

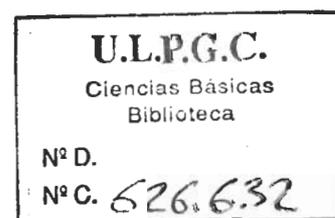


# AMBIENTE Y POLÍTICA TERRITORIAL

JESÚS MARTÍNEZ MARTÍNEZ

y

DIEGO CASAS RIPOLL



EDITA: UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIAS  
DISTRIBUYE: FUNDACITE ARAGUA

MARACAY , ESTADO ARAGUA (VENEZUELA)

## ÍNDICE

	Páginas
Agradecimientos. ....	013
Presentación de la AECI (Caracas). ....	015
Prólogo. ....	017
Presentación: Enmarque ambiental de una Política Territorial. ....	019
Capítulo 1. Introducción. ....	021
Definición, objetivos y alcance de una Política Territorial. La generación de tecnologías apropiadas para el uso del territorio.	
Delimitaciones del marco de una Política Territorial: La Geomorfología Ambiental, los Sistemas y los Equilibrios Ecológicos.	
Conceptos de ordenación, planificación y manejo de un territorio.	
Capítulo 2. Fase de ordenación de un territorio: Las auditorías y las diagnósticos ambientales. ..	025
Conceptos de auditorías y diagnósticos ambientales, en la búsqueda de una definición de arranque, en relación con un proceso de conservación y mejora del ambiente y de un desarrollo sustentable de sus recursos.	
Justificación de las auditorías ambientales.	
Estructura de organización, en la preparación y en la redacción de un proyecto de auditoría ambiental.	
Memoria de una auditoría, para desarrollos integrales sustentables de un territorio.	
Baremo de evaluación de un informe de ordenación y de pre-planificación de un territorio.	
Certificaciones y etiquetados ambientales.	

Capítulo 3.	Consideraciones previas sobre las caracterizaciones que se utilizan en las auditorías ambientales: .....	043
	La estandarización en las caracterizaciones de las auditorías ambientales.	
	Los problemas de cuantificación de las caracterizaciones.	
	Los coeficientes de los componentes o de los parámetros, que intervienen en las caracterizaciones de las auditorías ambientales	
Capítulo 4.	Las estimaciones de calidades como requerimientos de las auditorías ambientales. ...	045
	Las calidades ambientales: Conceptos básicos previos.	
	Metodología estándar, con sus fundamentos.	
	Cálculo de calidades.	
	Ejemplo de estimaciones de calidades ambientales.	
	Estimaciones de caídas de calidades por actuaciones antrópicas.	
	Las calidades paisajísticas como parte de las calidades ambientales: Introducción al estudio del paisaje.	
	Conceptos básicos para abordar las estimaciones de calidades de un paisaje.	
	Cálculo de la calidad del paisaje.	
	Corolarios de la calidad del paisaje.	
Capítulo 5:	Las vulnerabilidades en las auditorías ambientales. ....	075
	Concepto de vulnerabilidad, sus descriptores y metodologías de cálculo. Ejemplos de descriptores de vulnerabilidad.	
	Indicadores de vulnerabilidad y metodologías de cálculo.	
	Ejemplos de cálculo de indicadores de vulnerabilidad.	
Capítulo 6.	Los riesgos naturales. ....	089
	Introducción ética.	
	Concepto de riesgo natural. Generalidades.	
	Clasificación de los riesgos naturales.	

Ejemplificaciones de algunos tipos de riesgos naturales.

Capítulo 7.	Los sismos como ejemplo de causas de riesgos naturales. ....	109
	Concepto de terremoto. El hipocentro y el epicentro.	
	Las escalas de magnitudes y de intensidades de los movimientos sísmicos.	
	Árbol de problemas ante catástrofes sísmicas, en áreas habitadas.	
	Ejemplo de un terremoto, como escenario de arranque, para discutir deformaciones del terreno, medidas de prevención y planes de contingencias sísmicas: El sismo de Cariaco - Cumaná (Estado Sucre, Venezuela), del 9 de julio de 1997.	
	Las deformaciones del terreno por sismos y sus efectos geomorfológicos y geológicos en general. Aparición y secado de manantiales.	
	Los planes de prevenciones de riesgos por sismos.	
	Los planes de contingencias ante terremotos.	
Capítulo 8.	El soporte cartográfico en una política de ordenación y de planificación de un territorio. ....	133
	Modalidades de mapas.	
	Los mapas temáticos.	
	Mapas prescriptivos específicos de una política territorial.	
	Representación de la información sobre un soporte cartográfico.	
Capítulo 9.	Fase de planificación del territorio: Usos a partir de ordenaciones de los escenarios geográficos. ....	145
	Calificación y clasificación del territorio.	
	Espacios protegidos.	
	Las presiones ambientales por las actividades del hombre.	
	Las áreas de sensibilidades ecológicas.	
	Los desarrollos integrales sustentables.	
Capítulo 10.	El marco lógico. ....	153
	Concepto de marco lógico.	
	Justificación de un marco lógico.	

Supuestos previos: El análisis de actores, el árbol de problemas y el árbol de objetivos.

Elementos de un marco lógico.

Definición de proyecto y de programa. El concepto de "agenda".

Metodología para el desarrollo de un marco lógico.

Lista de verificación del diseño de un proyecto.

Capítulo 11. Análisis de proyectos que se adapten a la ordenación de un territorio. ....	171
--	-----

Recursos y presiones de uso.  
Índices de uso de los proyectos de conservación, mejora y desarrollo.  
Los impactos ambientales en superficie y en la vertical.

Guía procedimental para el estudio de los impactos ambientales.

Capítulo 12. Los impactos ambientales en el litoral, por obras marítimas. ....	199
--	-----

Clasificación de las obras marítimas.

Causas-efectos de impactos físicos en el litoral, por obras marítimas.

Los impactos en los procesos y efectos físicos del litoral, por obras inherentes a la instalación y explotación de recursos en el litoral.

Secuencias significativas concatenadas de procesos naturales, actuaciones antrópicas y sus efectos inducidos.

Capítulo 13. La sustentabilidad de los proyectos de una planificación territorial. ....	211
---	-----

Definición de sustentabilidad y consideraciones generales.

Descriptorios de sustentabilidad: Conceptos, clasificaciones y evoluciones.

Los procesos y efectos geodinámicos, con sus causas, para la definición y configuración de los geodescriptorios de sustentabilidad en ecosistemas.

Lista base de descriptorios de sustentabilidad.

Ejemplos de aplicabilidad de descriptorios generales de sustentabilidad.

Los indicadores de sustentabilidad: Conceptos y clasificaciones.

Metodología de cálculo de indicadores específicos.

Ejemplo de estimación de un indicador de sustentabilidad, en un ecosistema dado.

Diseño de un prototipo de camaronera, para un escenario geográfico específico, y estimación de su indicador de sustentabilidad.

Capítulo 14. La sustentabilidad en áreas forestales. ....	243
La deforestación insostenible: Concepto y causas.	
Efectos de las degradaciones en áreas forestales.	
El caso del Bosque de Laurisilva de Gran Canaria (España).	
Capítulo 15. La capacidad de carga habitacional de los territorios. ....	251
Concepto de capacidad de carga habitacional.	
Compatibilidades entre grados y tipos de capacidad de carga y los contenidos naturales y ambientales de un territorio. La armonización de la capacidad de carga.	
Ejemplos a imitar en estimaciones de estándares de aplicación: Los patrones de comportamiento para el dominio del territorio en la Naturaleza.	
La regulación de la capacidad de carga según los textos legales.	
Las limitaciones de los textos legales sobre los estándares de aplicación, por la diversidad de características propias, a conservar, que puede presentar un territorio.	
La capacidad de carga habitacional y la creación de problemas en la dinámica sedimentaria, de escenarios litorales.	
Ejemplos de cálculo de capacidades de carga habitacional.	
Capítulo 16. Los riesgos antropogenéticos. ....	265
Concepto de riesgos antropogenéticos.	
Estado de la cuestión.	
Análisis de algunos grandes riesgos antropogenéticos transfronterizos.	
La “Hipótesis Gaia” y las actuaciones del Hombre.	
Metodologías para resolver situaciones de riesgos.	
Concepto y generalidades de planes de contingencia.	
Capítulo 17. Estudio de un ejemplo de riesgo antropogenético doméstico: Los derrames de petróleo y sus planes de contingencias. ....	287

Conceptos básicos.

Los planes de acción, frente a accidentes en tierra.

Las manchas de petróleo y sus contaminaciones en el mar adentro y en las costas. Técnicas de contingencias.

Estudio de áreas sensibles a impactos por derrames en el mar de productos petrolíferos duros: Esquema para el caso del litoral de la Isla de Gran Canaria (España).

Criterios a considerar en las redacciones de los planes de contingencias, ante derrames de petróleo en el mar.

Clasificación de los planes de contingencias para hacer frente a los derrames del petróleo en el mar.

Modelo de esquema organizativo de planes de contingencias, de una compañía petrolera, para situaciones de mareas negras, por accidentes en instalaciones terrestres, por derrames de petróleo desde tanqueros y por reventones costafuera.

Plan Nacional de Contingencias de la Dirección General de la Marina Mercante, para mitigar los impactos de contaminación marina, procedentes de accidentes de buques.

Capítulo 18. La restauración del patrimonio natural y ambiental. ....	355
Concepto de restauración, definiciones, objetivos y consideraciones generales.	
Criterios, metodologías y técnicas de restauración.	
Casos particulares de recuperación de áreas degradadas, a modo de ejemplos.	
Marco legal de la restauración.	
Capítulo 19: Los conflictos domésticos de geopolítica. ....	345
Concepto de conflictos de geopolítica.	
Listado de algunos tópicos significativos de geopolítica.	
Estudio de un ejemplo de problemas de geopolítica.	
Capítulo 20: Las valoraciones económicas de los recursos ambientales. ....	369
Panorámica general y conceptos básicos.	
Las valoraciones económicas de la biodiversidad.	
La valoración económica de las "Historias de Amor" en un enmarque de biodiversidad, Presentación de un ejemplo.	

Introducción a la valoración de los recursos ambientales, para usos recreativos y de esparcimiento.

El coste de oportunidad.

El precio hedónico y las valoraciones económicas de los recursos ambientales.

Presentación de escenarios geográficos, de características distintas, en el área del Caribe, y a modo de ejemplos, para sus valoraciones económicas.

Epílogo de los autores. ....	385
Punto final. ....	387
Bibliografía. ....	389

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro reconocimiento:

- A Laura Albornoz, por el material facilitado y por sus muy provechosas discusiones referentes a los capítulos de “El Marco Lógico” y de “La Valoración Económica de los Recursos Ambientales”.
- A Ana Trujillo Pinto, por la documentación aportada para la redacción del capítulo de “Riesgos Naturales”.
- A Brígida Mendoza, por sus sugerencias y correcciones sanitarias, en el capítulo de “Los Sismos como Ejemplo de Causas de Riesgos Naturales”.
- Y a Gaspar González, por sus aportaciones bibliográficas en relación con los Costos de Oportunidad.

## PRESENTACION

Para la Agencia Española de Cooperación de Internacional (AECI) colaborar en la edición de la presente publicación constituye un motivo de especial satisfacción, ya que se trata de una importante actividad conjunta con la Fundación para la Ciencia y la Tecnología del Estado Aragua - Fundacite, institución de gran prestigio y seriedad con la que hemos tenido el placer de mantener una excelente relación. En esta iniciativa contamos, además, con el inestimable apoyo del experto Jesús Martínez Martínez Catedrático de Procesos Físicos en Playas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canarias.

La Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) ha definido el medio ambiente como uno de sus más importantes sectores de cooperación. Así lo demuestra la iniciativa denominada **Araucaria** dada a conocer por el Gobierno de España en el marco de la Asamblea Extraordinaria de la Organización de las Naciones Unidas, celebrada en Nueva York el 23 de junio de 1997. Se trata de un programa de ámbito regional que tiene por principios rectores la conservación de la biodiversidad, el desarrollo humano de los pobladores locales de ecosistemas frágiles de manera que su calidad de vida sea compatible con la preservación de los mismos y el fortalecimiento organizativo/institucional como instrumento que en el mediano y largo plazo potencie la capacidad de planificación y gestión local y mejore las relaciones entre los diferentes sectores.

Esta actividad que se llevará a cabo en Venezuela se enmarca en dicho espíritu. Así el material de esta publicación servirá de soporte al curso **Ambiente y Política Territorial**, que se dictará en Maracay el mes de julio de 1998, el cual abordará desde una perspectiva conceptual y metodológica la planificación y la gestión ambiental en su vinculación con el desarrollo económico y social.

Esperamos que tanto esta publicación como el curso para el que servirá de material de apoyo sean una contribución para expertos, estudiantes y público en general y nos impulse a concebir el ambiente y el desarrollo con una perspectiva de futuro y solidaria pensando en su disfrute por las actuales sociedades y por las generaciones futuras.

Diego de Cárdenas  
Coordinador General de Cooperación  
Venezuela

## PRÓLOGO

Prologar un libro es complejo, y más aún cuando está escrito por unos buenos amigos y sobre todo por unos excelentes profesionales. Podría incurrir en no mantener la calidad del texto que prologo, por lo que se hace harto difícil escribir sobre una materia tan importante y apasionada como *Ambiente y Política Territorial*. Sin embargo, podría decir que todo estilo de desarrollo y política económica o social tiene estrechas vinculaciones con el territorio del país o de la región correspondiente. Cuando esto no se realiza adecuadamente, se generan deseconomías e impactos negativos, tanto para el territorio como para el ambiente que lo alberga, produciéndose la injusticia social y, sobre todo, la degradación del ambiente, con los impactos negativos sobre los hábitats y la conservación de la Biodiversidad. Todo lo cual lleva a la creación de pasivos ambientales, al rápido crecimiento de los costos del desarrollo de servicios y a la disminución de la calidad de vida.

El territorio puede visualizarse desde tres puntos de vista:

- Como oferente de recursos naturales, de recursos humanos, y de infraestructura, que constituyen la base de todas las actividades productivas.
- Como conjunto de condiciones impuestas a la eficacia de estas mismas actividades.
- Y por último, como una permanencia, en el tiempo, de los recursos en cuestión, es decir, darle el carácter de sustentable a la utilización.

Por estas razones, desde sus inicios, la ordenación del territorio ha constituido un eje conceptual, metodológico y operativo para vincular la planificación y a la gestión ambiental con la del desarrollo económico y social.

Los autores hacen con este apasionante libro de texto un excelente planteamiento metodológico de como atender el dilema del próximo milenio "*Ambiente versus Desarrollo*", para poder permanecer en este Planeta Tierra. La anterior compatibilidad es la sola posible vía para darle sustentabilidad a nuestros sistemas de vida.

Los veinte capítulos, en los que está desarrollado tan interesante planteamiento, son de una hilación y desarrollo temático digno de científicos ambientales, que desde las ciencias geomorfológicas ve el desarrollo enmarcado por un ambiente, que no podemos ni destruir, ni maltratar, pero tampoco quedará en sus condiciones prístinas. Este planteamiento permite que se pueda utilizar el Ambiente sin "destruirlo". Con la aplicación de nuestros conocimientos, podemos llegar a usarlo sostenidamente, para el disfrute de las sociedades actuales y de las generaciones futuras.

Maracay (Venezuela), a 21 de enero de 1998.

**Eduardo González - Jiménez**  
Ingeniero en Agronomía y  
Profesor de la Universidad Central de Venezuela.

## PRESENTACIÓN

### ENMARQUE AMBIENTAL DE UNA POLÍTICA TERRITORIAL.

Los tópicos de Política Territorial, que se presentan en este texto, pretenden, modestamente, facilitar el desarrollo de los escenarios geográficos, que usufructa el hombre.

Aquí, el término "desarrollo" adquiere el sentido equivalente, en cierta medida, al de "development" y, en consecuencia, se refiere a algo más que a un manejo o gestión ("management") del territorio. En realidad, el manejo forma parte del desarrollo de una área geográfica.

Pero el "desarrollo" no se restringe a explotaciones, obviamente sustentables, de unos recursos, sino que engloba, además:

- las mejoras, con diseños y ejecuciones de medidas restauradoras, y
- conservaciones de patrimonios naturales y ambientales.

Un desarrollo del territorio tiene que arrancar del estudio de su "recipiente físico" (de su biotopo o biotopos):

- no sólo descriptivo,
- sino también desde unas perspectivas donde se establezcan sus interdependencias con los "contenidos biológicos" que encierran, y con las presiones ambientales que soportan.

Esta forma de abordar el estudio del recipiente físico constituye la Geomorfología Ambiental.

Sin entrar en cifras, una elevada proporción de la población humana, a nivel mundial, vive en las franjas litorales. Luego se precisa discutir las zonas más sensibles de estos espacios geográficos, dentro de la Geomorfología Ambiental. Esto se consigue con una Morfodinámica de las Playas y de las Dunas.

Tras la Geomorfología Ambiental, pero siempre desde un enfoque de interacciones entre "continente y contenidos" (desde el concepto de ecosistema en su totalidad), toman especial protagonismo los tópicos sobre la vida, que se cobija en los relieves geológicos. Se está ante las Biocenosis de los Escenarios Geográficos, que definen la Geomorfología Ambiental.

Los relieves y sus contenidos:

- tanto naturales,
- como ambientales (con la contribución de la intervención del hombre),

crean los "componentes arquitectónicos" que configuran los Paisajes.

Los paisajes representan lugares de esparcimiento para el hombre y fuente de recursos turísticos y recreacionales.

Hasta ahora, se han dibujado los diversos escenarios geográficos, desde distintas vertientes de análisis y de interpretaciones, que deberán converger en un modelo único, con numerosas nucleaciones interdependientes, de peculiaridades propias.

Pero los diferentes escenarios ¿cómo responden ante las actuaciones antrópicas?. El hombre puede provocar, en los hábitats de los biotopos:

- bien modificaciones directas, "in situ", detectables de una forma inmediata, en áreas bien definidas,
- o bien modificaciones indirectas, procedentes de otros entornos, no perceptibles claramente en el lugar en estudio, que, sumadas a otras, potencialmente pueden producir graves secuelas, de forma inmediata, y/o en los cambios globales, a medio o a largo plazo (en las próximas décadas).

De esta manera, directamente, o de rebote, se afectan también los hábitats de los biotopos del propio hombre.

Así, se justifica un bloque importante de capítulos, sobre las Presiones Ambientales. Sus tópicos, a posteriori, sustentarán, en muy buena medida:

- estrategias sobre identificaciones, evaluaciones y mitigaciones de impactos ambientales,
- pero sobre todo, tomas de decisiones, tendentes a eliminar las futuras causas de la aparición de esos impactos antropogénicos (no en buscar las soluciones de los problemas, sino en evitar esos problemas en sí, conforme con la Cumbre de la Tierra, celebrada en junio de 1997, en Nueva York).

Después de todo lo anterior, se disponen de las herramientas necesarias para:

- ordenamientos adecuados de los territorios, que se ajustarán a auditorias ambientales o, en el peor de los casos, a diagnósis ambientales,
- y planificaciones y gestiones óptimas, o al menos sustentables, de estos territorios.

En definitiva, en esta última parte, se configura un Ambiente y Política Territorial, a modo de un "punto final" de unas discusiones jerarquizadas, que no pierden, en ningún momento, una abstracción de conjunto, sobre el "Desarrollo Territorial".

Los autores.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN.

### ESQUEMA:

1. Definición, objetivos y alcance de una Política Territorial. La generación de tecnologías para el uso del territorio.
2. Delimitaciones del marco de una Política Territorial: La Geomorfología Ambiental, los Sistemas y los Equilibrios Ecológicos.
3. Conceptos de ordenación, planificación y manejo de un territorio.

### 1. DEFINICIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCE DE UNA POLÍTICA TERRITORIAL.

Se podría entender por política territorial al conjunto de “acciones” que condujeran a ordenamientos, planificaciones y manejos de los escenarios geográficos:

- en función de la ciudadanía, que incluya los intereses de las inversiones económicas (concepción “americanista”, dentro de actuaciones muy liberales),
- y en el sentido de no hipotecar los recursos naturales (conforme con idearios “conservacionistas” europeos), a partir de unos criterios revisables en el tiempo.

Una correcta política territorial deberá armonizar las dos anteriores matizaciones, es decir, obtener máximos niveles de desarrollos, pero sustentables.

### 2. DELIMITACIONES DEL MARCO DE UNA POLÍTICA TERRITORIAL: LA GEOMORFOLOGÍA AMBIENTAL, LOS SISTEMAS Y LOS EQUILIBRIOS ECOLÓGICOS.

Para diseñar y aplicar una buena política Territorial, se precisa que se delimiten los conceptos de:

- Geomorfología Ambiental,
- Sistemas, y
- Equilibrios Ecológicos.

#### **Geomorfología Ambiental:**

La Geomorfología Ambiental se identifica con el estudio de los relieves, entendidos:

- como los “recipientes físicos” que dan cobijo a las biocenosis de los sistemas, y
- que intervienen, directa o indirectamente, en los equilibrios ecológicos de los mismos.

En cuanto que participan en los equilibrios ecológicos, tienen mucho interés el conocimiento y la comprensión de las respuestas de los relieves ante las presiones ambientales, y las repercusiones de estas en las biocenosis.

