i>Métodos tradicionales de eliminación de explosivos</i> .....   | 100           |
| – <i>Métodos biológicos de eliminación de explosivos: la ingeniería genética en la eliminación controlada de explosivos</i> ..... | 101           |
| – <i>Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes</i> .....   | 102           |
| – <i>Catástrofes o accidentes nucleares</i> .....   | 103           |
| – <i>Guerra biológica y bioterrorismo</i> .....   | 104           |
| – <i>Guerra química</i> .....   | 105           |
| La Sanidad Militar española ante el siglo XXI .....   | 106           |
| – <i>Las unidades sanitarias de apoyo al despliegue</i> .....   | 109           |
| La Telemedicina en la Sanidad actual. Conceptos generales.....  | 113           |
| – <i>Definición de la Telemedicina</i> .....  | 114           |
| – <i>Beneficios de la implantación de sistemas de Telemedicina en el apoyo al diagnóstico sanitario</i> .....                     | 118           |
| – <i>Importancia y aplicaciones de la Telemedicina en las operaciones de las unidades sanitarias de apoyo al despliegue</i> ..... | 120           |
| <br><i>Quinta sesión</i>  |               |
| PROTECCIÓN DE LA NATURALEZA POR EL EJÉRCITO DEL AIRE  | 127           |
| Introducción .....  | 129           |
| El Ejército del Aire y su entorno .....   | 130           |
| – <i>Organización medioambiental</i> .....  | 131           |
| – <i>Clasificación de las unidades</i> .....  | 131           |
| – <i>Unidades medioambientales</i> .....  | 132           |
| Política medioambiental y objetivos del Ejército del Aire .....   | 133           |
| – <i>Los SGMA. Definición</i> .....   | 134           |
| – <i>Ciclo del SGMA, según Norma UNE ISO 14001:96</i> .....   | 134           |

|  | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| – <i>Objetivo del Plan Director</i> .....                          | 135           |
| – <i>Recursos económicos</i> .....                                 | 136           |
| – <i>Implantación, estructura y responsabilidad del SGMA</i> ..... | 136           |
| – <i>Ahorro de energías</i> .....                                  | 137           |
| – <i>Programa de protección medioambiental</i> .....               | 137           |
| – <i>El SCGMA</i> .....  | 138           |
| Conclusiones .....   | 138           |

### *Sexta sesión*

|  |     |
|--|-----|
| LA GESTION MEDIOAMBIENTAL: ISO 14000.....                          | 139 |
| Preocupación medioambiental en las empresas y organizaciones       | 141 |
| El modelo ISO 14000.....   | 143 |
| Elementos de un SGMA .....   | 146 |
| – <i>Adquisición de compromisos comparativos</i> .....             | 146 |
| – <i>Evaluación medioambiental inicial</i> .....                   | 147 |
| – <i>Política medioambiental</i> .....                             | 148 |
| – <i>Evaluación y registro de efectos medioambientales</i> .....   | 149 |
| – <i>Registro de los requisitos legales y reglamentarios</i> ..... | 149 |
| – <i>Objetivos y metas medioambientales</i> .....                  | 150 |
| – <i>Programa de gestión medioambiental</i> .....                  | 150 |
| – <i>Organización y asignación de responsabilidades</i> .....      | 151 |
| – <i>Formación y capacitación</i> .....                            | 152 |
| – <i>Comunicación con las partes interesadas</i> .....             | 152 |
| – <i>Documentación del SGMA</i> .....                              | 153 |
| – <i>Control operacional</i> .....                                 | 154 |
| – <i>Planes de emergencia</i> .....                                | 154 |
| – <i>Verificación y registro</i> .....                             | 155 |
| – <i>Acciones correctoras</i> .....                                | 155 |
| – <i>Registros</i> .....   | 155 |
| – <i>Auditoría del SGMA</i> .....                                  | 156 |
| – <i>Revisión del SGMA</i> .....                                   | 157 |