#### **Sistemas:**

Un “sistema” se puede definir como un conjunto de ecosistemas, que sean interdependientes de forma uni o pluridireccional, con efectos iterativos, o no, en un doble sentido.

El escenario de un sistema es el espacio geográfico que abarca a un conjunto de causas, procesos y efectos:

- geológicos,
- biológicos, y
- de la contaminación en general,

en un marco de interdependencias, que explican y caracterizan el comportamiento de un entorno dado.

Con palabras de Lovelock (1992), sub-conjuntos de tales causas, procesos y efectos constituirían los “órganos” de un sistema de “fisiología” ecológica, que se comportaría a modo de sub-estructura conductora, de las características de un territorio.

Matemáticamente, un sistema sería un conjunto, o una colección, de variables y factores, relacionados entre sí. Aquí, las ecuaciones representarían el papel de hilo conductor, entre las variables y factores, que serían los componentes, o los órganos fisiológicos, del sistema.

El ámbito territorial de un sistema suele rebasar al de un ecosistema, que normalmente resulta difícil de delimitar.

Puede ocurrir que acciones, que tengan lugar en un ecosistema determinado, repercutan fuera de su dominio, “formalmente” establecido, por razones de las anteriores interdependencias, que precisan de escenarios geográficos más amplios.

### **Equilibrios Ecológicos:**

Un equilibrio ecológico define a una “unidad ambiental estable”:

- donde el biotopo, o biotopos, con sus presiones ambientales propias de contorno, proporcionan los cobijos físicos apropiados para las biocenosis que soportan,
- donde las biocenosis dependientes definen biomasas estabilizadas, en los distintos eslabones de las redes tróficas, y
- donde hay ausencia de presiones ambientales que propiciarán las eclosiones de las biomasas de especies “oportunistas”, autóctonas o alóctonas, a expensas del desplazamiento de otras, usufructuarias del lugar.

Aquí, se consideran como especies “oportunistas” aquellas que están mejor dotadas (las más resistentes) para soportar y/o adaptarse a cambios no “habituales” de las presiones ambientales.

Unas presiones ambientales de contorno, propias de un biotopo dado, serían aquellas que imprimen las situaciones fisiográficas. Entre las presiones ambientales de contorno, más significativas, se encuentran la temperatura, la presión atmosférica y la humedad, de acuerdo con la altitud, latitud y orientación geográfica.

La unidad ambiental queda identificada por el sistema que alberga a un conjunto de ecosistemas dependientes multidireccionalmente. En las dependencias, pueden existir cadenas de dobles sentidos (secuencias de dependencias recíprocas).

Una unidad ambiental estable se la puede asociar con un sistema cerrado. Se tiene un sistema cerrado cuando las materias primas introducidas, o acumuladas con anterioridad, son procesadas en ese entorno. Los productos colaterales y finales no son eliminados del sistema, sino retenidos en él, donde se depuran y se reconvierten nuevamente en materia prima. Se produce un reciclado de nutrientes, sobre todo de nitrógeno y de fósforo. La velocidad (tasa) del reciclado en un sistema en estabilidad no permite que se produzcan, por acumulaciones de desechos, presiones ambientales anómalas, respecto a la optimidad de

la "calidad de vida" en la biocenosis en su conjunto. Un determinado eslabón de las redes tróficas, por la tasa de reciclaje, no debe quedar favorecido, a expensas de otros eslabones. De este modo, en un sistema, como un todo, no habrá entrada de nuevos materiales desde el exterior, ni acumulación de productos colaterales o finales. En otras palabras, la velocidad de recuperación del medio, ante perturbaciones, es mayor que su capacidad de cambio.

En este tipo de unidad ambiental, si correspondiese a un medio acuático, no se daría una explosión de microalgas por exceso de nitrógeno y fósforo, que implicara la disfuncionalidad de una pradera de gramíneas, perturbación que, a su vez, provocaría una serie de efectos cruzados en la totalidad de la red trófica.

Mientras que a una *unidad ambiental inestable* se la asocia con un sistema abierto. Este otro tipo de sistema utiliza, para su producción, materia prima siempre nueva, que debe ser introducida constantemente desde el exterior. Los productos colaterales y finales no son reciclados, sino que se acumulan en el interior de la unidad ambiental, o en otras próximas. Aquí, la velocidad de cambio es mayor que la capacidad de recuperación.

Para medir situaciones de equilibrios ecológicos, se necesitan disponer de parámetros descriptivos. de entrada, tales parámetros se pueden basar en las relaciones que se establezcan entre las biomásas de las especies del sistema en estudio, dentro de la red trófica. Si se miden roturas en los equilibrios de las biomásas, en una red trófica, ciertamente se estará midiendo desequilibrios ecológicos.

Otros parámetros para sistemas acuáticos, de menor complejidad, y relativamente fiables, aunque sólo sean indicativos e indirectos de equilibrios ecológicos, se centrarían en mediciones e interpretaciones de los siguientes factores:

- concentración de oxígeno disuelto,
- contenido en clorofila,
- contenido en nitritos, y
- contenidos en nitratos.

### 3. CONCEPTOS DE ORDENACIÓN, PLANIFICACIÓN Y MANEJO DE UN TERRITORIO.

Estos tres términos tienen sus propias delimitaciones conceptuales.

La *ordenación* de un territorio consiste:

- En formular y justificar el conjunto de usos sostenibles, que podrían soportar las unidades ambientales, en función de sus características. Los usos sostenibles implicarían que no se hipotecaran, de forma sensible, sus calidades.
- En ubicar adecuadamente los posibles usos, que sean compatibles con las características medio-ambientales (sectorización del territorio por la idoneidad de su explotación potencial).
- Y en proponer recomendaciones, en relación con las intervenciones actuales.

Todo lo anterior se encontraría bajo un soporte de mapas descriptivos.

A la *planificación* le corresponde la redacción de proyectos, que se ajusten a una ordenación previa del territorio.

Conforme con el conocimiento y comprensión de los procesos y efectos físicos, químicos y biológicos, y de acuerdo con supuestos socioeconómicos, la *gestión*, o manejo, comprende la toma de decisiones, que conlleva:

- A la ejecución de proyectos planificados,

- A la protección y conservación de unidades ambientales, ante las modificaciones dependientes de sus explotaciones, por la ejecución de los proyectos planificados.
- Y a la optimización de territorios, degradados por las utilizaciones pretéritas y/o actuales, que no estaban, o están, contempladas en correctas ordenaciones y planificaciones.

Las normas subsidiarias, los planes generales de ordenación, los planes insulares de ordenación territorial (P.I.O.T.), los planes de ordenación de recursos naturales, los planes especiales de protección de espacios naturales (P.E.P.E.N.), planes generales de ordenación urbana (P.G.O.U.), y otros, no son más que casos particulares de ordenamientos del territorio, que han conducido, o conducen, a planificaciones concretas, elaboradas por Administraciones de distinto grado competencial. Por ejemplo, las normas subsidiarias competen a las municipalidades (ayuntamientos).

## CAPÍTULO 2

### FASE DE ORDENACIÓN DE UN TERRITORIO: LAS AUDITORIAS Y LAS DIAGNOSIS AMBIENTALES.

#### ESQUEMA:

1. Conceptos de auditorias y de diagnosis ambientales, en búsqueda de una definición de arranque, en relación con un proceso de conservación y mejora del ambiente y de un desarrollo sustentable de sus recursos.
2. Justificación de las auditorias ambientales.
3. Estructura de organización, en la preparación y en la redacción de un proyecto de auditoría ambiental.
4. Memoria de una auditoría, para desarrollos integrales sustentables de un territorio.
5. Baremo de evaluación de un informe de ordenación y pre-planificación de un territorio.
6. Certificaciones y etiquetados ambientales.
7. Márketing ecológico.

#### 1. CONCEPTO DE AUDITORIAS Y DE DIAGNOSIS AMBIENTALES, EN BÚSQUEDA DE UNA DEFINICIÓN DE ARRANQUE, EN RELACIÓN CON UN PROCESO DE CONSERVACIÓN Y MEJORA DEL AMBIENTE Y DE UN DESARROLLO SUSTENTABLE DE SUS RECURSOS.

Una *auditoria ambiental*, o *eco-auditoria*, corresponde al conjunto de identificaciones, observaciones y discusiones, con sus conclusiones, que permitan determinar en qué situación se encuentran las relaciones entre los componentes de un ecosistema, o de un sistema en general.

Las previsibles situaciones pueden describir:

- equilibrios, o
- desequilibrios ecológicos.

En el segundo de los supuestos, una auditoria conducirá:

- a estimar el grado de desequilibrio ecológico, y
- sus causas.

En la obtención de esta estimación, se precisan:

- inventariar los componentes, que definen al territorio:
  - a). los componentes del continente y del contenido biológico (flora y fauna), y
  - b). las presiones ambientales,
- evaluar los componentes en cuestión, y
- establecer relaciones de interdependencias y de causas-efectos (naturales e inducidas por intervenciones antrópicas), entre los componentes implicados.

Este triple proceso abarca:

- la estimación de calidades ambientales,
- la identificación y valoración de los pertinentes descriptores de vulnerabilidad,
- el cálculo de los correspondientes indicadores de vulnerabilidad, y
- las evaluaciones de los impactos ambientales, por las actuaciones ya existentes.

Las auditorías ambientales identifican, clasifican y denominan a las situaciones en que se encuentran los sistemas. Por ejemplo, se podrían establecer, en principio, cinco tipologías:

- Sistemas en equilibrio ecológico, en su totalidad.
- Sistemas con ecosistemas desequilibrados, pero que pueden recuperar sus equilibrios.
- Sistemas con ecosistemas hipotecados, pero sin repercusiones significativas en el resto del territorio.
- Sistemas con ecosistemas hipotecados, que repercuten, progresivamente, en el resto del territorio.
- Sistemas desequilibrados en su totalidad, sin posibilidades de recuperación. Se identificarían con sistemas hipotecados en su conjunto.

Obviamente, se pueden describir gamas de tipologías intermedias, entre las anteriores cinco situaciones estándar.

Como ejemplo de sistema desequilibrado en su totalidad estaría la provincia morfodinámicas de Morro Besudo-Faro de Maspalomas, en la Isla de Gran Canaria (España), si tuviera lugar unas intervenciones antrópicas, de ingeniería marítima, en El Veril, que interfiriera la dinámica de las arenas hacia aguas abajo (hacia la Playa de El Inglés). Si la Playa de El Inglés recibiera menos aportes de arena, se agravaría la degradación del Campo de Dunas, que vería mermada su capacidad de atenuar el retroceso natural (hacia tierra) de la Playa de Maspalomas. Este retroceso afectaría incluso al límite meridional del humedal (La Charca), que forma parte del sistema. La Charca podría quedar permanentemente abierta, y perder su carácter de "humedal". Sus aguas pasarían a ser neta y permanentemente salinas, y provocarían, o acentuarían, la salinización del acuífero del entorno. Con ello, cambiarían las condiciones físico-químicas de las aguas, que llegan a las raíces del Palmeral del Oasis. La comunidad de palmeras sufriría impactos negativos. En definitiva, se estaría hipotecando el conjunto del sistema: playas-dunas-charca-palmeral.

Hay que tener la precaución de no confundir:

- una auditoría ambiental, respecto a una empresa, o a actividades concretas del hombre,
- con una auditoría ambiental de un territorio.

En el primer caso, se pretende identificar los efectos de unas intervenciones del hombre, normalmente de carácter económico, para eliminar los impactos, o mitigarlos, hasta unos límites admisibles y, de esta manera, asegurar la sustentabilidad del territorio afectado. Se estaría, de lleno, en las fases de planificación y/o de manejo del territorio. Las herramientas a utilizar, desde esta perspectiva, están desarrolladas, por ejemplo, en las diferentes versiones de los ISO (véase bibliografía).

En el segundo caso, se quiere encontrar las características del ambiente, sobre todo respecto al equilibrio ecológico, para llegar a correctas ordenaciones del territorio. Esto permitirá, ya dentro de un marco de planificación, diseños de proyectos:

- sustentables y
- compatibles entre sí,

que facilitarán posteriores adecuadas tomas de decisiones (manejo correcto del territorio).

En realidad, ambos enfoques convergerán en la conservación y mejora del medio ambiente, en su globabilidad.

Una *diagnosís ambiental* cubre objetivos más modestos. Sólo pretende una caracterización, e incluso una evaluación, de los componentes del medio (del continente y de los contenidos), así como de las presiones ambientales. Se podrían establecer algunas interdependencias entre componentes, y de estos con las presiones ambientales, pero sin pretender llegar a las causas significativas que rigen al conjunto de interdependencias y, en definitiva, el equilibrio ecológico.

Las ecoauditorías de las unidades territoriales y las diagnosís ambientales harán factible, en última instancia, ecogestiones, o ecomanejos de los escenarios geográficos, conforme:

- con las Leyes de la Naturaleza, y
- con las características y equilibrios ecológicos de los ecosistemas implicados, en el sistema ambiental en cuestión.

## 2. JUSTIFICACIÓN DE LAS AUDITORIAS AMBIENTALES.

Las auditorías ambientales y los estudios de impactos se pueden realizar:

- *Después de redactar los proyectos, previstos como definitivos.* Las diagnosís ambientales y las evaluaciones de los impactos se suelen hacer por encargo de los promotores de los mismos. Los estudios estarían, en cierta medida, condicionados por los empresarios, y representarían a “documentos” de peculiares “abogados defensores” de las intervenciones en cuestión. Serían unos anexos, más o menos manipulados, que tenderían, básicamente, a obtener las permisologías de las administraciones implicadas.
- *Después de redactar proyectos provisionales.* Las diagnosís ambientales y las evaluaciones de los impactos conducirían a rediseños de los proyectos, de forma tal que, cuando se ejecutaran, representarían a actuaciones sustentables. Se estaría ante un proceso de retro-alimentación. Nuevos estudios ambientales verificarían la sustentabilidad de las intervenciones pretendidas, y constituirían los anexos para la obtención de las permisologías.
- *Antes de redactar proyectos de desarrollo.* Las diagnosís y las auditorías ambientales buscarían la idoneidad de las intervenciones de desarrollo. Estas, obviamente, deberían ser sustentables, y acorde con un desarrollo integral equilibrado de las unidades ambientales, que conllevaría a eliminar conflictos de competencias, o a incompatibilidades entre intervenciones. Se estaría haciendo, realmente, una ordenación del territorio.

Los nuevos proyectos (fase de planificación) se redactarían conforme con las premisas de las conclusiones y recomendaciones de los estudios ambientales previos. Una vez redactados, estos se someterían a estudios complementarios de impactos ambientales, para posibles rediseños de optimización y para verificar la viabilidad ambiental de los mismos. Así, se puede asegurar, más fuertemente, la sustentabilidad del territorio a desarrollar.

El manejo del territorio comprendería, entre otros hechos, la toma de decisión sobre los proyectos a ejecutar.

## 3. ESTRUCTURA DE ORGANIZACIÓN, EN LA PREPARACIÓN Y REDACCIÓN DE UNA AUDITORÍA AMBIENTAL.

En la elaboración de una auditoría ambiental, se sigue la siguiente estructura organizativa:

- Breve descripción del Proyecto de auditoria.
- Composición del equipo investigador.
- Necesidad de la auditoria a realizar.
- Objetivos.
- Metodologías y técnicas de trabajo.
- Cronograma de ejecución del proyecto de auditoria.
- Viabilidad económica de la investigación.
- Discusiones generales.
- Caracterización eco-geográfica del territorio.
- Caracterización socioeconómica del territorio.
- Conclusiones.
- Aspectos colaterales del proyecto de auditoria.
- Bibliografías.

### **1. Breve descripción del Proyecto de auditoria.**

Esta descripción se desglosará en tres puntos:

En el primero, se resumirá el conjunto de objetivos generales básicos, que se pretendan. En una auditoria ambiental, el objetivo fundamental radica en estimar como se encuentra el territorio, en cuanto al equilibrio ecológico. Con ello:

- Se obtendrá un documento:
  - a). que relacionará los aspectos geológicos, medioambientales y de desarrollo, entre otros,
  - b). y que aportará la documentación necesaria para facilitar los criterios de actuación,
- Se dispondrá de un material que facilitará los criterios de actuación, la definición de usos sostenibles y la planificación del territorio.
- Y se describirán los enfoques que conducirán a la generación de correctas estrategias, referentes al manejo del territorio, dentro de un marco que condiciona la fase de planificación.

El segundo punto debe reseñar la ubicación sucinta del escenario geográfico en cuestión, con descripciones de los rasgos generales. Los lugares de interés estarán especialmente mencionados.

En tercer lugar, se indicarán los responsables del proyecto, con la identificación:

- de sus categorías profesionales y destinos, y
- de sus adscripciones pertinentes a departamentos, facultades, escuelas, institutos y universidades.

Los responsables asumirán las funciones:

- de generalistas, respecto a los equipos multidisciplinares intervinientes, y
- de coordinadores, en relación con las empresas, o entidades, que solicitan el proyecto.

### **2. Composición del equipo investigador.**

Para la realización de dicho Proyecto, se contará con un equipo formado por un numeroso grupo de profesores y profesionales, que aborden los distintos aspectos multidisciplinares, conforme con las características propias de los proyectos a redactar.

Estos equipos de profesionales se encontrarán estratificados en tres figuras:

- generalistas,
- coordinadores de grupos de expertos, de áreas temáticas específicas, y
- expertos de base, con apoyos en técnicos de campo y de laboratorio,

Un generalista de:

- auditorías ambientales, y
- de impactos ambientales en general, referentes a proyectos de mejora, de conservación y/o de desarrollo,

es un director técnico, de un equipo multidisciplinar de expertos, o de especialistas, que reúne las siguientes características:

- Acepta que las intervenciones antrópicas puedan alterar al medio natural o al medio ambiente, pero de forma sustentable.
- Diseña los objetivos generales, que se pretenden en el territorio a estudiar, y participa en la confección de los específicos, para que se ajusten a los primeros.
- Enfoca los problemas en su totalidad, en el sentido de abordar los distintos aspectos significativos de las disciplinas implicadas en los equilibrios ecológicos, o, en el peor de los casos, en las calidades ambientales. En realidad, acopla los estudios particulares a la perspectiva integral.
- Admite que los expertos, por sí solos, son incapaces de decidir, para resolver problemas globales, o de diagnosticar situaciones, que reflejen la situación real de equilibrios ecológicos, o de calidades ambientales. Se necesita, inexcusablemente de equipos multidisciplinarios.
- Establece y hace que se cumplan los cronogramas.
- Indica los aspectos prioritarios a investigar, la jerarquización y comparación de éstos, y la aceleración en la obtención de resultados. Con ello, se llega a la visión global pretendida, para solucionar, adecuadamente, el problema, o los problemas, o para auditar el territorio.
- Lleva el seguimiento y la reconducción de las investigaciones de los expertos, a fin de que no se descoordinen de las exigencias globales, y sigan los objetivos previstos, y no hacia otros intereses, más científicos.
- Proporciona bancos de datos y la información complementaria necesaria para que un equipo de informáticos preparen un Sistema de Información Geográfica (S.I.G.). Esta herramienta da, de forma instantánea, y con riesgos bastante sesgados, las consecuencias de diferentes políticas y decisiones.
- Redacta los "informes ejecutivos", que se presenta ante los empresarios y/o funcionarios. En los informes emplea lenguajes accesibles y recoge conclusiones claras, concisas y coherentes, sin las contradicciones que se obtendrían con los informes, por separado, de los diferentes expertos. No obstante, la redacción de los "informes ejecutivos" resulta de discusiones y conclusiones colegiadas, que evite el peligro de ciertas enfatizaciones, o minimizaciones, del generalista, por su formación de procedencia.

Los coordinadores de grupo son los enlaces habituales entre el generalista y los expertos de base, sin menoscabo de que éste último pueda entablar relaciones directas oportunas con los especialistas.

En la elaboración de un proyecto de auditoria ambiental, los expertos de base lo forman grupos de profesionales, de altas cualificaciones universitarias por sus categorías y destinos (titulaciones y cargos

académicos), y/o por sus experiencias, especializados en áreas temáticas concretas, que concentrarán sus trabajos en los desarrollos de los aspectos parciales, que se encuentren vinculados al estudio en elaboración, y dentro de los ámbitos de sus competencias de formación.

### 3. Necesidad de la auditoria a realizar.

La justificación de llevar a cabo auditorias ambientales, como soporte de ordenaciones del territorio, se basa en los siguientes puntos:

- Se obtienen rentabilidades ecológicas y socioeconómicas, para un territorio dado, con estos tipos de estudios.
- Se alcanzan criterios apropiados para planificar y manejar un territorio de forma sustentable.
- Y, como consecuencia de lo anterior, se puede estar en condiciones para hacer propuestas y recomendaciones válidas, dentro de un contexto de sustentabilidad del territorio. Se deduciría cómo se puede explotar los recursos, pero sin hipotecar el ambiente.

### 4. Objetivos.

Si la auditoria se ajusta al formato de un proyecto, sólo puede contener un *objetivo general*. Éste se podría formular como “*determinar la situación del territorio en estudio, respecto al equilibrio ecológico, para proponer estrategias de conservación y/o de recuperación del sistema*”.

Sin embargo, si lo que se pretende preparar es un programa, de acuerdo con un patrón de auditoria ambiental, se puede jugar con varios objetivos generales. En este sentido, un listado de objetivos generales sería el siguiente:

1. Establecer las base para la planificación de usos en un litoral determinado, mediante la ordenación y control medio-ambiental, encaminada a un desarrollo sustentable, que podría ser turístico y social, y que permita un notable incremento en la economía y en la calidad de vida de sus habitantes.
2. Caracterizar las variaciones espaciales del ambiente físico-natural y el grado de intervención antropogénica en el litoral en estudio. Se tomarían en consideración las actividades que se desarrollen en el medio marino-costero y la calidad ambiental de sus ecosistemas. Se llegaría a diseños de modelos de mejora y conservación del entorno geográfico intervenido.
3. Tener los suficientes elementos de análisis de la situación ambiental (diagnóstico y auditoria), desde un marco global, y desde aspectos particulares, que permitan, a través de proyectos de intervención, llegar a soluciones adecuadas, coherentes con los problemas que se detecten.
4. Identificar y evaluar impactos ambientales de las actuaciones que han existido, y/o existen, en el territorio, y de los proyectos que se proponen. El estudio de los impactos por las intervenciones previstas realimentarán las redacciones de los proyectos en cuestión, reorganizarán sus diseños, y/o advertirán sobre su inadecuación de los mismos.
5. Confeccionar un “*Sistema de Información Geográfica*”, específico para los ecosistemas interdependientes de este entorno, que permita la detección, definición, y asunción de problemas, la elevación de alternativas, que resuelvan los problemas detectados, y los estudios medio-ambientales de las alternativas propuestas.

Además, esta herramientas podría predecir situaciones futuras, en el espacio y en el tiempo, y evaluar las repercusiones, de los actuales impactos, en el futuro.

Y todo esto sería muy válido para la toma adecuada de decisiones, en la gestión de la distintas unidades ambientales del territorio en cuestión.

Desde los objetivos generales planteados, se formula el siguiente banco provisional de objetivos específicos, o procedimentales:

1. Establecer unidades morfodinámicas, como soportes de biotopos, que puedan identificarse con unidades ambientales a ordenar, planificar y manejar, una vez redelimitadas conforme con otros criterios.
2. Caracterizar las dinámicas y las peculiaridades geomorfológicas de las unidades ambientales.
3. Determinar cómo influyen, en los procesos y efectos morfodinámicos de la costa:
  - los regímenes de corrientes, las mareas y los oleajes, en las zonas costeras, y
  - las condiciones oceanográficas en la plataforma continental y en el océano interior.

De esta manera, se podrán especificar las variables meteorológicas y oceanográficas, normales y extremas, de la morfodinámica.

4. Ubicar, delimitar y describir los principales ambientes morfodinámicos, que se podrían encontrar en un litoral, tales como:
  - playas arenosas,
  - playas fangosas,
  - acantilados y costas rocosas,
  - bosques de mangles o de otras comunidades vegetales,
  - humedales y lagunas costeras,
  - arrecifes coralinos,
  - praderas de Fanerógamas marinas,
  - caracterizaciones de desembocaduras de redes hidrológicas,
  - etc..

5. Buscar las condiciones y presiones físicas ambientales:

- de las dinámicas sedimentarias de las playas,
- de los retrocesos de las fachadas costeras, y
- de las biocenosis de los medios marinos.

6. Obtener modelos de “patrones de comportamientos morfodinámicos”, incluidos los de las playas arenosas, válidos para el manejo de particulares territorios, de otros escenarios, o a otras escalas mayores, dentro de un contexto de Geomorfología Ambiental.

7. Poder jugar con las identificaciones, cualificaciones y cuantificaciones de la calidad de las aguas, como consecuencia de las presiones ambientales.

Aquí resulta fundamental las medidas sistemáticas de nutrientes y de metales pesados.

8. Discutir las condiciones químicas del medio marino del entorno, con sus variaciones estacionales.

Las entradas naturales de nutrientes y de metales están sujetas a los cambios, entre otros, en las escorrentías superficiales y en los regímenes fluviales. Estos cambios son los responsables del arrastre de gran cantidad de material en partículas, que posteriormente se disuelve, se dispersa y/o se concentra en las zonas costeras y de mezcla con el agua de mar.

9. Estar en condiciones de utilizar, dentro de un estudio global, las fluctuaciones anuales que sufren los nutrientes y metales pesados en el conjunto del entorno marino litoral y, en particular, en aquellas áreas con una renovación limitada de las aguas superficiales. Esto es necesario para una mejor evaluación del efecto que podrían provocar cargas adicionales, a partir de otras fuentes de origen antropogénico.

10. Estudiar y contrastar, dentro de un litoral, los contenidos de determinados ambientes:

- en diferentes etapas de degradación, por intervenciones antrópicas, y
- sometidas a distintos grados de protección legal.

Se hará, de forma multidisciplinar, una identificación, evaluación y catalogación de las comunidades y especies, definiendo sus distribuciones, abundancias y distribuciones.

En cada ambiente, se buscará la información necesaria sobre la estructura de las comunidades de organismos.

11. Formular el funcionamiento de los distintos ecosistemas, con sus características propias (biomasas, riquezas, localizaciones, etc.), del territorio terrestre y marítimo delimitado. De esta manera, se conocerá, por ejemplo, las sucesiones, en el tiempo y en el espacio, de determinadas comunidades biológicas, como son las de la fauna ornítica. Se subrayarán las especies significativas (raras y/o en peligro de extinción).
12. Valorar los recursos renovables (sobre todo los vivos) y no renovables, como serían los mineros, de los entornos litorales. Se analizarán y cuantificarán los atentados a sus reservas.
13. Evaluar el interés económico, ecológico y paisajístico de los escenarios litorales.
14. Determinar tipos y grados de intervenciones, o de afectaciones, que presenten los ambientes enumerados. Se inventarán y describirán las principales actividades económicas que se desarrollan en el margen costero (industriales, artesanales, turísticas, portuarias, etc.), con la evaluación de sus impactos ambientales (positivos y negativos).
15. Identificar, describir, analizar, interpretar y valorar la incidencia de las distintas actividades humanas sobre las comunidades biológicas, tanto del medio terrestre como marítimo de un litoral.
16. Realizar estudios sobre la idoneidad de proyectos de ingeniería marítima (puertos y refugios pesqueros, apeaderos en playas y otras intervenciones), para el desarrollo sustentable de un litoral
17. Sintetizar la información de los distintos proyectos de ingeniería marítima, para decidir sobre la alternativa óptima, conforme con la auditoría ambiental y las recomendaciones planteadas sobre el desarrollo urbano.
18. Establecer las relaciones ecológicas de las áreas urbanas, planteando un método adecuado, que permita el desarrollo de la flora y fauna dentro de aquellas.
19. Enunciar los criterios para la planificación urbana y el desarrollo de los biotopos, como último estadio de análisis, que complementa los estudios realizados en el entorno sobre impacto ambiental.
20. Obtener una información exhaustiva sobre los asentamientos urbanos dispuestos en torno a un litoral, incluyendo sus áreas de influencia. Las catalogaciones específicas, de estas áreas, posibilitarán la determinación de diagnósticos, tras el análisis de todos los datos obtenidos.
21. Realizar estudios urbanísticos, en el ámbito del litoral, sobre:
  - la evolución histórica de la ordenación urbanística,
  - el análisis morfológico,
  - el análisis funcional, y
  - el análisis tipológico.
22. Sintetizar la información urbanística para establecer recomendaciones y criterios de actuación.
23. Realizar propuestas de intervención urbana y edificatoria sobre los asentamientos descritos, y determinar los criterios para el control de su desarrollo posterior. Se pretenderá conseguir ordenados procesos naturales de transformación, sin establecer aceleraciones motivadas por las características

de las propuestas.

24. Inferir las repercusiones ambientales de obras marítimas, urbanísticas o de cualquier otro tipo, en proyectos de conservación, mejora y/o desarrollo de un litoral. Estas deducciones permitirán obtener unos primeros planteamientos y pre-resoluciones de problemas ambientales.

25. Caracterizar, en relación con el usufructo de un territorio, la calidad microbiológica del agua del mar y de las aguas superficiales, a consecuencia de los desarrollos urbanos y de otras actividades del hombre.

Se analizará la flora natural microbiana de la calidad intrínseca de las aguas, y la inducida por la actividad antrópica, desde tierra y desde el propio mar. Así, se tratará de diferenciar las poblaciones naturales bacterianas (bacterias marinas de tipo heterótrofas), de la presencia microbiana exógena.

Se pretenderá conocer el estado actual microbiano, cuantificando los posibles aportes exógenos, por el vertido de aguas residuales, con el establecimiento de apropiados descriptores.

26. Formular propuestas generales de alternativas de intervenciones, tendentes a la mejora y conservación de los entornos geográficos en estudio, en concordancia con las normas de protección del ambiente.

Se procederá a la delimitación de las áreas de conservación, como zonas de reserva natural, por su valor e interés medioambiental.

27. Delimitar las "Áreas de Sensibilidades Ecológicas", de zonas a proteger. De esta manera, se evitaría que llegaran, a los escenarios de especial significado ecológico, los impactos negativos, por actividades del hombre

28. Levantar, o discutir, cartografías:

- topográficas del entorno envolvente,
- batimétricas, hasta la plataforma continental,
- de los condicionantes y de las dependencias oceanológicas, que inciden en el litoral,
- morfodinámicas,
- de las presiones ambientales sobre la biocenosis,
- de la flora y fauna, donde se representen tridimensionalmente las localizaciones, distribuciones y abundancias (biomasas), de las comunidades y especies marinas y terrestres (mapas bionómicos),
- de los recursos renovables (principalmente vivos) y no renovables (mineros),
- arqueológicas, históricas y etnográficas,
- de la estructura de la propiedad,
- de la estructura económica: del sector primario (agricultura, pesca y otros), del secundario (artesanía e industria) y del terciario (servicios, turismo y otros),
- de la infraestructura urbana y territorial (viaria, saneamientos, abastecimientos de agua, electricidad, etc.),
- de usos específicos urbanos y territorial,

- de la morfología urbana de los asentamientos, y
- de los impactos ambientales, por las actuaciones que ya ha soportado el territorio.

29. Poder intervenir, mediante la discusión de bancos de datos, en la confección de Sistemas de Información Geográfica. Estos representan herramientas óptimas, para la ordenación, planificación y manejo de territorios.

#### **5. Metodologías y técnicas de trabajo.**

Este apartado abordará:

a). Justificación de las metodologías que se emplearán.

b). Materiales que serán utilizados.

c). Previsibles toma de datos:

- de campo,
- de consulta de otros trabajos de investigación, y
- de laboratorio,

para obtener las descripciones, valoraciones y predicciones, conforme con los objetivos que se hayan formulado.

d). Diseño del tratamiento primario de los datos, con estimaciones de medidas, entre las que se encontrarán las de las calidades y las de las vulnerabilidades.

e). Cómo se harán las presentaciones de los resultados:

- Confección de bancos de datos.
- Confección de tablas y gráficos que, en su totalidad, podrían presentarse como anexos.
- Levantamiento de mapas de contenidos ambientales, en distintos niveles de abstracción, que estarán referenciados en la literatura
- Y diseño de expresiones analíticas, modelizaciones y/o simulaciones informáticas (por computación), que permitan abordar los objetivos programados.

#### **6. Cronograma de ejecución.**

El cronograma se confeccionará según dos consideraciones:

- conforme con la naturaleza de los procesos y efectos a medir y con el tiempo necesario para la redacción de la memoria,
- de acuerdo con las sesiones de asesoramiento del director técnico (del generalista).

En una auditoría ambiental, la toma de observaciones requiere abarcar ciclos naturales. Por ejemplo, para los procesos y efectos de balances sedimentarios en playas, se necesitará, como mínimo, rebasar el año. Así, podría estar presente las acreciones y erosiones sedimentarias, regidas por la dinámica oceanológica.

En realidad, no bastaría con abordar un ciclo de un año. De una forma rigurosa, se tendrían que obtener series significativas de datos. Para el caso de los procesos y efectos de ganancias y de pérdidas sedimentarias en playas, se obtendría una serie significativa de datos a partir de siete años de observaciones, en coherencia con las series significativas de datos climáticos y meteorológicos, de los que depende la dinámica sedimentaria de un litoral.

En principio, y sobre todo si se tiene la suerte de realizarse las observaciones durante un periodo de tiempo estadísticamente representativo, a partir de un año y medio ya se puede iniciar los esbozos del dibujo de los patrones de comportamiento del lugar. En el caso de que las campañas de campo coincidan con periodos de tiempo, de comportamiento anómalo, y si no se dispone de la posibilidad de alargar la investigación, se tendrá que recurrir a extrapolaciones, en las que se utilizarán series significativas de datos, concatenados directa o indirectamente, con los que se quiere medir, del propio entorno, o de otros escenarios.

Si a este año y medio, indispensable para la toma de observaciones, se le añade el tiempo que se emplearía:

- en la obtención de resultados,
- en las discusiones, y
- en la redacción de la memoria,

el tiempo mínimo ineludible, para realizar una auditoria ambiental fiable, no es inferior a los dos años.

Las sesiones de seguimiento de la investigación (unos cuantos días), por el director técnico, o generalista, no deberán estar distanciadas más de un mes y medio. De esta manera:

1. Se haría que se cumpliesen los sucesivos objetivos procedimentales, por parte de los equipos de expertos. Se evitaría el peligro de que se produjeran demoras, en algunas fases de la ejecución del proyecto de auditoria, a causa de otras posibles obligaciones contraídas por los investigadores de los equipos de trabajo.
2. Y se reorientarían los objetivos, las metodologías y las técnicas ante observaciones desconcertantes y resultados parciales inesperados. La supuesta concepción amplia e integradora del generalista, ante los procesos y efectos en medios naturales y ambientales, resultaría indispensable para las reorientaciones. Las correcciones de los desvíos harán:

- que sean más rentables los recursos humanos y materiales que se emplearan, y
- que disminuyan el número de "lagunas" que pudieran aparecer en la memoria de la auditoria.

## **7. Viabilidad económica de la investigación.**

La viabilidad económica de la auditoria ambiental estará sujeta:

- a especificaciones de acuerdo con los campos de conocimientos que intervienen, y/o
- a reajustes, conforme con el grado en que se asuma el banco de objetivos específicos, que se formulen.

Estos hechos se harán en su momento oportuno, y se considerarán:

- los materiales inventariables,
- los materiales fungibles,
- los pagos a personas (becarios a tiempo completo, subcontrataciones de equipos de trabajo y personal asistente diverso), y
- transporte, alojamiento, dietas y honorarios de los responsables de la auditoria (director técnico y coordinador)..

La posibilidad de que se ejecutara una auditoria ambiental, en un territorio determinado, radicará en que haya instituciones locales, regionales, nacionales y/o agencias de cooperación internacional:

- interesadas en estos tipos de investigación,
- que consideren que el territorio a auditar precise de estos estudios,
- que califiquen como buenos las redacciones de los proyectos,
- que juzguen como capacitados a los equipos de investigación y a sus responsables,
- y que tengan capacidades para asumir total o parcialmente los costes.

## **8. Discusiones generales.**

Los resultados se basarán en estudios:

- de Oceanología Física (clima marítimo, corrientes, mareas y vientos),
- de Morfodinámica,
- de Oceanología Química (contaminantes y nutrientes)
- de Biología (flora y fauna),
- de Urbanismo y Arquitectura,
- de Microbiología Patógena, y
- de Paisajes, y
- de los contenidos culturales-históricos-etnográficos.

Así como:

- en el levantamiento de mapas, y
- en la obtención de Sistemas de Información Geográfica.

Las discusiones amplias y generales, a partir de los resultados, generarán, en relación con el territorio:

- por una parte, la caracterización eco-geográfica,
- y por otra, la caracterización socioeconómica.

Pero además, se cubrirán estos otros aspectos:

- Calificación de los usos que soporta el territorio, de acuerdo con las caracterizaciones obtenidas, principalmente con las calidades y las vulnerabilidades.
- Y deducción de posibles actuaciones asumibles por el territorio, de forma sustentable.

Se subrayará que las potenciales intervenciones, que se analicen a lo largo de la realización del proyecto:

- tendrán sus índices de usos,
- soportarán estudios y evaluaciones de impactos ambientales, y
- se analizarán según sus sustentabilidades.

Y por último, se indicará que se harán análisis de previsible conflictos.

- entre posibles intervenciones admisibles,
- entre usos ya existentes, y
- entre posibles intervenciones admisibles y usos ya existentes.

## **9. Caracterización eco-geográfica del territorio.**

De entrada, se hará una delimitación muy precisa de la unidad territorial a estudiar. Quedarán bien establecidos los distintos sectores territoriales, con sus coeficientes espaciales.

En la delimitación y sectorización del territorio, se procurará que quede bien establecido el sistema implicado, con sus ecosistemas.

A partir de la discusión general, se llegará a las caracterizaciones ecogeográficas de los distintos sectores del escenario. Las caracterizaciones se expresarán como calidades y vulnerabilidades.

En las caracterizaciones, se considerarán los siguientes niveles:

- El biotopo o los biotopos (caracterización geomorfológica o del recipiente físico).

- Los contenidos en flora y fauna (biocenosis), y sus redes de interdependencias.
- Las intervenciones antrópicas.
- Y las presiones ambientales (los impactos que se identificaran y que incidieran en el equilibrio ecológico).

Se analizarán las interacciones entre estos niveles, para diseñar modelos, adecuados para el lugar, que estimaran las situaciones respecto al equilibrio ecológico.

#### **10. Caracterización socioeconómica del territorio.**

Para definir esta caracterización del territorio en estudio, se considerarían, entre otros, los siguientes aspectos:

- fisonomía global de la economía actual,
- formas predominantes de trabajo,
- demografía,
- composición social,
- posibilidades de desarrollo y del mejor aprovechamiento de recursos, conforme con los parámetros tradicionales de los economistas,
- tipología edificatoria, con su influencia morfológica en su entorno físico,
- desarrollo urbano, en función de la socioeconomía,
- situación de las infraestructuras (red viaria, alcantarillado, electrificación, etc.),
- situación de los equipamientos (escuelas, hospitales, lugares de recreo, etc.),
- herencia arqueológica, histórica y artística, y
- evolución, en el espacio y en el tiempo, de los rasgos socioeconómicos.

#### **11. Conclusiones.**

Las conclusiones de un proyecto son distintas a las que se formularían con la realización del mismo. Aquí se reformularían las justificaciones de la necesidad de hacer auditorías ambientales.

Estas conclusiones se apoyarían en las certificaciones y tipologías ambientales del territorio, que se obtengan, con la realización del proyecto.

#### **12. Aspectos colaterales del proyecto de auditoría.**

De un proyecto de auditoría ambiental, como puede ocurrir con otros, además de las aportaciones esenciales que se pretendan, dos son los aspectos básicos colaterales que se derivarían:

- preparación de documentos educacionales-divulgativos, y
- formación de recursos humanos.

A medida que se desarrollara el proyecto, se publicarían, por los medios impresos regionales y nacionales, artículos de interés público sobre los avances de las investigaciones y acerca de los aspectos ecológicos, morfodinámicos, sociales y económicos de mayor relevancia.

Asimismo, se procederá a la filmación y toma de fotografías de los distintos tipos de ambientes (submarinos o terrestres), con sus accidentes geográficos (modificados o susceptibles de modificación, de forma natural o por la intervención antropica), y con actividades que soportara (pesqueras, turísticas, industriales, etc.) de mayor interés, bien sea por su importancia en la ecología o en el desarrollo, o por sus implicaciones sociales y económicas.

Estos documentales y textos permitirán cumplir con el objetivo complementario de la educación ambiental, conforme con lo que se señala en los DIEZ MANDATOS de la Declaración CIIRC de Tarragona (1995), donde se expresa *"la necesidad de potenciar los programas de educación e información en materias de medio ambiente..., tanto para expertos en gestión... como para la población"*

*en general, con el objetivo de alcanzar unos niveles de conocimiento y concienciación que permitan actuar como motor para la protección del medio ambiente...". Este objetivo de educación y concienciación está expresamente contemplado en el capítulo 36 del Programa 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD, Río de Janeiro, 1992), que se refiere a la promoción de la educación, la sensibilización del público y la formación.*

A otro nivel, las investigaciones que conllevarían una auditoria, podrían proporcionar el material para la publicación de trabajos en revistas científicas. Los beneficiarios serían los propios autores y la comunidad de investigadores.

### **13. Bibliografías.**

Las referencias bibliográficas cubrirán un doble aspecto:

- los antecedentes de estos tipos de estudios, y
- los estudios ya existentes, en relación con el territorio a auditar.

### **4. MEMORIA DE UNA AUDITORIA, PARA DESARROLLOS INTEGRALES SUSTENTABLES DE UN TERRITORIO.**

La memoria recogerá cada uno de los epígrafes de la estructura organizativa de una auditoria ambiental, pero:

- Con todas las matizaciones, nuevas consideraciones y aportaciones y discusiones reales, que se generarían con la ejecución del proyecto.
- Discutiendo la integración de previsible proyectos de mejora, de conservación y de desarrollo, conforme con las conclusiones de la auditoria ambiental, para mantener la sustentabilidad del territorio.
- Dando especial énfasis al apartado del estudio de impactos ambientales, de las intervenciones ya existentes y de los proyectos previsible. En relación con estos impactos, se harán propuestas concretas de restauración y/o de mitigación, para mantener la sustentabilidad del territorio.
- Añadiendo un resumen y unas recomendaciones y propuestas,
- Y enunciando unas conclusiones completas y claras, en varios niveles de síntesis:
  - a). Conclusiones que recojan certificaciones y tipologías ambientales del territorio.
  - b). Conclusiones respecto a los proyectos prediseñados.
  - c). Conclusiones generales y definitivas del informe.