### *Séptima sesión*

|   |     |
|---|-----|
| GEOLOGÍA, MEDIOAMBIENTE Y CATÁSTROFES ..... | 159 |
|---|-----|

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| Introducción .....  | 161           |
| Geología Ambiental «clásica» .....  | 162           |
| – <i>Recursos naturales</i> .....   | 163           |
| – <i>Riesgos y peligros naturales</i> .....                                       | 166           |
| Procesos naturales <i>versus</i> catástrofes sociales .....                       | 168           |
| Catástrofes topológicas.....  | 172           |
| <i>Win or gain</i> .....  | 177           |
| <br><i>Octava sesión</i>  |               |
| MEDIOAMBIENTE Y SEGURIDAD INTERNACIONAL .....                                     | 179           |
| Introducción .....  | 181           |
| Presión medioambiental y conflictos.....  | 181           |
| Unión Europea; GMES y la observación espacial.....                                | 183           |
| Centro de Satélites de la Unión Europea (EUSC) .....                              | 186           |
| Conclusiones .....  | 187           |
| <br>RESUMEN .....   | <br>189       |
| La política medioambiental en el Ministerio de Defensa.....                       | 191           |
| Impacto ambiental a escala global y regional .....                                | 192           |
| La Armada y el Medio Ambiente .....   | 193           |
| Medio Ambiente con conflictos bélicos y catástrofes: aspectos<br>sanitarios ..... | 194           |
| Protección de la Naturaleza por el Ejército del Aire .....                        | 196           |
| La gestión medioambiental: ISO 14000 .....  | 196           |
| Geología, Medio Ambiente y catástrofes .....                                      | 198           |
| Medio Ambiente y seguridad internacional .....                                    | 199           |
| <br>ABSTRACT.....   | <br>201       |
| <br>ÍNDICE .....  | <br>205       |

## RELACIÓN DE MONOGRAFÍAS DEL CESEDEN

- \*1. Clausewitz y su entorno intelectual. (Kant, Kutz, Guibert, Ficht, Moltke, Sehlieffen y Lenia).
- \*2. Las conversaciones de desarme convencional (CFE).
- \*3. Disuasión convencional y conducción de conflictos: el caso de Israel y Siria en el Líbano.
- \*4. Cinco sociólogos de interes militar.
- \*5. Primeras Jornadas de Defensa Nacional.
- \*6. Prospectiva sobre cambios políticos en la antigua URSS. (Escuela de Estados Mayores Conjuntos. XXIV Curso 91/92).
7. Cuatro aspectos de la Defensa Nacional. (Una visión universitaria).
8. Segundas Jornadas de Defensa Nacional.
9. IX y X Jornadas CESEDEN-IDN de Lisboa.
10. XI y XII Jornadas CESEDEN-IDN de Lisboa.
11. *Anthology of the essays*. (Antología de textos en inglés).
12. XIII Jornadas CESEDEN-IDN de Portugal. La seguridad de la Europa Central y la Alianza Atlántica.
13. Terceras Jornadas de Defensa Nacional.
- \*14. II Jornadas de Historia Militar. La presencia militar española en Cuba (1868-1895).
- \*15. La crisis de los Balcanes.
16. La Política Europea de Seguridad Común (PESC) y la Defensa.
17. *Second anthology of the essays*. (Antología de textos en inglés).
18. Las misiones de paz de la ONU.
19. III Jornadas de Historia Militar. Melilla en la historia militar española.
20. Cuartas Jornadas de Defensa Nacional.
21. La Conferencia Intergubernamental y de la Seguridad Común Europea.