Un anexo, que se podría recoger en la memoria de la realización de una auditoria ambiental, sería el estudio de la integración, en el territorio, de posibles proyectos de mejora, conservación y/o de desarrollo. La valoración de estos proyectos se ajustará al siguiente análisis:

- Caídas de calidades por las potenciales nuevas actuaciones.
- Determinación de los índices de uso de los proyectos diseñados, mediante sus correspondientes parámetros específicos.
- Compatibilidad y conflictos entre las actuaciones ya existentes y los nuevos proyectos.
- Medida de los impactos ambientales de las actuaciones pretendidas. Se diseñarán apropiadas matrices causas - efectos.
- Estimaciones de los descriptores y de los indicadores de sustentabilidad, en relación con los proyectos en estudio.

## 5. BAREMO DE EVALUACIÓN DE UN INFORME DE ORDENACIÓN Y PRE-PLANIFICACIÓN DE UN TERRITORIO.

Una tentativa de baremo, para evaluar un informe de ordenación y preplanificación de un territorio, se recoge en la tabla 2.1.

1	2	3
Presentación impresa	40	0.36
Defensa oral.	20	0.18
Tópicos tratados, delimitación cartográfica precisa de la unidad territorial, con sus distintos sectores, y estructura del trabajo (grado de organización).	70	0.63
Grado en que se abarca el conjunto de contenidos de una política territorial, siempre que lo permita la unidad ambiental en cuestión.	60	0.54
Confección de bancos de datos.	50	0.45
Forma de resolver la ausencia de datos del territorio en estudio, y/o dificultades de obtener información ya existente.	70	0.63
Creación de tablas de valoración (de calidades, de descriptores de vulnerabilidad, de descriptores de sustentabilidad, etc.), con criterios lógicos y puntuaciones adecuadas.	70	0.63
Estimaciones correctas de coeficientes de importancia, espaciales, de duración y de probabilidad de presentación.	60	0.54
Comprensión y discusión de la estimación de medidas.	90	0.81
Uso correcto de términos.	50	0.45
Ausencia de errores conceptuales en los contenidos y en los tratamientos analíticos.	80	0.72
Grado de convergencia de los contenidos teóricos, de los datos de campo, de la información utilizada y de las medidas obtenidas, en relación con la obtención de una auditoría ambiental.	100	0.90
Grado de consecución de una auditoría ambiental, con certificaciones y etiquetados ambientales, de la unidad ambiental en cuestión.	100	0.90
Encuadre de diseños de proyectos, conforme con la auditoría ambiental.	90	0.81
Identificación, estimación y análisis de los impactos ambientales de los proyectos, propuestas de nuevas redacciones, con sus orientaciones, de las intervenciones y conclusiones sobre las posibles realizaciones de las actuaciones diseñadas.	100	0.90
Aportaciones novedosas en los trabajos.	30	0.28
Otros aspectos significativos del informe.	30	0.27
Totales	1110	10

Tabla 2.1

Baremo de evaluación de un informe de ordenación y preplanificación de un territorio.

1 = criterios. 2 = valoración sobre 100. 3 = puntuación máxima recalculada a 10, a partir de la sumatoria total.

## 6. CERTIFICACIONES Y ETIQUETADOS AMBIENTALES.

Una auditoría ambiental permite:

- llegar a unas conclusiones definitivas, que se formulan como una certificación ambiental,
- y de esta se obtiene un etiquetado ambiental, que ubica a un sistema dentro de una clasificación de diagnosis ambientales.

Se entiende por *certificación ambiental* las conclusiones definitivas a las que ha llegado una auditoría ambiental para un territorio dado.

Un *etiquetado ambiental* sería la calificación (denominación) de un sistema, o de un territorio en general, de acuerdo con las conclusiones definitivas (con la certificación), de una auditoría ambiental. Esta calificación permitirá ubicar al territorio dentro de una tipología conforme con una clasificación de diagnosis ambientales.

## 7. MÀRketing ecològic.

Un màrketing ecològic consisteix en vendre la bondat d'un projecte, o d'un programa, de conservaci3, de millora y/o de desenvolupament sustentable d'un territori, amb baixos costos econ3mics i amb alta rentabilitat en la qualitat ambiental:

- davant l'administraci3 pùblica, en alguns o en diversos de seus diferents nivells,
- davant empresaris y/o
- davant l'opini3 pùblica.

Aquest producte, abans de vendre'l, cal que faci que adquireixi una bona presència i que impacti, i aix3 es consegueix en la fase de preparaci3 del projecte, on pren un especial protagonisme el coordinador i el generalista.

El coordinador proporciona el suport logístic i representa un enllaç entre:

- les institucions interessades en el desenvolupament del projecte, ja siguin empresarials o de investigaci3 i desenvolupament,
- i el generalista, que configurarà els aspectes científics d'aquest projecte, els requeriments d'experts i les condicions mìnimes que haurien de reunir les parts subcontractades.

El generalista podria, posteriorment, assumir les funcions d'assessor y/o de director tècnic, en la fase de realitzaci3 del projecte.

En les presentacions del projecte, se destacaria, sobretot, c3mo s'integra positivament en el territori afectat. En el supòsit de que es tractara d'un projecte de desenvolupament, se recalcaria que l'equilibri ecol3gic no s'alteraria, o que es recuperaria total o parcialment, si s'aconterara roto.

A més, en aquestes presentacions, se seguirien algunes adequades estratègies, a establir conforme amb les peculiaritats dels assistents. Sense embargo, i en principi, se podrien indicar algunes pautes molt generals, que es resumeixen en els següents punts:

1. Intervendran ponents que reuneixin algunes qualitats acceptables d'elocuci3 i de domini davant el pùblic.

Aquests ponents coneixeran suficientment el producte a vendre, per a que tinguin confiança en si mateixos. Aquesta confiança resulta bàsica per a que es compleixin les anteriors característiques d'elocuci3 i de domini. No obstant aix3, un bon coneixement del tema podria no resultar suficient per a la defensa del projecte en qüestió.

2. Se utilitzaran mitjans visuals, com acetats i diapositives.
3. Mitjançant els acetats, se plasmaran els missatges del producte a vendre i, per altra banda, seran molt bons "chuletarios" canuflats dels presentadors.
4. Els anteriors missatges hauran de portar formulacions precises i curtes, i dissenys que captin l'atenci3, i que fegin que aquesta es mantingui de forma permanent.
5. Les diapositives seran elements complementaris, que donaran m3s viveza a les presentacions. Se evitaran les diapositives de mala qualitat. Les imàgines precàries tendeixen a devaluar el producte, a causa de produir bones impressions.
6. Se utilitzaran exemples de situacions conegudes pel auditori. Així, els exemples permetran establir il·lustratives comparacions, deduccions i conclusions, en relaci3 amb l'escenari geogràfic que es vol estudiar.
7. En les exposicions, constantment se estarà referenciant:

- calidades ambientales,
- equilibrios ecológicos, e
- impactos ambientales.

8. Se emplearán tiempos de exposiciones suficientemente amplios, como para poder vender el producto en su totalidad, pero sin que llegue a aburrir al auditorio.
9. En audiencias especiales, ante directorios ejecutivos, se evitará rebasar los tiempos asignados, a no ser que una dinámica interactiva, entre los exponentes y el auditorio, por el interés que despierta el tema, requiera tiempos añadidos.

## CAPÍTULO 3

### CONSIDERACIONES PREVIAS SOBRE LAS CARACTERIZACIONES QUE SE UTILIZAN EN LAS AUDITORIAS AMBIENTALES.

#### ESQUEMA:

1. La estandarización en las caracterizaciones de las auditorias ambientales.
2. Los problemas de cuantificación de las caracterizaciones.
3. Los coeficientes de los componentes o de los parámetros, que intervienen en las caracterizaciones de las auditorias ambientales

#### 1. LA ESTANDARIZACIÓN EN LAS CARACTERIZACIONES DE LAS AUDITORIAS AMBIENTALES.

Las estandarizaciones, en las caracterizaciones de las auditorias ambientales, se consigue con el empleo de los componentes ambientales.

Los *componentes ambientales* corresponden a las variables, o a los parámetros, más representativos, que sirven para caracterizar a una unidad ambiental determinada, independientemente del entorno geográfico donde se encuentre.

La evaluación de los componentes se hará conforme con unos criterios, elaborados previamente por un equipo multidisciplinar, lo más amplio posible. Se utilizarán, con prioridad, medidas obtenidas de forma precisa, con el instrumental adecuado y con el empleo de tablas, preferentemente estandarizadas.

En relación con un mismo tipo de ambiente, que pueda encontrarse en diferentes escenarios geográficos, se debe emplear el mínimo número posible de parámetros. La selección mínima de parámetros será aquella que garantice el establecimiento de contrastes evaluativos, en cuanto al usufructo.

La cuantificación numérica de cada parámetro llevará implícita coeficientes:

- de importancia,
- espaciales,
- temporales, y
- de probabilidad de presentación,

en tantos por uno.

Los componentes ambientales se distribuyen en varios niveles de síntesis. Pertencerán:

- al biotopo,
- al aire,
- al agua,
- a la biocenosis,
- a los procesos, y
- a los recursos.

Muchos de estos componentes, por no decir todos, son descriptores de vulnerabilidad y/o de sustentabilidad.

El componente biotopo se centra en el recipiente "físico" de la unidad ambiental. Básicamente, incluiría el suelo, en sentido edáfico, y la Geomorfología, en el sentido de degradación o revalorización de relieves, en lo referente a riesgos, tanto para la seguridad humana como para las obras ya construidas.

El componente aire considera la contaminación (en p.p.m.) y los ruidos (medidos en decibelios).

El componente agua se refiere a las masas acuosas marinas, salobres y dulces (tanto superficiales como subterráneas). En las aguas, se considerarán la contaminación química, el contenido biológico patógeno, el contenido en sólidos, el contenido en nutrientes y la eutrofización y/o eutroficación.

El componente biocenosis considera, de forma prioritaria, la biomasa y la biodiversidad.

Los procesos constituyen un conjunto complejo que aborda:

- La erosión geomorfológica, entendida como la destrucción de relieves.
- La creación de depósitos sedimentarios.
- Las alteraciones en la dinámica sedimentaria, por causas ajenas a los agentes de transporte, por ejemplo, por movimientos eustáticos.
- Las modificaciones en los agentes de transporte sedimentario.
- La estabilidad de la orilla, para el caso concreto del litoral.
- La creación, mantenimiento, perturbación o destrucción de ecosistemas.
- Los cambios socioeconómicos, derivados del usufructo de la unidad ambiental por el hombre.
- La regulación de la estabilidad, entendida ésta como la medida del equilibrio entre todo lo que constituye la unidad ambiental.

Se entiende por recurso a la fracción explotable de un activo, en este caso ambiental. Una explotación implica que no se atente a las reservas del activo en cuestión, que es la que genera el recurso. Si se explotara una reserva, se provocaría una rotura en el equilibrio del ambiente. En resumen, unos activos serían los recursos más sus reservas.

El concepto de recurso queda muy bien ilustrado en el caso de una explotación de un banco de áridos sumergidos, en una plataforma litoral, cuyo fondo esté en equilibrio, en relación con los procesos de erosión, transporte y depósito. Si se explotan los áridos en esa plataforma, se rompería el equilibrio, y se atentaría a las reservas disponibles de sedimentos. Por el contrario, si la explotación se hiciera tras un talud, que actuara de sumidero sedimentario, se aprovecharían unos recursos, sin que se atentaran a las reservas.

En general, los activos se clasifican, básicamente y en un primer intento, en:

- No renovables, como las explotaciones mineras y de cantería.
- Renovables, como sería el caso de una pesca controlada. Dentro de este último marco, se encontrarían, en cierta medida, las explotaciones agrópecuarias.

Ciertamente también son activos ambientales, más o menos potenciales, o reales:

- El paisaje y las playas, cuando están ubicadas en regiones con climatologías apropiadas para sus usufructos (recursos de ocio y de la industria turística).

- La potencialidad urbana, en relación con las características topográficas del terreno, la proximidad geográfica a núcleos urbanos de referencia y la accesibilidad.
- La potencialidad del territorio para el desarrollo:
  - a). de polos industriales, en dependencia con las fuentes de materias primas y de medios de comunicación-distribución.
  - b). y de centros de transformación, en situaciones puente, entre grandes áreas de consumo. Sea el caso de las Islas Canarias, en la industria-comercio Sur-Sur.

No se deben olvidar los recursos necesarios para la obtención de energías blandas, no contaminantes, como la eléctrica a partir de parques de aereogeneradores.

## 2. LOS PROBLEMAS DE CUANTIFICACIÓN DE LAS CARACTERIZACIONES.

Las cuantificaciones ambientales se refieren:

- tanto a las estimaciones de calidades ambientales,
- como a las valoraciones de los descriptores e indicadores de vulnerabilidad y de sustentabilidad.

No obstante, en sentido estricto, conforme con consideraciones físicas, estas valoraciones son cualitativas, dado que los valores numéricos, o unidades, que se obtengan son adimensionales. Para que hayan cuantificaciones, las unidades de calidades, de vulnerabilidades y de sustentabilidades, tendrían que poseer dimensiones.

A pesar de ello, y para un mismo tipo de ambiente, ubicados en diferentes escenarios geográficos, las comparaciones de las medidas adimensionales sí permiten deducir cuantificaciones relativas (semi-cuantificaciones).

Además, para un ambiente dado, y para un mismo escenario:

- las estimaciones de caídas porcentuales de las caracterizaciones ambientales, respecto a una de partida,
- y los valores contrastados de indicadores (ya sean de vulnerabilidades como de sustentabilidades)

sí son, con rigor, datos de cuantificaciones parciales. Representan caídas porcentuales de unas determinadas propiedades. Y las caídas de porcentajes ya son magnitudes, aunque estas no se puedan comparar con las de otros entornos.

De esta manera, y en cierto modo, se llega, desde unas estimaciones cualitativas, a cálculos cuantitativos.

## 3. LOS COEFICIENTES DE LOS COMPONENTES O DE LOS PARÁMETROS, QUE INTERVIENEN EN LAS CARACTERIZACIONES DE LAS AUDITORIAS AMBIENTALES

Como ya se ha indicado, hay cuatro tipos de coeficientes, que pueden afectar a los componentes o parámetros ambientales:

- coeficientes de importancia,
- coeficientes espaciales,
- coeficientes temporales, y



- coeficientes de probabilidad de presentación.

Los *coeficientes de importancia* son los que traducen los pesos de cada componente en la caracterización. Se expresan en tantos por uno, en relación con el conjunto de parámetros considerados. De esta manera, en el caso hipotético de una calificación máxima en cada uno de los parámetros, no se rebasará la escala establecida.

La metodología del proceso de estimación, de los coeficientes de importancia, es muy sencilla:

- Se parte buscando los criterios a considerar, en la otorgación de pesos a los diferentes parámetros. Los pesos se dan en números grandes.
- Después, se deducen los pesos que conllevan los parámetros, que entran en juego.
- El siguiente paso consiste en hallar la sumatoria de estos pesos.
- Finalmente, se pondera cada peso, respecto a la sumatoria, que se le da el valor de 1. Las ponderaciones definen a los coeficientes en cuestión.

Como ejemplo de cálculo de coeficientes de importancia, puede servir los correspondientes a los descriptores de la vulnerabilidad de acantilados y de laderas intermedias. La guía procedimental se sintetiza como sigue:

1. El proceso se inicia adjudicando los máximos pesos:

- al factor, o factores, que controla, o controlan, básicamente, la erosionabilidad. Por ejemplo, la competencia - incompetencia de los materiales,
- y al "motor", de la erosionabilidad (la energía del oleaje).

Estos factores se pueden denominar como fundamentales.

2. De todos modos, a la erosionabilidad intrínseca básica, se le dará un peso ligeramente mayor que al "motor" de la erosión. Para que haya un ataque, tiene que existir algo atacable, por lo que el objeto erosionable toma más protagonismo.

3. Por razonamientos análogos a los del anterior párrafo, lo que determinara una "disfuncionalidad" permanente de lo erosionable, tendría un peso equiparable al del "motor" de la erosión. Un símil bastante aclaratorio sería el siguiente: para una posible víctima, tan importante es el agente infeccioso como la vacuna que inmuniza.

4. Los descriptores de segundo orden, que condicionan el riesgo de erosión conforme:

- con la erosionabilidad intrínseca básica (descriptores secundarios intrínsecos), y
- con el "motor" de la erosión (descriptores secundarios extrínsecos),

tendrán pesos más bajos, respecto a los fundamentales de partida.

5. Se estiman los pesos, por separados, para los descriptores intrínsecos y extrínsecos.

6. Dentro de cada serie de descriptores de segundo orden, los pesos se reajustarán en un proceso continuo iterativo de contrastes.

7. Se afinarán lo reajustes de los pesos:

- considerando la totalidad de descriptores,
- y con la ayuda y las sugerencias de los expertos, pero dentro de un enfoque colegiado.

En realidad, los expertos deberían haber intervenido desde un principio.

8. Se calcula la suma de la totalidad de los pesos de todos los descriptores.
9. Un coeficiente de importancia será el resultado de dividir la sumatoria por el peso del descriptor específico en cuestión.

Se recomienda trabajar con cuatro cifras decimales. Hay que tener las debidas precauciones en los redondeamientos.

La suma de todos los coeficientes de importancia se tiene que acercar, en mucho, a la unidad. En el supuesto de que aparezca un déficit mínimo, su valor se añadirá al coeficiente del descriptor, que se le haya dado el mayor peso. En el caso de superávit, ese valor se restará al coeficiente del descriptor de menor peso.

## CAPÍTULO 4

### LAS ESTIMACIONES DE CALIDADES COMO REQUERIMIENTOS DE LAS AUDITORIAS AMBIENTALES.

#### ESQUEMA:.

1. Las calidades ambientales: Conceptos básicos previos.
2. Metodología estándar, con sus fundamentos.
3. Cálculo de calidades.
4. Ejemplo de estimaciones de calidades ambientales.
5. Estimaciones de caídas de calidades por actuaciones antrópicas.
6. Las calidades paisajísticas como parte de las calidades ambientales: Introducción al estudio del paisaje.
7. Conceptos básicos para abordar las estimaciones de calidades de un paisaje.
8. Cálculo de la calidad del paisaje.
9. Corolarios de la calidad del paisaje.

#### 1. LAS CALIDADES AMBIENTALES: CONCEPTOS BÁSICOS PREVIOS.

En este capítulo, se pretenden estimar calidades ambientales, o naturales, contrastables, para unidades territoriales particulares, que se puedan homologar en diferentes entornos regionales. Esto sería el punto de arranque para el análisis de sustentabilidades, de proyectos de desarrollo, como pueden ser los de camaroneras.

Se entiende por calidad ambiental aquella que se basa, conjuntamente, en parámetros, o componentes, de una serie de calidades, tales como la calidad natural, la calidad para el hombre, la calidad de recursos potenciales, entre otras.

La *calidad natural* mide el conjunto de propiedades específicas del territorio, independientes de la intervención directa del hombre.

La *calidad para el hombre* se sustenta en aquellas propiedades del territorio que, de alguna manera, tienden a satisfacer las necesidades humanas.

La *calidad de recursos potenciales* corresponden al conjunto de propiedades intrínsecas de un territorio, que pueden proporcionar al hombre algún beneficio con su explotación.

Se define como *unidad territorial, o ambiental*, a una porción de territorio delimitado por barreras físicas, naturales o artificiales:

- que presenta unas características climáticas determinadas, con un posible gradiente continuo.

- en el que tienen lugar unos procesos y efectos físicos propios,
- en el que se asienta un conjunto de individuos pertenecientes a diversas especies,
- y donde se establecen una serie de interacciones, con dinámicas propias, entre los organismos y el medio.

Este concepto conviene contemplarlo dentro de una perspectiva de sistema.

Las unidades ambientales se delimitan, en una primera aproximación, por consideraciones morfodinámicas, aunque en ciertos casos será necesario recurrir:

- a los límites de las cuencas visuales del paisaje,
- a los contenidos biológicos,
- a las transformaciones inducidas por el hombre, por ejemplo, la existencia de determinadas invariantes significativas, que representen barreras, o
- a otros rasgos del territorio.

## 2. METODOLOGÍA ESTÁNDAR, CON SUS FUNDAMENTOS.

Se desarrolla una metodología conforme:

- a la definición y delimitación de unidades territoriales o ambientales.
- a la identificación de sus componentes significativos de caracterización.
- a la cuantificación numérica de estos componentes,
- y a la combinación de los componentes ambientales, mediante la opción operacional adecuada.

Los valores óptimos de los componentes, en una unidad ambiental específica, alcanzarían un valor de 10. A medida que los parámetros se alejan de los valores óptimos, disminuye la calidad de la unidad ambiental.

Se tienen que definir criterios y operaciones, de forma tal, que la estimación que se obtenga, para una determinada unidad ambiental, se pueda contrastar con las de otras unidades homologables, situadas en diferentes regiones.

La sustentabilidad de un proyecto de desarrollo se analizará en función de la caída de calidad ambiental, en la unidad territorial en cuestión. Las caídas de calidades tendrán significados diferentes, según las calidades de partida. Además, habrá de tenerse en cuenta si ese proyecto afecta a parámetros excluyentes, entre los de permisibilidad, del índice de uso.

## 3. CÁLCULO DE CALIDADES.

En primer lugar, hay que seleccionar o diseñar, los componentes significativos, u operativos de la unidad ambiental en estudio.

Para el cálculo de una calidad (natural, ambiental o de cualquier otro tipo), se aplicará una expresión donde los componentes aparezcan como sumandos. Los valores de estos estarán dentro de una escala arbitraria, por ejemplo, entre 0 y 10.

Como todos los componentes no tienen la misma importancia, éstos estarán afectados por coeficientes, en tantos por uno, en relación con el conjunto de parámetros seleccionados. De esta manera, en el caso hipotético de una calificación máxima en cada uno de los parámetros, no se rebasará la escala establecida.

Según las premisas anteriores, la expresión matemática de una calidad se configura como sigue:

$$c = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [k_j e_j t_j p_j N_{ij}] q_i$$

$c$  = calidad, en una escala de 0 a 10.

$k_j$  = coeficiente de los componentes de calidad, en tantos por uno, de acuerdo con la importancia de los mismos.

$e_j$  = coeficiente espacial, en tantos por uno.

$t_j$  = coeficiente temporal, en tantos por uno.

$p_j$  = coeficiente de probabilidad de presentación, en tantos por uno.

$N_{ij}$  = componente que se evalúa, en una escala de 0 a 10.

$m$  = número de componentes que se consideran.

$n$  = número de sub-unidades ambientales.

$q_i$  = coeficiente espacial de la sub-unidad ambiental.

Cuando intervienen varias sub-unidades, la calidad total sería la suma de las calidades de cada sub-unidad, afectada por sus respectivos coeficientes espaciales.

Esta formulación no es más que la forma elegante de recopilar la información de una calidad, que se ha obtenido a partir de las observaciones de campo y/o de laboratorio.

De acuerdo con la anterior expresión, la calidad está en una escala de 0 a 10. Sin embargo, en la actualidad, algunos equipos de trabajo suelen hacer las estimaciones en una escala de 0 a 1. Para homologar los valores que se obtienen aquí, respecto a estos grupos de trabajo, basta con dividir los resultados por 10.

Por otra parte, dado que la calidad de un territorio depende, en buena medida, de la abundancia, o peculiaridad, de algunos de sus parámetros, a nivel:

- regional,
- de un país, o
- del conjunto de la Tierra,

se debe considerar una escala de evaluación de la rareza (por ejemplo, de 1 a 10). Este nuevo valor multiplicará a la calificación total de la calidad ambiental.

Así, en un ambiente de manglar, dentro de un entorno kárstico que tuviera grabados de petroglifos (elementos etnográficos aborígenes), como ocurre en el Parque Nacional de Morrocoy (Venezuela), la calidad global del territorio se podría multiplicar por un coeficiente 10 (valor máximo en la escala de rareza).

#### 4. EJEMPLOS DE ESTIMACIONES DE CALIDADES AMBIENTALES.

##### Primer caso: las calidades en las playas arenosas.

Las playas pueden:

- bien soportar instalaciones y explotaciones de camaroneras, o de cualquier otro tipo, o
- bien sufrir determinados efectos, en relación con los procesos sedimentarios, a causa de esas intervenciones antrópicas, en otras áreas de su misma provincia morfodinámica.

Para contextualizar impactos ambientales, entre otras cosas, conviene estimar calidades, en cualquiera de las dos anteriores circunstancias.

En relación con una calidad ambiental, y de acuerdo con los aspectos físicos de una playa, los componentes ambientales a considerar son, entre otros:

1. La dimensión del depósito, en relación con el potencial de uso. Coeficiente de importancia: 0.113.
2. La estabilidad del depósito sedimentario. Comprende, además, la estabilidad de las formas geológicas y obras marítimas, que intervienen en los procesos físicos del depósito sedimentario. Coeficiente de importancia: 0.113.
3. La caracterización de los áridos (coloración, texturas, densidad, adherencia, etc. ). Coeficiente de importancia: 0.113.
4. La climatología (temperatura y humedad, vientos e insolación). Coeficiente de importancia: 0.097.
5. Los riesgos físicos antrópicos (por ejemplo, proximidad de un polvorín). Coeficiente de importancia: 0.097.
6. Las barreras topográficas, que condicionan la accesibilidad a la playa. Coeficiente de importancia: 0.081.
7. La movilidad eólica de las arenas, para formar dunas solidarias. Coeficiente de importancia: 0.065.
8. Los riesgos del entorno:
  - tanto geomorfológicos del relieve circundante (por ejemplo, los desprendimientos desde grandes acantilados que bordean a la playa seca),
  - como los debidos a la peligrosidad oceanológica ocasional o inusitada.Coeficiente de importancia: 0.065.
9. Las condiciones oceanológicas habituales (corrientes de resaca, remolinos, oleaje y otras). Coeficiente de importancia: 0.065.
10. La calidad física del agua (el grado de limpidez y transparencia por la carga de sedimentos: turbidez sedimentaria). Coeficiente de importancia: 0.065.
11. Los grandes riesgos naturales: sísmicos, volcánicos y meteorológicos. Entre los últimos, están los huracanes y las tormentas huracanadas. Coeficiente de importancia: 0.048.
12. Presencia de sonidos. Coeficiente de importancia: 0.030.
13. El paisaje físico envolvente, que caracteriza la morfología fisiográfica delimitante. Se incluyen las singularidades geológicas, que revalorizan al territorio. Coeficiente de importancia: 0.025.
14. Los impactos físicos que se detectan. Coeficiente de importancia: 0.024.

Los coeficientes de importancia estimados son válidos siempre y cuando se considere este conjunto de componentes. Si entraran otros, o se eliminaran algunos, habría que reajustar tales coeficientes.

Sea el caso de una playa y su entorno, que se ajustan a las siguientes características:

1. La playa representa el 0.25, en tantos por uno, de la superficie, en proyección ortogonal, de la unidad ambiental.
2. El ambiente sedimentario se encuentra ubicado, junto a otros, también playeros, pero de reducidas dimensiones, en una amplia caleta, que encierra a una provincia morfodinámica.

La caleta está configurada por acantilados basálticos tableados, sobre piroclastos. Entre estos acantilados, se desarrollan depósitos arenosos.

Los acantilados tienen poca altura de coronación (unos ocho metros), y no representan riesgos de desprendimientos. Están bastante alejados de la playa seca usufructuaria.

3. Desde la playa, se observa una diversidad topográfica, que define varios horizontes con fuertes roturas de líneas. Esto revaloriza el paisaje del entorno, desde el "punto singular" de la playa.
4. En el litoral, donde se ubica la playa, se identifica una elevación media del nivel del mar de unos 0.5 milímetros anuales.
5. La costa de la playa forma parte de una plataforma litoral amplia (de varios kilómetros) y suave (con una pendiente media inferior a un 1.5 %).
6. Dentro de una subcaleta rebajada, que no impide un transporte libre, la playa define a un ambiente arenoso, de 800 por 250 metros en bajamar viva, inestable, y significativamente disipativo a lo largo de ciclos sedimentarios cortos.
7. Las arenas son grises oscuras, de granulometrías medias bien clasificadas, y de naturaleza basáltica.
8. Los aportes sedimentarios, que alimentan a las playas, proceden, en su mayor parte, de un barranco (quebrada), localizado aguas arriba. Las aguas llegan al mar unos 20 días al año, por término medio.
9. A lo largo de la provincia morfodinámica, donde se encuentra la playa, el ángulo de incidencia y la energía del oleaje dominante aseguran una buena capacidad de transporte longitudinal.
10. El depósito playero corresponde a un sistema sedimentario abierto. Los aportes externos dependen del barranco situado aguas arriba. La playa sirve de eslabón sedimentario de las otras secundarias, de aguas abajo.
11. La playa principal se encuentra sometida, durante unos 15 días, a temporales de un clima marítimo dominante. La probabilidad de que se den estos temporales erosivos, a lo largo del año, es de un 90%.

Hay ausencia de tormentas huracanadas.

El ambiente está resguardado de los temporales regionales.

A lo largo de 216 días, en un año, sólo hay corrientes peligrosas, con remolinos, en los extremos de los márgenes, que representan el 30% de la superficie de playa (emergida más sumergida). La probabilidad de que se dé esta estimación es de un 80%

12. Por lo general, no se observa turbidez sedimentaria en el conjunto de playas.

13. La playa no tiene dunas solidarias.

14. En las proximidades de la playa no, hay instalaciones, que supongan riesgos peligrosos para los usufructuarios.
15. El territorio carece, y dista considerablemente, de una red adecuada de infra-estructuras de servicios (distribución de agua potable, alcantarillado, tendidos eléctricos y telefónicos, etc.), que haga a la playa idónea como recurso lúdico y turístico en general.
16. El clima atmosférico, a lo largo de 252 días al año, reúne las siguientes condiciones.
  - mesotérmico,
  - árido,
  - ausencia de vientos molestos, y
  - con días soleados.

Estas condiciones tienen una probabilidad estadística de cumplirse de un 80 %.

17. Las condiciones climáticas, el componente paisajístico y unas vías de comunicación próximas, muy aceptables, permitirían el desarrollo de un importante turismo.
18. El relieve y sus características geológicas y biológicas no crearían problemas en la ampliación de la red viaria.
19. Los terrenos colindantes con la playa, el 75 % de la unidad territorial, son baldíos y tienen una vegetación escasa, pero contrastada en la zona. Así quedan individualizados del resto. La fauna terrestre, poco abundante, se caracteriza por especies a extinguir. También destaca la nidificación de aves protegidas, en acantilados próximos.
20. En las cercanías no hay enclaves arqueológicos, ni otros entornos de interés etnográfico.
21. Estos terrenos han sido recalificados para uso urbanístico (residencial estacional, por ejemplo).
22. La flora y fauna marinas son poco significativas.
23. Las zonas emergidas y marina, de la unidad ambiental, se utilizan, habitualmente, como vertederos de residuos sólidos. Estos vertidos afectan a la calidad de las aguas, y hacen que se carguen de un contenido bacteriológico patógeno.
24. El núcleo poblacional usufructuario, que se encuentra a unos 25 kilómetros de la playa a intervenir, tiene unos 25 000 habitantes y sufre una elevada tasa de paro o desempleo (un 22%).

En este ejemplo, en el cálculo de la calidad ambiental, se utilizan los componentes ambientales inventariados y definidos al comienzo de este epígrafe. En la tabla 4.1, se condensan los valores de estos, junto con los de sus coeficientes, y la calidad ambiental de la playa, que se estudia a título de ejemplo.

Una calidad ambiental, con un valor de 6.08, como el que se ha calculado, traduce que el sistema es bastante mediocre.

El valor de cero implicaría una calidad mínima. El sistema podría absorber muy bien impactos ambientales. Mientras que un valor de diez quiere decir que el sistema ambiental gozaría de una buena salud, lo que conlleva una gran fragilidad, o mínima capacidad de absorber impactos.

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10 00	0 113	1 000	1 000	1 000	1 1300	
02	01 00	0 113	1 000	1 000	1 000	0 1130	
03	06 00	0 113	1 000	1 000	1 000	0 6780	
04	07 50	0 097	1 000	0 700	0 800	0 4074	
05	10 00	0 097	1 000	1 000	1 000	0 9700	
06	10 00	0 081	1 000	1 000	1 000	0 8100	
07	00 00	0 065	1 000	1 000	1 000	0 0000	
08	10 00	0 032	1 000	1 000	1 000	0 3200	a
08	10 00	0 032	1 000	0 959	0 900	0 2760	b
09	00 00	0 016	0 300	0 600	0 850	0 0000	c
09	10 00	0 016	0 700	0 600	0 850	0 0570	c
09	10 00	0 032	1 000	0 400	0 850	0 1088	d
10	10 00	0 032	0 700	1 000	1 000	0 2240	e
10	03 00	0 032	0 300	0 600	0 850	0 0147	e
11	10 00	0 048	1 000	1 000	1 000	0 4800	
12	10 00	0 030	1 000	1 000	1 000	0 3000	
13	08 00	0 024	1 000	1 00	1 000	0 1920	
14	00 00	0 024	1 000	1 000	1 000	0 0000	
CALIDAD AMBIENTAL FÍSICA =			6 0810				

Tabla 4.1.

1 = siglas del componente. 2 = valor del componente. 3 = coeficiente de importancia. 4 = coeficiente espacial (en este caso, hace referencia a la sub-unidad). 5 = coeficiente temporal. 6 = coeficiente de probabilidad de presentación. 7 = valor de la fila. 8 = observaciones: a = nulo riesgo geomorfológico. b = de acuerdo con los temporales. c = corrientes marginales peligrosas. d = sin corrientes marginales peligrosas. e = en relación con la turbidez de las corrientes marginales. La estimación de la calidad ambiental física se ha hecho según una escala de 0 a 10.

### Segundo caso: las calidades de los manglares.

Los manglares constituyen escenarios predilectos para la instalación y explotación de camaroneras. Esa predilección se sustenta en que estos entornos permiten un buen desarrollo de las larvas de camarones. Sin embargo, no suele considerarse que las propias instalaciones y explotaciones pueden, en cierto grado, y real o potencialmente, anular esa idoneidad, por los cambios físico-químicos y biológicos, que introducirían.

Para comprender, en su justa medida, las evaluaciones de los impactos, inherentes tanto a las instalaciones como a las explotaciones de camaroneras, en los manglares que ocupan, conviene, a modo de arranque, estimar las calidades iniciales de estos ambientes.

En la estimación de una calidad ambiental de los manglares, se consideran, en principio, los siguientes componentes:

1. Dimensión del manglar, densidad de pies de plantas y grado de desarrollo (altura) de los árboles. Coeficiente de importancia: 0.089.
2. Zonación y estabilidad del bosque. Coeficiente de importancia: 0.089.
3. Participación en el equilibrio ecológico. Coeficiente de importancia: 0.076.
4. Biodiversidad que representa el bosque en sí, y la que sustenta. Coeficiente de importancia: 0.089.
5. Zona de refugio icnico y faunístico en general. Coeficiente de importancia: 0.050.
6. Zona de refugio ornítico. Coeficiente de importancia: 0 .063.
7. Modo de como actúa el manglar en la retención de sedimentos, y consecuencias de estas retenciones (en playas y en cuanto al desarrollo de formaciones coralinas). Coeficiente de importancia: 0.076.
8. Papel que juega en la protección de la orilla, ante la erosión. Coeficiente de importancia: 0.089.
9. Modo y grado de la conquista del medio marino. Coeficiente de importancia: 0.050.

10. Proximidad e importancia de núcleos poblacionales usufructuarios. Coeficiente de importancia: 0.038.
11. Riesgos físicos de desastres, por actuaciones antrópicas ya ejecutadas (por ejemplo, por la proximidad de un polvorín). Coeficiente de importancia: 0.038.
12. Riesgos naturales del entorno para el hombre (peligrosidad oceanológica, probabilidad de presentación de huracanes y de tormentas huracanadas, peligrosidad faunística, probabilidad de presentación de sismos y/o de actividad volcánica peligrosa, etc.). Coeficiente de importancia: 0.019.
13. Calidad físico-química (contenidos en mercurio, por ejemplo, por una industria petroquímica próxima), y bacteriológica, de las aguas superficiales y marinas, que convergen en el ambiente del manglar. Coeficiente de importancia: 0.025.
14. Accesibilidad, por las características del relieve interpuesto, hacia tierra. Coeficiente de importancia: 0.038.
15. Fuente de alimentos y de recursos pesqueros, de acuerdo con una explotación sustentable. Coeficiente de importancia: 0.038.
16. Potencialidad de energía alternativa y de recursos madereros, de acuerdo con una explotación sustentable. Coeficiente de importancia: 0.038.
17. Condiciones ambientales, en cuanto al usufructo recreacional - paisajístico del manglar (temperatura, probabilidad de presentación y de intensidad de precipitaciones, humedad, vientos, insolación, mosquitos o zancudos, sonidos, etc.). Coeficiente de importancia: 0.019.
18. Recurso recreacional del manglar. Coeficiente de importancia: 0.038.
19. Participación del manglar en el paisaje. Se incluyen las singularidades geológicas, biológicas y etnográficas que se encuentran en el espacio geográfico del manglar, y que revalorizan paisajísticamente al territorio. Coeficiente de importancia: 0.038.

Como en el caso de las playas arenosas, estos coeficientes estimados de importancia son válidos siempre y cuando se considere el anterior conjunto de componentes. Si entraran otros, o se eliminaran algunos, habría que reajustar tales coeficientes.

##### 5. ESTIMACIONES DE CAÍDAS DE CALIDADES POR ACTUACIONES ANTRÓPICAS.

Después de la realización de una intervención, como puede ser la instalación y explotación de una camaronera, se puede estimar la caída porcentual de una calidad, por ejemplo, la ambiental. Para ello, se aplica la expresión:

$$E = \frac{100.CA}{CO} - \frac{100.CP}{CO} = \frac{100}{CO} [CA - CP]$$

donde:

E = estimación de la caída porcentual de la calidad ambiental, ante un determinado proyecto.

CO = valor de la calidad óptima. †

CA = valor de la calidad ambiental actual. †

CP = valor de la calidad ambiental, si se realizará un proyecto determinado.

De la expresión anterior, se deduce, de una forma muy sencilla:

$E = \text{caída porcentual de la calidad} = \text{calidad porcentual actual } (x_1), \text{ menos la calidad porcentual potencial } (x_2), \text{ si se realizara el proyecto} = x_1 - x_2$

La calidad porcentual actual ( $x_1$ ) se ajusta a las relaciones:

$$\frac{CO}{100} = \frac{CA}{x_1} \rightarrow x_1 = \frac{100 \cdot CA}{CO}$$

Mientras que la calidad porcentual potencial ( $x_2$ ), se calcula mediante estas otras:

$$\frac{CO}{100} = \frac{CP}{x_2} \rightarrow x_2 = \frac{100 \cdot CP}{CO}$$

En definitiva, se evalúa el grado en que se absorbe, o son acogidas, unas actuaciones determinadas:

- sin que se deteriore la calidad del medio ambiente,
- ni que hayan riesgos para la seguridad del hombre, u obras ya construidas.

A medida que la estimación de la caída porcentual positiva de la calidad sea menor, hay una mejor absorción.

## 6. LAS CALIDADES PAISAJÍSTICAS COMO PARTE DE LAS CALIDADES AMBIENTALES: INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL PAISAJE.

En principio, el estudio de un paisaje presenta interés por tres motivos básicos:

- representan patrimonios etnográficos,
- contribuyen a garantizar el bienestar humano,
- y son recursos de la industria turística.

Los patrimonios etnográficos están muy ligados a la cultura y conservación de la identidad de los pueblos. Incluso, llegan a pertenecer a la Humanidad. Esto obliga a un respeto máximo hacia tales riquezas, lo que implica la necesidad de previas delimitaciones y caracterizaciones de los territorios y recomendaciones frente a las intervenciones actuales del hombre.

Para que haya una garantía del bienestar del hombre, tiene que haber entornos geográficos que permitan tanto la supervivencia de la herencia cultural, como la calidad de vida, en un ambiente dinámico que crece en número de habitantes (presión demográfica) y en medios para agredir al sistema paisajístico.

La tendencia actual de sustituir el turismo masivo y barato de "sol y playa" por otro de tipo "verde" o de alta calidad, requiere entornos geográficos donde la calidad y el cuidado del paisaje sean fundamentales.

En la conservación de los paisajes, se precisa identificarlos, describirlos, acondicionarlos y prever cómo evolucionarían. De otra parte, la redacción de proyectos de desarrollo sostenido necesitan de la evaluación de impactos, entre los que hay que considerar a los paisajísticos.

Las intervenciones del hombre afectarían, ciertamente, a la "esencia" del paisaje, que se manifiesta externamente en su arquitectura. De aquí que se deban hacer análisis detallados de impactos paisajísticos, frente a cualquier tipo de proyectos, como pudieran ser las instalaciones y explotaciones de camaroneras.

El estudio del paisaje podría ser considerado desde una doble vertiente:

- Como un elemento más, integrado en abstracciones más amplias, como serían el caso del estudio de calidades ambientales, de impactos ambientales o de sustentabilidades de determinados proyectos.
- O como protagonista principal, frente a esos proyectos.

En este capítulo se presentan los tópicos imprescindibles:

- para entender el papel que desempeña el paisaje, en análisis e interpretaciones globales,
- así como para desplegar los conocimientos necesarios, que soportarían desarrollos específicos paisajísticos.

## 7. CONCEPTOS BÁSICOS PARA ABORDAR LAS ESTIMACIONES DE CALIDADES DE UN PAISAJE.

Estos conceptos básicos son:

- qué se entiende por paisaje,
- cómo se forma el paisaje,
- la arquitectura del paisaje,
- la evolución del paisaje,
- clasificaciones del paisaje,
- jerarquización del paisaje, y
- metodología para el estudio del paisaje.