22. El Ejército y la Armada de Felipe II, ante el IV centenario de su muerte.
23. V Jornadas de Defensa Nacional.
24. Altos estudios militares ante las nuevas misiones para las Fuerzas Armadas.
25. Utilización de la estructura del transporte para facilitar el cumplimiento de las misiones de las Fuerzas Armadas.
26. Valoración estratégica del estrecho de Gibraltar.
27. La convergencia de intereses de seguridad y defensa entre las Comunidades Europeas y Atlánticas.
28. Europa y el Mediterráneo en el umbral del siglo XXI.
29. El Ejército y la Armada en 1898: Cuba, Puerto Rico y Filipinas.
30. Un estudio sobre el futuro de la no-proliferación.
31. El islam: presente y futuro.
32. Comunidad Iberoamericana en el ámbito de la defensa.
33. La Unión Europea Occidental tras Amsterdam y Madrid.
34. Iberoamérica, un reto para España y la Unión Europea en la próxima década.
35. La seguridad en el Mediterráneo. (Coloquios C-4/1999).
36. Marco normativo en que se desarrollan las operaciones militares.
37. Aproximación estratégica española a la última frontera: La Antártida.
38. Modelo de seguridad y defensa en Europa en el próximo siglo.
39. La Aviación en la guerra española.
40. Retos a la seguridad en el cambio de siglo. (Armas, migraciones y comunicaciones).
41. La convivencia en el Mediterráneo Occidental en el siglo XXI.
42. La seguridad en el Mediterráneo. (Coloquios C-4/2000).
43. Rusia: conflictos y perspectivas.

44. Medidas de confianza para la convivencia en el Mediterráneo Occidental.
45. La cooperación Fuerzas de Seguridad-Fuerzas Armadas frente a los riesgos emergentes.
46. La ética en las nuevas misiones de las Fuerzas Armadas.
47. Operaciones anfibia de Gallípolis a las Malvinas.
48. La Unión Europea: logros y desafíos.
49. La seguridad en el Mediterráneo. (Coloquios C-4/2001).
50. Un nuevo concepto de la defensa para el siglo XXI.
51. Influencia rusa en su entorno geopolítico.
52. Inmigración y seguridad en el Mediterráneo: el caso español.
53. Cooperación con Iberoamérica en el ámbito militar.
54. Retos a la consolidación de la Unión Europea.
55. Revisión de la Defensa Nacional.
56. Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) en la defensa y la seguridad.
57. De la Paz de París a Trafalgar (1763-1805). Génesis de la España Contemporánea.
58. La seguridad en el Mediterráneo. Coloquio C-4/2002).
59. El Mediterráneo: Proceso de Barcelona y su entorno después del 11 de septiembre.
60. La industria de defensa: el desfase tecnológico entre la Unión Europea y Estados Unidos de América.
61. La seguridad europea y las incertidumbres de 11 de septiembre

---

\* Agotado. Disponible en las bibliotecas especializadas y en el Centro de Documentación del Ministerio de Defensa.

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| – <i>Implantación</i> .....   | 00            |
| – <i>Comprobación</i> .....   | 00            |
| Planes y programas medioambientales .....   | 00            |
| – <i>Calidad ambiental</i> .....  | 00            |
| – <i>Protección del medio natural</i> .....   | 00            |
| – <i>Energía</i> .....  | 00            |
| – <i>Concienciación y formación</i> .....   | 00            |
| Relaciones Internacionales .....  | 00            |
| Inversiones en Medio Ambiente .....   | 00            |
| Comentarios finales .....   | 00            |
| <br><i>Segunda sesión</i>   |               |
| IMPACTO AMBIENTAL A ESCALA GLOBAL Y REGIONAL .....  | 00            |
| Regionalización .....   | 00            |
| Ejemplos de regionalización dinámica .....  | 00            |
| – <i>Creación de bases de datos de alta resolución</i> .....  | 00            |
| <br><i>Tercera sesión</i>   |               |
| LA ARMADA Y EL MEDIO AMBIENTE .....   | 00            |
| Introducción .....  | 00            |
| La contaminación de la mar .....  | 00            |
| – <i>Residuos sólidos</i> .....   | 00            |
| – <i>Aguas residuales y subterráneas</i> .....  | 00            |
| – <i>Residuos peligrosos</i> .....  | 00            |
| – <i>Impactos ambientales del almacenamiento de hidrocarburos</i> .....   | 00            |
| <br><i>Cuarta sesión</i>  |               |
| MEDIO AMBIENTE EN CONFLICTOS BÉLICOS Y CATÁSTROFES:<br>ASPECTOS SANITARIOS .....  | 00            |
| El Medio Ambiente en el siglo XXIv00  |               |
| Similitudes y diferencias entre conflictos armados y catástrofes naturales que influyen en la alteración del Medio Ambiente ..... | 00            |