### **a). Qué se entiende por paisaje.**

El paisaje se puede entender de varias maneras:

- según el lenguaje corriente, por lo general, sobre una sustentación estética,
- dentro de un marco ecológico-geográfico
- o como un estado cultural.

Una definición de síntesis permitiría formular que el paisaje es un entorno geográfico, de percepción polisensorial-sensual y, por lo tanto, subjetiva, que se caracteriza por las peculiaridades propias del medio físico, de las comunidades biológicas y de unas posibles actuaciones del hombre, además de las interacciones entre estos componentes.

Una cuestión debe quedar clara de esta definición de síntesis. El paisaje es algo más que un mero estudio:

- climático,
- geológico,
- biológico,
- ecológico,
- edafológico,
- agrario,
- de tipologías edificatorias
- y de cualquier tipo de intervenciones antrópicas en general, ya sean positivas como negativas,

aunque se tengan presente las múltiples interacciones entre estos componentes disciplinarios.

#### b). Cómo se forma el paisaje.

El paisaje es el resultado de la actuación, generalmente conjunta, de la climatología, de la geodinámica, de las aguas subterráneas, de la biocenosis y del hombre, como agentes más importantes.

La climatología resulta fundamental en la caracterización del paisaje porque condiciona, en gran medida:

- el contenido de la biocenosis en el recipiente físico,
- el desarrollo de suelos, que es la base de la flora y fauna del lugar,
- y a muchos de los procesos geodinámicos externos, que modelan al biotopo.

Este agente depende de los procesos meteorológicos, muy relacionados con los ciclos de la actividad de las manchas solares, y de la localización, tanto en latitud como en altitud, de los escenarios geográficos a considerar.

Los efectos, sobre la superficie de la tierra, de la geodinámica terrestre, tanto externa como interna, forman el “recipiente” o, en palabras de Hansen (1993), la “casa común” del paisaje. Caracterizan un biotopo que cobija a la biocenosis y a las intervenciones antrópicas.

Bajo la perspectiva del paisaje, la Geología:

- Explica volúmenes y roturas de líneas en el relieve.
- Participa, parcialmente, en el cromatismo.
- Condiciona, en buena medida, la presencia del agua y/o de la nieve.
- Y enriquece el entorno geográfico, respecto a las sensibilidades que pueden despertar en el hombre, en tanto que proporciona relieves espectaculares, formas y estructuras de interés por sus rarezas y escenarios identificativos y/o condicionantes del estado cultural de los pueblos.

Las aguas subterráneas intervienen en la conformación de un suelo y, dentro de él, tanto en los procesos de cristalización o cementación de sales y minerales, como en el contenido de agua libre. Todo esto se deja sentir, de forma significativa, en la caracterización de la vegetación y fauna, que puede soportar un suelo. Hay que tener presente que suelos, vegetación y fauna son componentes de la arquitectura paisajística.

La posibilidad del retorno de las aguas subterráneas, a la superficie, obliga a considerarlas como un agente más, en la generación del paisaje.

Dentro ya de un contexto puramente geomorfológico, en el que se mueven:

- la diversidad topográfica (volúmenes y rotura de líneas),
- la espectacularidad del relieve,
- y algunas de las rarezas de carácter geológico.

las aguas subterráneas juegan un papel relevante. Explican:

- La presencia de elementos de alto significado en la configuración del paisaje (lagunas y zonas de encharcamientos de diferentes tipos), en conjunción con la fisiografía, la naturaleza litológica del relieve y un balance hidráulico positivo.
- Y determinados procesos, de fuerte incidencia en la “personalidad” del paisaje, como son los kársticos, en terrenos calcáreos.

La biocenosis, en su conjunto, participa en la configuración del paisaje rural, al menos, en cuanto que:

- Condiciona, en parte, la diversidad topográfica, a causa de propiciar, o dificultar, los proceso o efectos de la erosión.
- Traduce, a veces, aspectos geodinámicos internos, responsables del paisaje biotópico (del "continente" físico).
- Determina, en buena medida, el cromatismo del escenario geográfico.
- Caracteriza la textura del entorno.
- Define, en muchas ocasiones, encuadres plásticos puntuales y/o coyunturales.
- Y pueden constituir componentes de rareza, sobre todo, endemismos, que revalorizan los escenarios geográficos, dentro de un contexto de biodiversidad, ante observadores sensibilizados al respecto.

El hombre construye paisajes rurales:

- por la herencia arqueológica que deja,
- a causa de los contenidos etnográficos que introduce,
- por actividades de desarrollo, sin interés etnográfico,
- y por acondicionamientos de los entornos, a efectos de usufructuarlos.

Los dos últimos aspectos suelen implicar, normalmente, impactos, que no siempre tienen que ser negativos.

Estas aportaciones del hombre:

- Constituyen el estado o componente cultural del entorno geográfico (paisaje cultural), que se sobrepone a los componentes naturales.
- Y hacen que un medio natural pase a medio ambiente: Que un paisaje natural evolucione a otro antropofizado.

### **c). La arquitectura del paisaje.**

La arquitectura del paisaje se podría definir como el conjunto de parámetros, o componentes, que se precisan para medir calidades, o caracterizaciones, paisajísticas, al objeto de ordenar, planificar y manejar escenarios geográficos, desde una perspectiva de este tipo de recurso.

En la arquitectura del paisaje, se pueden identificar:

- criptocomponentes, y
- fenocomponentes.

Se entiende por fenocomponentes aquellas observaciones diferenciales, que se pueden identificar a simple vista, en un territorio. En principio, se admite que estos componentes se agrupan en tres niveles de síntesis: abiótico, biótico y de intervención antrópica y de aprovechamiento de recursos.

La "estética" la establecería la confluencia de determinados componentes de los anteriores niveles.

Si se hace un símil entre paisaje y teatro (Escribano, 1989), los componentes geológicos forman el escenario, la vegetación constituye el decorado y el hombre y los animales son los actores.

A modo de partida, la identificación, clasificación y denominación de los fenocomponentes, de un paisaje, se resumen de la siguiente manera:

1. Diversidad topográfica (volúmenes y roturas de líneas).  
Peso óptimo: 18 unidades.

2. Cromatismo.  
Peso óptimo: 18 unidades.
3. Agua y/o nieve.  
Peso óptimo: 14 unidades.
4. Espectacularidad.  
Peso óptimo: 11 unidades.
5. Luminosidad y diafanidad de la atmósfera, olores y sonidos.  
Peso óptimo: 9 unidades.
6. Estado cultural.  
Peso óptimo: 7 unidades.
7. Singularidad o componente de rareza, de carácter geológico.  
Peso óptimo: 6 unidades.
8. Singularidad o componente de rareza de carácter biológico.  
Peso óptimo: 6 unidades.
9. Textura de la vegetación, en su totalidad, en la percepción estética del entorno.  
Peso óptimo: 6 unidades.
10. Accesibilidad.  
Peso óptimo: 5 unidades.

Los pesos se dan sobre 100 unidades.

Los componentes considerados se comportan como variables interrelacionables. Las combinaciones que pueden dar lugar son ilimitadas.

#### **d). La evolución del paisaje.**

En la terminología del paisaje, una evolución está referenciada a cambios estructurales en la totalidad de uno o varios fenocomponentes. En cambio, una dinámica se refiere a cambios producidos dentro de una estructura (en determinados aspectos de un fenocomponente).

En función de como se modifican los componentes, podrían diseñar mapas predictivos de síntesis del paisaje:

- para una fecha determinada,
- y respecto a un lugar concreto.

Este epigrafe comprende tanto la evolución del paisaje natural como la modificación del paisaje antropofizado.

#### La evolución del paisaje natural:

En general, el paisaje evoluciona y cambia por causas:

- naturales, y
- antropogenéticas.

y, de acuerdo con escalas relativamente cortas de tiempo, de forma:

- cíclica, y
- acíclica (irreversible).

La evolución y cambios, por causas naturales, se pueden subdividir según los siguientes criterios:

- cambios ralentizados irreversibles,
- cambios irreversibles en escalas históricas de tiempo,
- cambios cíclicos, y
- cambios súbitos, como los que suponen los incendios forestales no provocados, o las catástrofes ligadas a terremotos.

La modificación del paisaje, por cambios en la biocenosis, principalmente en la vegetación, se ajusta al anterior esquema.

La modificación del paisaje antropofizado:

La modificación del paisaje, motivada por la intervención antrópica, se subdivide en:

1. Modificación por causas de cambios de uso en un territorio, ante diferentes alternativas de explotación de recursos potenciales. Muchos de estos cambios están determinados por circunstancias socio-económicas coyunturales.
2. Modificación por cambios en las costumbres sociales, y en las situaciones económicas de los pueblos, que van a dejar sus huellas (signos) en bastantes manifestaciones del "Estado Cultural" del paisaje.
3. Y modificaciones cíclicas, por los requerimientos de determinados tipos de plantaciones agrícolas, en espacios geográficos específicos.

**e). Clasificaciones del paisaje.**

En principio, y de forma no excluyente, los paisajes se clasificarían:

- en criptosistemas y fenosistemas,
- en escenarios naturales y escenarios antropofizados,
- conforme a criterios espaciales,
- conforme a criterios temporales (estacionarios y estacionales, por ejemplo),
- en paisajes puntuales "plásticos",
- y en paisajes figurativos, en sus expresiones simbólicas-metafóricas.

El fenosistema se refiere a los componentes perceptibles sensorialmente, sin instrumentos, del entorno geográfico, mientras que el criptosistema se restringe a los componentes del escenario, no perceptibles, o de difícil observación, por el hombre, que quiere disfrutar de la naturaleza.

El paisaje, en concreto, sería un fenosistema, el que se usufructa, complementado por un criptosistema, quizás sumamente necesario para el desarrollo y características del primero.

El escenario natural sería aquél en el que no haya intervenido el hombre, en cuanto:

- no sólo a la provocación de impactos,
- sino también, a la creación de componentes (los referentes al "Estado Cultural"), que se admiten como una parte generadora del paisaje.

En caso contrario, el escenario correspondería a un medio-ambiente, y definiría a un paisaje antropofizado.

La clasificación espacial se establece de acuerdo con los siguientes criterios:

- modalidades de observación (de punto singular o de recorrido usual),
- dimensionales,
- latitudinales, y

- altitudinales.

#### f). Jerarquización del paisaje.

La jerarquización el paisaje consiste en:

- Delimitar "células espaciales", con características diferenciales específicas, donde se establezcan fuertes interacciones entre sus elementos.
- E integrarlas en estructuras más amplias.

Una jerarquización operativa consistiría en establecer, de menor a mayor rango:

- unidades,
- áreas paisajísticas,
- sistemas, y
- provincias.

Una unidad define a una cuenca paisajística diferenciada, independientemente de su magnitud. Se delimitan desde puntos singulares de observación. Cuando se analizan paisajes extensos, fuera de un contexto de cuencas visuales cerradas, se precisa delimitar parcelas de territorio, con respuestas visuales homogéneas, desde determinados puntos de observapaisajísticas, dentro de unos mismos dominios

altitudinales regionales.

Y las provincias abarcan a conjuntos de sistemas de paisajes, dentro de unos mismos dominios latitudinales.

#### g). Metodologías para el estudio del paisaje.

La presentación de las metodologías, para el estudio de un paisaje, requiere que se desarrollen, aunque sean brevemente, los siguientes apartados:

- unas ideas generales,
- la representación cartográfica,
- el estudio mediante fotografías aéreas, y
- el estudio mediante el soporte de computadoras.

##### 1. Ideas generales.

El estudio del paisaje se puede apoyar en una serie de pautas, formuladas de acuerdo con las que se tienen en cuenta en todo proceso serio de investigación. Estas pautas readaptadas comprenden ejercicios cognoscitivos, formativos y de automatismos y destrezas, que dan lugar a :

- Diseños de procedimientos y de aparatajes, para realizar identificaciones y descripciones.
- Identificaciones, que comprenden, obviamente, las de los fenocomponentes de la arquitectura del paisaje. Se incluyen, además, las delimitaciones y definiciones de escenarios paisajísticos, con sus dinámicas propias.
- Clasificaciones y denominaciones de los escenarios paisajísticos, para encuadrar sus peculiaridades en una apropiada metodología de discusión.

- Observaciones, tanto cualitativas como cuantitativas.
- Análisis, a partir de las observaciones anteriores, que permita estimar el estado actual de calidad. Las deducciones de las causas y procesos, que tienen como efectos la calidad de un paisaje, son básicas para detectar, medir y eliminar impactos. Los entornos paisajísticos serían susceptibles, entonces, de medidas de protección y restauración, que corrigieran, en la medida de lo posible, las anomalías.
- Interpretaciones de resultados.
- Formulaciones de hipótesis acerca de los cambios del paisaje. Cabe la posibilidad de predecir cómo se encontraría el paisaje, en un futuro más o menos próximo, siempre y cuando se cumplan las condiciones dinámicas identificadas y descritas.
- Verificaciones.
- Prevenciones, de acuerdo con un plan de actuación, conforme con todo el proceso procedimental formulado. Las prevenciones tenderán a evitar las consecuencias no deseadas, unos impactos, de determinadas intervenciones sobre el paisaje.
- Propuestas de correcciones a distorsiones paisajísticas, estudiadas en el escenario en cuestión.
- Y obtención de conclusiones.

En la actualidad, hay una gran demanda de estudios de paisaje, ya que se ven muy afectados en la ordenación, planificación y manejo de un territorio, dentro de un marco general medio-ambiental.

Los estudios de paisajes comportan, por su propia naturaleza, la necesidad de trabajar y de expresar resultados gráficamente. Esto, por añadidura, facilita la presentación y comprensión de conclusiones. Luego, una metodología de estudios de paisajes estará complementada por técnicas específicas de interpretación y representación gráfica. Las más usuales parten:

- de cartografías topográficas,
- de fotografías aéreas, que posibiliten la visión estereoscópica,
- y de programas de ordenadores, que permitan obtener diferentes modalidades de diagramas tridimensionales.

## 2. Representación cartográfica

Para la ordenación, planificación y manejo de un territorio, la representación del paisaje se hace, normalmente, desde los puntos singulares de observación.

La delimitación y sectorización de un paisaje sobre mapas topográficos, sirven de soporte para sobreimponer:

- Sus componentes arquitectónicos, por separado o en conjunto.
- Los diagramas de flujo entre estos.
- Calidades.
- Impactos paisajísticos de usos actuales, o de propuestas de usos.
- Recomendaciones y propuestas.

De esta manera, se obtiene una serie de mapas, desde descriptivos hasta prescriptivos.

La primera modalidad de mapas reseñados es claramente descriptivo. La segunda se puede clasificar como de cualificación. La tercera adquiere ya el carácter de evaluación. La cuarta representa los conflictos, los impactos que conllevaría la ejecución de proyectos de usos del territorio, desde la perspectiva del paisaje. La quinta, la de mayor abstracción, tiene todo el peso de mapas prescriptivos.

El procedimiento de estudios de paisajes, sobre mapas topográficos, se resume en los siguientes pasos:

- a). El primer lugar, y sobre un mapa topográfico, preferiblemente a escala 1/10.000, se delimita la cuenca hidrológica, donde se encuentra el territorio a estudiar.
- b). Dentro de los anteriores límites, se representan los puntos singulares y/o los recorridos de observación usual, de interés paisajístico, que hayan dentro del territorio.
- c). Se identifican, representan y clasifican las cuencas visuales de paisaje, respecto a los puntos singulares y recorridos usuales.
- d). Se sectorizan las cuencas visuales en:
  - Sectores radiales. Representan los fragmentos de territorio, entre visuales, desde un punto singular, con unas específicas feno-homogeneidades globales.
  - Y franjas concéntricas, delimitadas por sucesivos planos de profundidad, o según divisorias imaginarias, que permitan establecer franjas próximas, intermedias o terminales.

En la delimitación de las cuencas visuales, y en la sectorización de las mismas, juegan un papel relevante las barreras topográficas. Éstas suelen identificarse con divisorias de aguas. De aquí que resulte útil dibujar, en el mapa, la red hidrológica del territorio (red de ríos, arroyuelos, barrancos y/o cortadas confluyentes), deducida conforme con las curvas de nivel.

En el caso de una cuenca visual cerrada, el fondo escénico del paisaje, sus límites externos, coinciden, en principio, con la divisoria de agua que envuelve, lo más lejanamente posible, al punto singular de observación, y que encierra a la red hidrológica representada.

- e). Dentro de los distintos sectores, se identifican y cuantifican las “zonas de sombras”. Éstas son las que quedan ocultas al observador, desde el punto singular en cuestión, o desde el recorrido usual o diseñado. Para estas identificaciones, se precisan:
  - Levantar cortes topográficos, en distintas direcciones.
  - Trazar visuales sobre los mismos.
  - E interpretar las interacciones entre los perfiles topográficos y las visuales.

Las zonas de sombras representan territorios poco frágiles, respecto a intervenciones antrópicas de desarrollo.

- f). En las distintas sectorizaciones, y de acuerdo con sus coeficientes espaciales y temporales, se superponen los aspectos paisajísticos que se consideren oportunos, por ejemplo, calidades e impactos.

### 3. Estudio mediante fotografías aéreas.

La visión estereoscópica, de fotografías aéreas verticales, permite el levantamiento de mapas de base, para muchos estudios geológicos, geográficos y paisajísticos, entre otros.

La tridimensionalidad, o el efecto estereoscópico, presenta, a vista de pájaro, muchos aspectos de la arquitectura del paisaje, válidos para:

- Preparar una guía general, en relación con el trabajo de campo.
- Confeccionar mapas de base.
- Y discutir directamente, aunque en una primera aproximación, un paisaje.

En la discusión previa, se puede llegar a deducir y valorar gran parte, y a veces en detalle, de la arquitectura del paisaje. Esto podría tener gran relevancia en las delimitaciones de yacimientos arqueológicos.

Los mapas de base, a partir de fotografías aéreas verticales, en el estudio de paisajes, alcanza especial utilidad en:

- Dibujar la red hidrológica y las divisorias de agua.
- Delimitar previsibles cuencas paisajísticas, según los anteriores criterios.
- Ubicar potenciales puntos singulares y recorridos de observación de paisajes.
- Identificar puntos singulares, ya utilizados, y recorridos usuales, en la observación de paisajes.
- Representar, dentro de estas cuencas, datos deducibles por interpretación estereoscópica, u obtenidos en la prospección sobre el terreno.

Respecto a los puntos singulares de observación:

- Se redefinirán las cuencas paisajísticas, que ya, con mayor propiedad, se denominarán visuales.
- Se configurarán áreas de paisaje.
- Y se hará una clasificación de la fragilidad paisajística del terreno.

Pero además, las fotografías aéreas pueden representar un eslabón de partida, para:

- la representación del paisaje, sobre una cartografía planimétrica topográfica convencional,
- y el grafismo tridimensional informatizado.

Ésto se consigue con una metodología de restitución, mediante el empleo de un restituidor, bajo un soporte totalmente informatizado.

El producto final de la restitución son los bloques diagramas, que se aplican, de una forma directa, en el estudio del paisaje. Estos bloques sirven para:

- Identificar puntos singulares de observación.
- Delimitar áreas paisajísticas, con sus cuencas visuales, en relación con los puntos singulares, previamente seleccionados.
- Cualificar y semicuantificar la diversidad topográfica de las unidades paisajísticas y de sus áreas, que se establecen en la representación tridimensional.
- Y prever zonas de "sombra de impactos" (de baja fragilidad en la calidad paisajística desde los "miradores" y recorridos usufructuarios del paisaje).

#### 4. Estudio mediante el soporte de ordenadoras.

Como las relaciones entre los fenocomponentes de un paisaje son muchas e interdependientes, y las observaciones a ellas asociadas pueden ser muy grandes, los análisis estructurales, sistemáticos y funcionales, requerirán el uso del ordenador, en lo referente a las simulaciones de las diversas causas, procesos y efectos, que operan en las configuraciones de los paisajes.

Aquí, el intento de reproducir el comportamiento del paisaje (la simulación por ordenador), se realiza con un sistema experto.

La base de datos, a utilizar por el sistema experto, está configurada por:

- Una información prediseñada: descripción de los diferentes tipos de paisajes con sus fenocomponentes.
- Y otra circunstancial: las intervenciones antrópicas que se introducen, cuyos procesos y efectos impactantes, en los fenocomponentes, se quieren evaluar.

Las reglas de decisión, en el análisis y evaluación de impactos en el paisaje, se limitan principalmente:

- A establecer correspondencias entre determinadas acciones del hombre y las modificaciones que implican en ciertos fenocomponentes.
- Y a inferir, describir, con sus análisis y cuantificaciones, e interpretar los procesos y efectos en los fenocomponentes, que reaccionan en cadena (flujo de reacciones), cuando se modifican alguno de éstos, de forma sostenida o no, por las acciones de intervención, en los diferentes tipos de paisajes.

A través de la interface, en un proceso iterativo, el usuario empieza con seleccionar el tipo de paisaje, entre los diseñados y almacenados en la base de datos, que más se aproxima a la realidad del entorno geográfico en estudio. A continuación, se introducen las acciones antrópicas circunstanciales, y sus caracterizaciones (input), para crear la base específica de datos. Entonces se está en condiciones para que funcione el software, en el sentido de recibir respuestas del sistema (output). Y esto ya permite la toma de decisiones.