|   |     |
|---|-----|
| Concepto geoestratégico actual como marco de operaciones de la Sanidad Militar .....                | 000 |
| Los conflictos bélicos en el siglo XXI: aspectos que afectan al medio ambiente y a la sanidad ..... | 000 |
| Concepto de salud ambiental .....   | 00  |
| Problemas medioambientales de los conflictos bélicos en la sociedad actual .....                    | 00  |
| La Sanidad Militar española ante el siglo XXI .....   | 000 |
| La Telemedicina en la sanidad actual. Conceptos generales .....                                     | 000 |
| Bibliografía .....  | 000 |

#### *Quinta sesión*

|   |     |
|---|-----|
| PROTECCIÓN DE LA NATURALEZA POR EL EJÉRCITO DEL AIRE            | 00  |
| Introducción .....  | 000 |
| El Ejército del Aire y su entorno .....                         | 000 |
| – Organización medioambiental del Ejército del Aire .....       | 000 |
| – Clasificación de las unidades del Ejército del Aire .....     | 000 |
| – Unidades medioambientales.....                                | 000 |
| Política medioambiental y objetivos del Ejército del Aire ..... | 000 |
| – Sistema de Gestión medioambiental, SGMA. Definición .....     | 000 |
| – Ciclo del SGMAA, según norma UNE ISO 14001:96 .....           | 000 |
| – Objetivo del Plan Director.....                               | 000 |
| – Recursos económicos.....                                      | 000 |
| – Implantación, estructura y responsabilidad del SGMA.....      | 000 |
| – Ahorro de energías .....                                      | 000 |
| – Programa de protección medioambiental .....                   | 000 |
| – Sistema corporativo de Gestión Medioambiental, SGMA .....     | 000 |
| Conclusiones .....  | 000 |

#### *Sexta sesión*

|  |     |
|--|-----|
| LA GESTION MEDIOAMBIENTAL ISO 14000 .....                    | 000 |
| Preocupación medioambiental en las empresas y organizaciones | 000 |
| El modelo ISO 14000.....                                     | 000 |
| Elementos de un Sistema de Gestión Medioambiental .....      | 000 |

*Séptima sesión*

|   |     |
|---|-----|
| GEOLOGÍA, MEDIOAMBIENTE Y CATÁSTROFES .....           | 000 |
| Introducción .....                                    | 000 |
| Geología Ambiental «clásica» .....                    | 000 |
| – <i>Recursos naturales</i> .....                     | 000 |
| – <i>Riesgos y peligros naturales</i> .....           | 000 |
| Procesos naturales ver sus catástrofes sociales ..... | 000 |
| Catástrofes topológicas.....                          | 000 |
| <i>Win or gain</i> .....                              | 000 |
| Bibliografía .....                                    | 000 |

*Octava sesión*

|  |     |
|--|-----|
| MEDIOAMBIENTE Y SEGURIDAD INTERNACIONAL .....        | 000 |
| Introducción .....                                   | 000 |
| Presión medioambiental y conflictos.....             | 000 |
| Unión Europea; GMES y la observación espacial.....   | 000 |
| Centro de Satélites de la Unión Europea (EUSC) ..... | 000 |
| Conclusiones .....                                   | 000 |
| RESUMEN .....  | 000 |
| ABSTRACT.....  | 000 |
| ÍNDICE .....   |     |