En definitiva, se desarrolla el principio de un soporte, susceptible de ampliarse, capaz de aproximarse a la modelización del conjunto de causas, procesos y efectos:

- no sólo de los impactos,
- sino también, de manera más amplia, de la evolución natural, o inducida por el hombre, del paisaje.

Por otro lado, los programas gráficos, pero básicamente los tridimensionales, son otras herramientas muy necesarias en el estudio del paisaje, ya que permite la consecución de una serie de objetivos, como los reseñados en el epígrafe anterior.

## 8. CÁLCULO DE LA CALIDAD DEL PAISAJE.

La metodología está diseñada para la estimación de calidades paisajísticas, desde puntos singulares de observación. Esto conlleva que lo primero que hay que hacer es:

- Optar por el punto singular, que se considere óptimo.
- Y delimitar la cuenca paisajística, cerrada si es posible, y sus parcelas, desde el punto singular seleccionado.

Se calculan las áreas absolutas:

- de la totalidad de la cuenca, y
- de las parcelas.

Además, se determinan los tantos por uno de las superficies de las parcelas, en relación con el área de la totalidad de la cuenca visual, que tendrá el valor de 1. Estos nuevos datos representan los coeficientes espaciales, que entrarán en juego en la estimación de las calidades.

En las estimaciones de fenocalidades paisajísticas, se parte de un inventario de componentes de evaluación. Estos componentes se identifican con los indicados en la arquitectura del paisaje.

Para los componentes 1, 2, 3, 5, 9 y 10, se precisan de criterios específicos de valoración, en la estimación de calidades. Para los restantes componentes, no se necesitan de cuadros de estimaciones. La

mera presencia, o ausencia, de cada uno de éstos, hará que la calidad parcial, en cuestión, tome el valor máximo o nulo, respectivamente.

Se estima, por separado, la calidad de cada parcela. La sumatoria de éstas, con sus respectivos coeficientes espaciales, en tanto por uno, será la de la totalidad de la cuenca visual. Pero esta sumatoria deberá estar afectada por otros dos coeficientes de corrección, también expresados en tanto por uno:

- El de parajes paisajísticos alternativos, en áreas geográficas próximas, adecuadas para el esparcimiento de los lugareños. En el supuesto de que no existan alternativas, el coeficiente tomará el valor de 1, y decrecerá a medida que aumenten éstas.
- Y el de sometimiento a su degradación, para soportar actividades potenciales de desarrollo, que eviten conflictos sociales, en regiones con poblaciones significativas y de alta tasa de desempleo. Cuando el desarrollo fuese inevitable, por lo explosivo de la situación social, el coeficiente tomará el valor de 0, para que la calidad paisajística sea nula y así quepa la posibilidad de una permisibilidad de intervención.

Para la estimación de la calidad, en una parcela determinada, y en la totalidad de la cuenca visual, se seguirán las siguientes pautas:

1. Se obtienen las calidades parciales iniciales, conforme con los fenocomponentes de la arquitectura del paisaje, y dentro de una escala de 0 a 10.

Respecto al componente "Estado Cultural", y en lo referente a la tipología edificatoria tradicional, su aportación de calidad, si hubiera tenido lugar, quedaría anulada ante la presencia de elementos anacrónicos significativos.

2. Cuando, para un componente determinado, intervenga más de un cuadro complementario de criterios de valoración, la estimación inicial corresponderá a la suma de las que se obtienen con cada uno de éstos.
3. Se calculan los coeficientes de importancia, temporal y de probabilidad de presentación, en tantos por uno, de los distintos componentes, con sus coeficientes de importancia.

Los coeficientes de importancia se determinan a partir de los pesos sobre 100, que toman los componentes, en el listado general de la arquitectura del paisaje.

4. Se multiplican los valores de los componentes por sus respectivos coeficientes de importancia, temporal y de probabilidad de presentación.
5. La sumatoria de estos componentes, afectados por sus coeficientes, será la calidad de una parcela en particular. El valor encontrado se multiplicará por el coeficiente espacial, en tantos por uno, respecto a la totalidad de la superficie de la cuenca visual, de la parcela evaluada.
6. La sumatoria de las calidades del conjunto de parcelas, multiplicada por los coeficientes de corrección, corresponderá a la calidad de la totalidad de la cuenca visual.
7. Dado que la calidad del paisaje, en una cuenca visual, depende, en gran parte, de la abundancia, o peculiaridad, de algunos de sus componentes, a nivel:

- regional,
- de un país, o
- del conjunto de la Tierra,

se admite una escala adicional de evaluación de la rareza, por ejemplo, de 1 a 10. La calidad que se había obtenido se multiplicará por este nuevo valor.

De acuerdo con todo lo anterior, la expresión analítica de la calidad del paisaje sería:

$$c = \sum_{j=1}^m \left[ \sum_{i=0}^n q_i f_{ij} \right] \pi R_1 \pi R_2 \pi R_3$$

donde:

- C = calidad global del paisaje, en la cuenca visual en estudio.
- m = número de parcelas de la cuenca visual.
- n = número de feno-componentes evaluados.
- q<sub>i</sub> = producto de los coeficientes, en tantos por uno, de importancia, temporal y de probabilidad de presentación.
- d<sub>i</sub> = medida de la calidad de un feno-componente de la arquitectura paisajística, en una escala de 0 a 10.
- R<sub>1</sub> = coeficiente de rareza, en una escala de 1 a 10.
- R<sub>2</sub> = coeficiente de corrección de paisajes alternativos, en tantos por uno.
- R<sub>3</sub> = coeficiente de sometimiento, en tantos por uno.

Si consideramos el coeficiente de rareza, la calidad máxima que se podría alcanzar sería de 10 unidades. Si interviene este coeficiente, la calidad óptima llega a 100 unidades.

Hay muchas evidencias de que, normalmente, la suma de las calidades de los componentes no valora, convenientemente, al conjunto que forman. El todo es algo más que la adición de las partes, ya que, lo que da identidad, o composición, a un paisaje es, básicamente, las interacciones entre componentes. Sin embargo, esta "metodología sumatoria" se aproxima a un intento de objetivizar lo subjetivo, de cualificar escenarios que no pueden ser totalmente iguales y, por lo tanto, equiparables.

Con todo, y dentro de la frialdad que podría tener un gestor medio-ambiental, el método que se presenta tiene su utilidad en la estimación de la caída, o ganancia, de la calidad paisajística, en una unidad territorial determinada, si se llevara a cabo la realización de un proyecto de desarrollo o de protección-restauración. Y esto, de por sí, ya es importante.

## 9. COROLARIOS DE LA CALIDAD DEL PAISAJE

Aquí se pretende desarrollar:

- el concepto de fragilidad de un paisaje, como respuesta a su calidad, y
- los impactos paisajísticos, como factores que determinan caídas de calidades de un paisaje.

### **a). La fragilidad del paisaje.**

La fragilidad se refiere al grado de susceptibilidad de deterioro, que puede sufrir la calidad en un paisaje, ante la incidencia, normalmente visual, de determinadas acciones del hombre.

A mayor fragilidad, el espacio geográfico admite menos intervenciones impactantes, y viceversa. A medida que se actúa, y se desarrollan impactos, un paisaje pierde fragilidad, y, paradójicamente, se absorberían mejor otras acciones, así mismo con impactos.

Luego la fragilidad es la cara inversa de la capacidad de absorción de impactos. Este último concepto se define como la aptitud que tiene un paisaje de absorber, visualmente, modificaciones, sin que haya detrimento de calidad.

En el estudio de la fragilidad, se necesita conocer cuál será la causa o agente perturbador, puesto que un medio se comporta de distinta manera, según la actuación que incida en él. O dicho de otra manera, el feno-sistema puede presentar diferentes fragilidades, según se trate de un uso u otro del territorio. Por ello,

se ha de especificar la fragilidad frente a qué actividad. Sin embargo, ante extensos escenarios geográficos, la fragilidad podría tomar un carácter genérico, y se la consideraría como intrínseca.

Para Rivas (1992) y Escribano et al. (1989), la fragilidad intrínseca del paisaje depende, entre otros:

- de las características orográficas de las cuencas visuales,
- del suelo y de la cubierta vegetal,
- de la presencia de puntos singulares de observación,
- y de la visibilidad del punto intervenido.

**b). Los impactos paisajísticos.**

Esquemas conceptuales previos:

Se entienden por impactos paisajísticos los efectos, que determinadas acciones del hombre, en un determinado espacio geográfico, producen en los distintos feno-componentes del paisaje:

- tanto en sus características identificativas (morfología, color, olor, etc.),
- como en sus aspectos funcionales.

Pero siempre que las modificaciones sean perceptibles sensorialmente.

Los impactos pueden ser:

- positivos y
- negativos.

Los impactos positivos representan una mejora en las calidades intrínsecas de los feno-componentes, con lo que aumenta la calidad del paisaje. Por lo contrario, los impactos negativos suponen una caída de la calidad del paisaje.

Si se extrapola la clasificación de los impactos ambientales de Estruch (1992) a los impactos paisajísticos, estos últimos formarían cuatro grupos, de acuerdo con las circunstancias causantes:

- impactos de ocupación,
- impactos de difusión,
- impactos resultantes de la emisión de agentes contaminantes, e
- impactos originados por la extracción de recursos naturales.

Los impactos de ocupación son los que derivan, irremediabilmente, del simple hecho de la localización de una actividad. Estos impactos suelen modificar altamente la calidad del paisaje. Sus efectos, casi siempre, tienen un carácter irreversibles.

Los impactos de difusión resultan de la presión periférica, en dependencia con la ubicación y desarrollo de una actividad del hombre, sobre los feno-componentes de un paisaje. Están muy relacionados, en mayor o menor intensidad, con el área de influencia de los de ocupación. Cuando estos cesan, desaparecen los de difusión asociados, en un lapso corto o largo de tiempo.

Las áreas de influencia de los impactos, normalmente, se expresan en tantos por uno, en relación con la superficie total de la cuenca delimitada, que toma el valor de 1. En estas áreas, se tendrán en cuenta, y se cuantificarán, los cambios de gradientes en las magnitudes e importancias de los impactos, cosa que se consigue con adecuados diseños estadísticos de tomas de observaciones.

Los vertidos sólidos, líquidos y gaseosos, de las acciones antrópicas (impactos resultantes de la emisión de agentes contaminantes), en un escenario geográfico dado, pueden impactar a los feno-componentes de ese paisaje, y alterar su calidad. No obstante, las alteraciones suelen ser, en muchas ocasiones, reversibles, aunque, a menudo, sólo a largo plazo.

La gravedad de los impactos del cuarto grupo (*impactos originados por la extracción de recursos naturales*) está en función de cómo se atenta a los distintos feno-componentes y, en definitiva, de la cuantía de la caída de la calidad paisajística.

Los impactos paisajísticos se pueden dar, respecto a un punto singular de observación:

- tanto en el interior de su cuenca visual (endo-impactos),
- como en sus horizontes delimitantes (peri-impactos), pero que se proyectan hacia el interior de la cuenca.

#### Las matrices paisajísticas simplificadas operativas:

En la medida de los impactos, se puede utilizar, entre otras alternativas, la metodología de las matrices causas-efectos, que:

- Establece la secuencia de los feno-componentes, en orden a sus alteraciones positivas y negativas.
- Indica cuáles son las causas, o acciones antrópicas, que revalorizan o degradan al paisaje, también en otra secuencia de importancias.
- Calcula las respuestas del conjunto de feno-componentes ante una acción específica, o de un determinado feno-componente, frente al conjunto de estas acciones, pero en términos comparativos, respecto a los restantes feno-componentes.
- Y permite estimar un índice global de impacto paisajístico. Sin embargo, este índice numérico es significativo siempre que se compare con los que producirían otras intervenciones antrópicas, o proyectos, en el entorno geográfico en cuestión. En general, este índice compara los impactos paisajísticos, en su conjunto, que provocarían las distintas alternativas de un mismo proyecto, o proyectos diferentes.

Las matrices a utilizar son análogas a las *simplificadas operativas*, con sus filas y columnas adicionales, que se describen en el capítulo de los impactos.

Como en el caso general, su conjunto de cuadrículas definen filas y columnas. En la primera fila se sitúan las acciones del proyecto, o de una actuación, que pueden causar impactos paisajísticos. Y en la primera columna, a la izquierda, los feno-componentes del paisaje, que se pueden alterar, de acuerdo con apreciaciones, desde el punto singular seleccionado de observación.

En un análisis de los impactos paisajísticos, dentro de las cuadrículas de intersección, también se considerarán los parámetros de *magnitud* e *importancia*, ubicados, definidos, referenciados, medidos y analizados de la forma establecida en su momento (capítulo 11).

En el diseño de las matrices paisajísticas de causas-efectos, de amplias posibilidades de aplicación, se admiten:

1. Una acciones (causas) que encabezan columnas, específicas de un proyecto. Por ejemplo, en el caso de una camaronera, estas acciones coinciden con las descritas en el ejemplo del capítulo de impactos, si se exceptúan las dos primeras, que al no tener aquí sentido, se dejan en blanco.
2. Y los siguientes feno-componentes, a partir de la arquitectura del paisaje, que inician filas:
  - Volúmenes topográficos (fila 1).
  - Roturas de líneas, en los fondos topográficos (fila 2).
  - Cromatismo (fila 3).
  - Agua (fila 4).

- Nieve (fila 5).
- Espectacularidad (fila 6).
- Luminosidad atmosférica (fila 7).
- Diafanidad atmosférica (fila 8).
- Olores (fila 9).
- Sonidos (fila 10).
- Cultivos culturales (fila 11).
- Bancales cuidados en laderas (fila 12).
- Lugares de eventos históricos (fila 13).
- Edificios ligados a la historia, a la producción literaria o a otras actividades insignes del hombre (fila 14).
- Edificio con valor artístico (fila 15).
- Viviendas de tipología edificatoria acordes con la tradición y/o con los condicionantes fisiográficos y climáticos (fila 16).
- Otros subcomponentes del estado cultural (fila 17).
- Singularidad, o componente de rareza, de carácter geológico (fila 18).
- Singularidad, o componente de rareza, de carácter biológico (fila 19).
- Textura: grano (fila 20).
- Textura: densidad (fila 21).
- Textura: regularidad (fila 22).
- Textura: contraste interno (fila 23).
- Accesibilidad (fila 24).

Si se utiliza la matriz muda de la tabla 11.2 (capítulo 11), las restantes filas se utilizarán a modo de comodines, para aspectos de los feno-componentes no abordados, y que tengan especial significado en una cuenca visual concreta.

#### Manipulación matemática de la matriz paisajística causas-efectos:

Con las filas y columnas adicionales, se operarán del mismo modo que como se hacía cuando se estudiaban los impactos en general. Se obtendrán secuencias, positivas y negativas, de impactos en los feno-componentes, así como otras secuencias de grados de alteraciones, asimismo positivos y negativos, de las acciones, frente al conjunto de feno-componentes. Se posibilita, por otra parte, estimar el índice de impacto paisajístico global.

A partir de esta fase, ya se dispone de una información paisajística de retro-alimentación, ante posibles y/o sucesivas correcciones, o alternativas, en la redacción definitiva de un proyecto, o ejecución del mismo.

#### Discusión de los impactos paisajísticos:

Unas primeras pautas en la discusión de las alteraciones en los paisajes, mediante el empleo de las matrices causas-efectos, y de acuerdo con:

- los resultados manipulados de los impactos negativos en los feno-componentes,
- y los criterios de Estruch (1992), desde una perspectiva predictiva, más abstracta que la meramente descriptiva (de identificación de impactos),

se basaría en una primera clasificación de los impactos en compatibles, moderados, severos, o críticos.

Los *impactos compatibles* tienen poca identidad. Los feno-componentes afectados, si cesan las causas de la alteración, se recuperarán en poco tiempo, en menos de un año. Se refieren, más bien, a la biomasa.

Los *impactos moderados* se relacionan con acciones que producen daños de poca magnitud. Pero a pesar de ello, la recuperación de la calidad paisajística es larga, en varios lustros, una vez que cesan las causas.

Con los *impactos severos*, los feno-componentes vuelven, muy difícilmente, a sus condiciones iniciales. Se requiere, a menudo, la adopción y puesta en práctica de medidas correctoras, o de restauración.

Finalmente, los *impactos críticos* superan el “umbral” a partir del cual los feno-componentes no pueden volver a las condiciones iniciales, aunque intervengan medidas correctoras o de restauración. Desaparecen algunos feno-componentes significativos en el paisaje en cuestión.

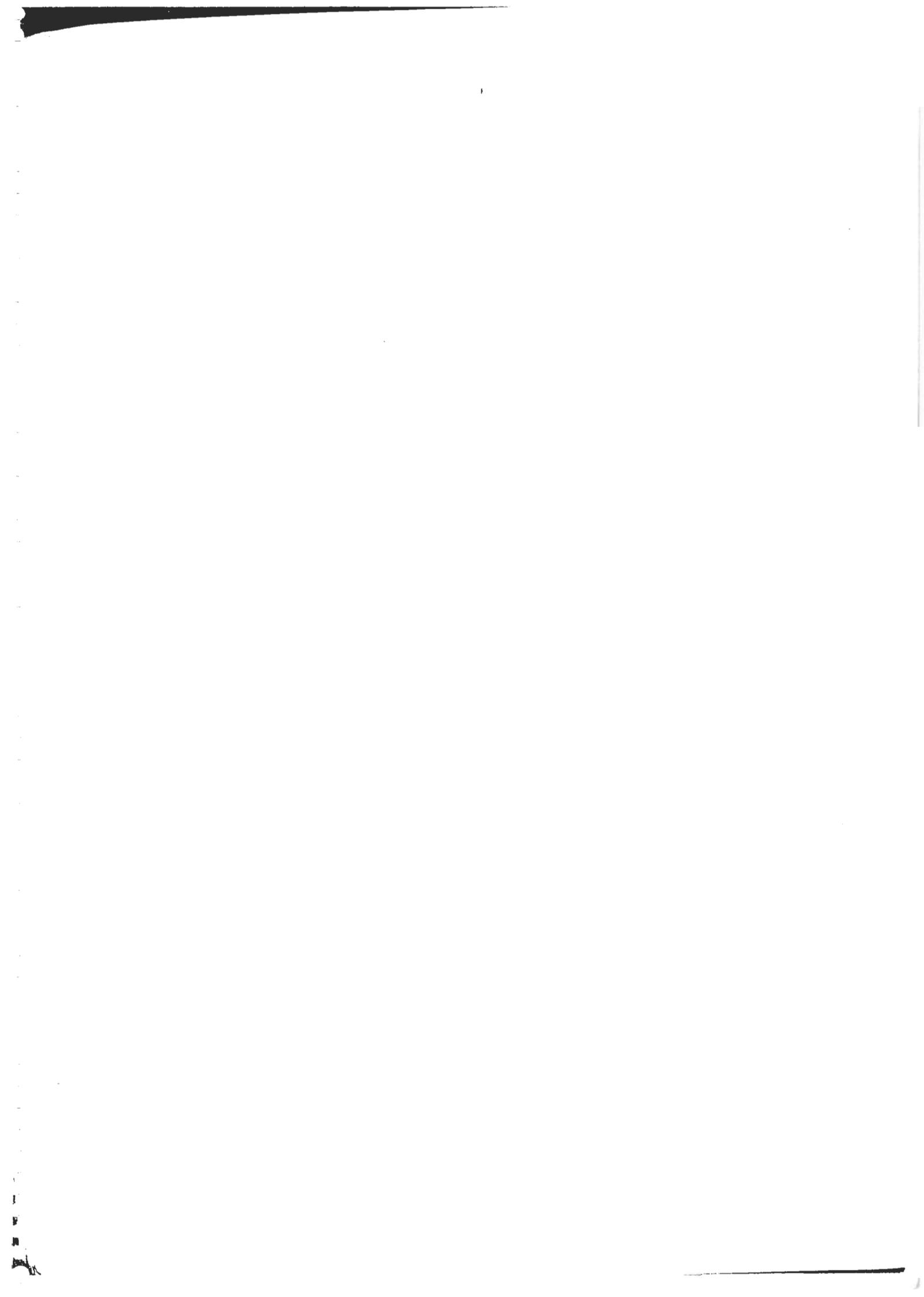
De estos análisis, se llega a valorar:

- la incidencia del proyecto a desarrollar en el paisaje, en sus distintas alternativas,
- o las incidencias de proyectos alternativos.

Y, de esta manera, se elevarán propuestas y recomendaciones tendentes:

- a mantener, u optimizar, calidades paisajísticas,
- o minimizar impactos en el paisaje,

en relación con proyectos indispensables, aunque retro-alimentados, en nuevas redacciones, conforme con las evaluaciones de impactos.



## CAPÍTULO 5

### LAS VULNERABILIDADES EN LAS AUDITORIAS AMBIENTALES.

#### ESQUEMA:

1. Concepto de vulnerabilidad.
2. Concepto de vulnerabilidad, sus descriptores y metodologías de cálculo.
3. Ejemplos de descriptores de vulnerabilidad.
4. Indicadores de vulnerabilidad y metodologías de cálculo.
5. Ejemplos de cálculo de indicadores de vulnerabilidad.

#### 1. CONCEPTO DE VULNERABILIDAD, SUS DESCRIPTORES Y METODOLOGÍA DE CÁLCULO.

Los descriptores de vulnerabilidad describen, con valoraciones semi-cuantitativas, de forma numérica, las variables, condicionantes y dependencias de las causas, procesos y efectos que intervienen en la formación y equilibrio de los sistemas "naturales", sin ningún tipo de intervención antrópica explícita.

Los descriptores de vulnerabilidad traducen los riesgos parciales de que un sistema acotado pierda su equilibrio, o de que se haga más desequilibrado, todo ello de forma natural. Sin embargo, estos riesgos parciales pueden provocar repercusiones generales, por concatenaciones cruzadas, entre las variables, condicionantes y causas, que definen al sistema.

Los descriptores deben tener enunciados amplios, pero de modo tal que permitan recoger, de una manera precisa, los comportamientos de los sistemas en estudio.

Un sistema será menos vulnerable:

- cuando sea menor el número de descriptores, y/o
- a medida que los descriptores y sus diferentes coeficientes tengan los valores más bajos.

En principio, los descriptores de vulnerabilidad se clasifican en:

- generales, y
- específicos.

Los descriptores generales son aquellos que se pueden extrapolar, en cierta manera, a cualquier tipo de "sistema ambiental" acotado. En cambio, los descriptores específicos son los propios, o peculiares, de un "sistema" determinado.

Los descriptores generales y específicos se subdividen, a su vez, en:

- geodescriptores,
- biodescriptores,
- y de calidad de vida.

Los geodescriptores hacen referencia al biotopo, al recipiente físico que sustenta al sistema ambiental.

Los biodescriptores se centran en la biocenosis del "recipiente". Entre otras muchísimas cosas, se considera la biodiversidad.

Los descriptores de calidad de vida se centran en todos los componentes "abióticos" del sistema (aire y agua), encerrados en el "recipiente" físico, y que afectan, o repercuten, de una u otra manera, en el desarrollo de la biocenosis. Estos descriptores condicionan, en mucho, la calidad y las situaciones de optimicidad de las comunidades vivientes.

## 2. EJEMPLOS DE DESCRIPTORES DE VULNERABILIDAD.

Los descriptores son muy numerosos, conforme con la gran variedad de sistemas, que se pueden definir y describir, sobre la Tierra. Por ello, y como ejemplos, y en relación con potenciales escenarios a ocupar por camarónicas, se opta con diseñar simplemente dos bancos de descriptores, referidos:

- a una playa arenosa, en sus aspectos más generales, y
- a un ambiente de manglar.

Pero además, convendrían identificar, describir y analizar los descriptores de vulnerabilidad de otros ambientes, que también podrían tener significado en las camarónicas:

- como soportes directos de las instalaciones y explotaciones, o
- como receptores de ondas de impactos, por encontrarse dentro del área de influencia de estos.

Entre los primeros están, entre otros, las ciénagas y las lagunas costeras, no caracterizadas por los manglares. Entre los segundos se puede indicar las formaciones coralinas, por ejemplo, los cayos de arrecifes, enfrentados a ambientes de manglares, de orillas continentales.

Como regla general, para la construcción de estos bancos de descriptores, se debe seguir las siguientes pautas:

- a). Enunciado y denominación corta, precisa y acertada.
- b). Justificación del descriptor.
- c). Formulación de los criterios para evaluar numéricamente al descriptor.
- d). Y determinación del coeficiente de importancia del descriptor, en función del conjunto de descriptores del sistema en cuestión.

Un banco selectivo de los descriptores físicos de vulnerabilidad, específicos de las playas arenosas, podrían constituir una especie de guía procedimental, para el estudio del comportamiento sedimentario, en estos sistemas, aparte de permitir la estimación de un indicador de la vulnerabilidad física.

Un listado estándar de tales descriptores físicos sería:

### 1. El ascenso relativo del nivel del mar.

Los movimientos eustáticos positivos, o los movimientos epirogénicos negativos, en cuanto que pueden determinar el retroceso de una playa, representan un alto riesgo de vulnerabilidad.

Los anteriores movimientos, con signos contrarios, traducen situaciones que favorecen los desarrollos internos de playas, y, en consecuencia, hacen que disminuyan los riesgos de vulnerabilidad.

Las tentativas de valoración de este descriptor se harían conforme con los siguientes criterios:

- Se identifican movimientos epirogénicos positivos, o eustáticos negativos: 0.0 unidades de vulnerabilidad.

- Existen movimientos, pero no tienen unas determinadas pautas generalizadas: 5.0 unidades de vulnerabilidad.
- Hay movimientos epirogénicos negativos, o eustáticos positivos: 10.0 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia: 0.063.

2. Ubicación de la playa, en la cartografía morfodinámica de su litoral.

De esta localización, puede depender las fuentes de aportes de áridos.

La vulnerabilidad de la playa disminuirá a medida que unos relieves, normalmente acantilados y/o unas bajas, aguas arriba de su provincia morfodinámica, sean más erosionables, por el oleaje dominante, de incidencia oblicua.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- Aguas arriba hay relieves emergentes y bajas muy erosionables, que aseguran la alimentación sedimentaria de las playas aguas abajo: 0.0 unidades de vulnerabilidad.
- Sólo hay relieves emergentes o bajas erosionables: 2.5 unidades de vulnerabilidad.
- No existen relieves emergentes ni bajas erosionables: 10.0 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.089.

3. Los aportes de áridos, desde aguas superficiales encauzadas, con desembocaduras aguas arriba.

Esta dependencia aumenta la vulnerabilidad de una playa, en cuanto que los aportes de áridos van a estar sometidos, en una cierta medida, a factores exógenos, respecto a una dinámica oceánica.

Los factores exógenos son, principalmente, dos:

- La evolución de la cobertura vegetal, que repercute en la potencialidad de erosión de la cuenca. A mayor vegetación, menor erosión, lo que implica menor disponibilidad de áridos en el litoral, para alimentar de arenas a las playas.
- Y las condiciones meteorológicas, que influyen en las capacidades de erosión, en las laderas, de las aguas de arroyada, y de erosión y transporte de las aguas superficiales encauzadas. Cuanto mayor sean las erosiones y transportes hacia el litoral, habrán mayores disponibilidades de arenas, para los procesos que rigen la estabilidad de las playas. Y esto, a su vez, implicaría una menor vulnerabilidad de los depósitos playeros.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- No intervienen los aportes de áridos de aguas superficiales encauzadas: 0.0 unidades de vulnerabilidad.
- Los terrígenos de aguas superficiales encauzadas sólo intervienen parcialmente: 5.0 unidades de vulnerabilidad.
- Intervienen decisivamente los aportes de áridos de aguas superficiales encauzadas: 10.0 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.076.

4. Localización y orientación geográfica de la playa.

Explican. en dependencia con el clima marítimo, los procesos de pérdidas y ganancias sedimentarias.

La vulnerabilidad aumentará cuando más expuesta se encuentre la playa a los oleajes erosivos dominantes y reinantes.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- La playa siempre está resguardada de oleajes erosivos dominantes y reinantes: 0.0 unidades de vulnerabilidad.
- La playa se encuentra resguardada de los oleajes erosivos dominantes, pero no de los reinantes: 5.0 unidades de vulnerabilidad.
- La playa recibe oleajes erosivos dominantes, pero no hay oleajes erosivos reinantes. Se pierde arena con situaciones de temporales. El oleaje restante dominante, normalmente con una cierta energía, impide procesos de acreción: 7.5 unidades de vulnerabilidad.
- La playa está abierta a los oleajes erosivos dominantes y reinantes: 10.0 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.101.

5. El clima marítimo, que incide en la playa, con sus repercusiones hidrodinámicas.

Explican también, y en gran medida, los procesos de ganancias y pérdidas sedimentarias. Aquí, los procesos se relacionan con los comportamientos morfodinámicos del depósito. Por otra parte, estos comportamientos se tendrán en cuenta en otro descriptor.

En general, dentro de la valoración del descriptor, con una mayor probabilidad de presentación y energía de temporales aumenta la vulnerabilidad.

La tentativa de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- Se observa una ausencia de temporales: 0.0 unidades de vulnerabilidad.
- Sólo hay temporales muy energéticos de forma inusitada: 5.0 unidades de vulnerabilidad.
- Se dan temporales erosivos con mucha frecuencia (varios al año): 10.0 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia: 0.089.

6. La morfología del contorno, en relación con la energía del oleaje.

Un depósito de playa puede deber su estabilidad a que la energía del oleaje incida, en el ambiente, de una forma atenuada. La probabilidad de destrucción, por erosión, de algún elemento morfológico, de atenuación del oleaje, se traduciría como vulnerabilidad del sistema sedimentario.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- Presencia de elementos morfológicos en buen estado de conservación, sin signos de una previsible erosión significativa: 0.0 unidades de vulnerabilidad.
- Presencia de elementos que aún atenúan la energía del oleaje, pero desempeñando este papel a corto plazo, por los procesos de erosión que soportan: 5.0 unidades de vulnerabilidad.
- Los elementos morfológicos han dejado de representar, en buena medida, el papel de disuasión energética: 7.5 unidades de vulnerabilidad.

- Hay elementos morfológicos muy degradados, ya inoperantes, pero que desempeñaron, en un pasado reciente, un papel decisivo en la formación y evolución de la playa: 10.0 unidades de vulnerabilidad.
- Se da una ausencia de elementos morfológicos, para atenuar la energía del oleaje: 10.0 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.076.

#### 7. La situación de la estabilidad sedimentaria.

Este descriptor está muy relacionado con el grado de ajuste del perfil de playa a una curva de equilibrio, en dependencia con el nivel medio del mar, las características oceanológicas del oleaje y la naturaleza y características de los áridos.

Una playa se podría encontrar:

- En inestabilidad, con un retroceso generalizado de su orilla. Normalmente esto coincide cuando el perfil está por debajo de la curva de equilibrio. En esas circunstancias, el mecanismo que provoca la inestabilidad es la Regla de Bruun.
- En estabilidad. El perfil tiende a coincidir con el de la curva de equilibrio.
- O en hiper-estabilidad. En este caso, el perfil suele levantarse sobre el de la curva de equilibrio.

La hiper-estabilidad supone que la playa tiene una reserva de áridos, como para que no se ponga en peligro su depósito, ante transitorias alteraciones naturales negativas (elevaciones del nivel del mar, por temporales), en la dinámica de los procesos sedimentarios. Entonces, la vulnerabilidad tendría un valor nulo o pequeño. La interpretación de la sobre-elevación del perfil de playa, respecto al de la curva de equilibrio, implica que, ante aumentos meteorológicos del nivel medio del mar, el riesgo de erosión, en la playa interna, sea mínimo.

En cambio, cuando una playa se encuentra en inestabilidad, ante esas mismas alteraciones, las repercusiones negativas, en la playa, serían muy acusadas. Habría un alto riesgo de vulnerabilidad.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- El depósito interno de áridos se encuentra en hiper-estabilidad sedimentaria, o el perfil generalizado de la totalidad de la playa se encuentra sobre el de la curva de equilibrio: 0.0 unidades de vulnerabilidad.
- El perfil de playa coincide con el de la curva de equilibrio: 2.5 unidades de vulnerabilidad.
- El depósito interno de áridos está sometido a una inestabilidad, o el perfil generalizado de playa está por debajo del perfil de la curva de equilibrio: 10.0 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia: 0.051.

#### 8. Los transportes transversales de la playa, hacia mar abierto, de acuerdo con su comportamiento morfodinámico. Aquí se incluye los rip currents.

La presencia de estos transportes hace que aumente la vulnerabilidad del depósito sedimentario más interno.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- Inexistencia de transportes transversales (playa reflectiva): 0 unidades de vulnerabilidad.
- Existencia de transportes transversales (playa con estadios disipativos, a lo largo de ciclos sedimentarios cortos, y/o con elementos geomorfológicos, o hidrodinámicos, que favorecen la formación de rip currents): 7.5 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.051.

9. Conjunto de variables y condicionantes que determinan, en un litoral, un transporte longitudinal, próximo a la orilla, libre o impedido.

Los litorales de transportes libres están expuestos a más riesgos, en cuanto a fluctuaciones en los balances sedimentarios, y ello conlleva una mayor vulnerabilidad en la estabilidad sedimentaria de sus playas arenosas.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- El litoral se clasifica como de transporte impedido: 0 unidades de vulnerabilidad.
- Se desarrolla un transporte longitudinal libre: 7.5 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia: 0.038.

10. Comportamiento del sistema sedimentario como abierto o cerrado.

La "estaticidad" de un depósito playero, considerado en su conjunto, está más garantizada en un sistema sedimentario cerrado. En esas circunstancias, la vulnerabilidad disminuye.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- La playa corresponde a un sistema cerrado: 0.0 unidades de vulnerabilidad.
- La playa se identifica como un sistema mixto: 5.0 unidades de vulnerabilidad.
- La playa tiene un comportamiento de sistema abierto: 10.0 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia: 0.038.

11. Capacidad de transporte longitudinal, en periodos de "bonanza", a lo largo del litoral, de la provincia morfodinámica, que engloba a la playa, con una fuente de aportes sedimentarios, aguas arriba.

En playas de un litoral de transporte libre, un aumento de la capacidad de transporte, desde aguas arriba, garantiza un posible suministro de áridos, si existen las fuentes sedimentarias apropiadas. De esta manera disminuye la vulnerabilidad.

En playas a sotamar de un abrigo, puede ocurrir que, para unas determinadas circunstancias del oleaje, sea posible una capacidad de transporte hacia aguas abajo, no impedida por la morfología de contorno.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- Una buena potencialidad de transporte, en periodos de acreción, a lo largo de un litoral de transporte libre, implica la posibilidad de llegada de arenas, desde aguas arriba, a las playas que se comporten como sistemas abiertos: 0.0 unidades de vulnerabilidad.
- Buena potencialidad de transporte longitudinal, sin obstáculos geomorfológicos, hacia aguas abajo, desde una playa, objeto de estudio, a sotamar de un abrigo. La playa podría perder parte de su depósito sedimentario, sin que llegase aportes, durante el periodo de acreción: 5.0 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.076.

12. Desarrollo de transportes longitudinales en la playa, en dependencia con distintas condiciones de corrientes, que generen diferentes situaciones oceanológicas del oleaje.

Diferentes diagramas de transporte en playas, para oleajes de procedencias variadas, aseguran basculaciones sedimentarias compensatorias, que corrigen las posibles irregularidades, en planta, que se hayan formado por una cierta persistencia de unas condiciones oceanológicas dadas.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- Se suceden diferentes diagramas de transporte, de sentidos opuestos, que regularicen una planta de playa. O se desarrolla un diagrama adecuado, de forma "constante", para garantizar una playa, que se formó a partir de una singularidad geométrica negativa (una flecha): 0.0 unidades de vulnerabilidad.
- Se desarrollan diagramas inadecuados para asegurar la vida sedimentaria de una playa, formada a partir de una "g": 10.0 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.025.

13. Caracterización de las variables, que rigen las formas de los depósitos sedimentarios de la playa, en planta y en perfil. Incluye la parametrización de los condicionantes, que determinan la morfología genética de la playa.

La estabilidad del depósito sedimentario, o lo que es lo mismo, el grado de vulnerabilidad de la playa más interna, está muy ligada a la morfología de contorno. Esto ha servido para el desarrollo de una clasificación genética, la de Suárez Boreas (1978), empleada, básicamente, en los diseños de playas artificiales.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- Se trata de una playa en bolsillo, óptimamente dimensionada, con contención: 0.0 unidades de vulnerabilidad.
- El depósito playero se clasifica simplemente como de bolsillo, óptimamente dimensionada: 2.5 unidades de vulnerabilidad.
- La playa se desarrolla en una caleta, donde la longitud está sobredimensionada: 5.0 unidades de vulnerabilidad.
- La playa se encuentra en un ambiente abierto: 7.5 unidades de vulnerabilidad.
- El depósito de arenas se localiza en la proximidad de una singularidad másica negativa (sumidero sedimentario "puntual"). 10 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.076.

14. Presencia de una plataforma litoral.

La plataforma litoral, sobre la que se asienta la playa, debe ser lo suficientemente amplia y suave, para que puedan desarrollarse, óptimamente, muchos de los procesos físicos descritos, que aseguren la recuperación sedimentaria de la playa, tras las pérdidas de áridos. En la medida que no ocurriese esto, se acrecentaría la vulnerabilidad de la playa, sobre todo si se imposibilita la aparición de los procesos imprescindibles para la formación del depósito arenoso.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- Presencia de una amplia y suave plataforma litoral (de varios kilómetros y pendientes inferiores a 1.5 %): 0.0 unidades de vulnerabilidad.

- Existencia de una estrecha y abrupta plataforma litoral (varios cientos de metros y pendientes superiores a un 5 %): 10 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.089.

#### 15. Dependencias de la playa con formaciones de dunas litorales.

En periodos de temporales, las formaciones dunares litorales, solidarias a las dunas, mitigan las erosiones de los depósitos más internos, dependientes del oleaje, y aseguran la salud sedimentaria de los mismos, mediante procesos de reposición de áridos.

Las tentativas de valoración, de este descriptor, se harían conforme con los siguientes criterios:

- Presencia de formaciones dunares solidarias: 0.0 unidades de vulnerabilidad.
- Ausencia de formaciones dunares solidarias: 10.0 unidades de vulnerabilidad.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.063.

Para los *manglares*, los descriptores de vulnerabilidad se pueden distribuir en tres niveles de síntesis:

- Descriptores en relación con los condicionantes químico-físicos de contorno.
- Descriptores de acuerdo con los condicionantes propios y "florísticos" de contorno.
- Y descriptores de dependencias exógenas.

#### a). Descriptores en relación con los condicionantes químico-físicos de contorno.

##### 1. Características del suelo.

El tipo de suelo juega un papel importante en la vulnerabilidad de un manglar. El suelo debe ser lo suficientemente adecuado para permitir el desarrollo de las plántulas, o propágulos, pero lo bastante pobre o inadecuado para evitar la competitividad de otras comunidades vegetales, sean acuícolas o terrestres.

Ante suelos pobres o inadecuados, para otras comunidades vegetales, los manglares resuelven los problemas nutricionales gracias a las disposiciones y modificaciones de sus raíces.

En los ambientes de manglares, los suelos suelen clasificarse como fangosos, con aspectos desde semifluidos a consolidados. Son arcillosos-limosos, calcáreos o silíceos, con un pH que puede oscilar entre 4.80 y 8.80. El contenido en humus bascula entre un 2 y un 35 %. Los cloruros están entre 1.91 y 3.96 g/100 ml de soluto en el suelo. El nitrógeno total se cuantifica entre 0.38 y 0.46 %. Por estar temporal o parcialmente cubiertos de agua, el oxígeno escasea, lo que provoca una descomposición incompleta de la materia orgánica. Hay abundancia de  $\text{SH}_2$ , lo que determina un olor peculiar.

La cadena microbiológica, que contiene estos suelos, evita una degradación irreversible nutricional.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.070.

##### 2. Salinidad del agua.

El grado de salinidad no es un requerimiento para el desarrollo de los manglares, debido a que éstos se comportan como halófitos facultativos. Así se encuentran tanto en ambientes estuarinos como en los de salinidad alta y estable. Sin embargo, este parámetro se incluye como descriptor de vulnerabilidad, en cuanto que puede eliminar, de forma directa, la competencia de las plantas acuículas (de agua dulce) y de las terrestres.

Por otra parte, los rangos de salinidad influyen en la distribución de los organismos asociados, cosa que parece resultar importante, como procedimiento indirecto, en la eliminación de la competencia de la vegetación terrestre.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.070.

### 3. Características topográficas de la plataforma litoral.

Las plataformas someras, amplias y suaves permiten, en procesos y efectos de retro-alimentación:

- la deposición de sedimentos y de suelo,
- el crecimiento de praderas de macro-algas y de gramíneas, y
- las condiciones apropiadas para el desarrollo de las plántulas del manglar rojo.

Todo esto converge en la formación de un frente protector de un manglar inicial, y a la capacitación del bosque en cuestión para la conquista del medio marino. Y en la medida en que se den estas dos circunstancias, se afecta a la vulnerabilidad de los manglares.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.099.

### 4. Clima atmosférico.

Los parámetros que se consideran muestran la transcendencia que tienen los cambios climáticos, incluso a nivel de micro-clima, en la vida de un manglar.

La temperatura es un parámetro que condiciona el número de especies, de 30 a 1, en un manglar y, de esta manera, su potencialidad de biodiversidad. En el dominio de los manglares, el rango de temperaturas medias anuales suele situarse entre 25 y 27 grados centígrados.

Para las zonas más internas de los manglares, el desarrollo de las plantas dependen, en parte, de las precipitaciones. Escasas precipitaciones ponen en peligro la frondosidad. No obstante, cuando las lluvias son elevadas, se corre el riesgo de la erosión del sustrato, con todas sus implicaciones en la vegetación que soporta. Los valores medios anuales de las precipitaciones, en estos dominios, están entre los 1 700 y 2 000 mm.

La humedad representa a otro parámetro, que tiene repercusiones en la estructura del sustrato, y por ello, indirectamente, en el desarrollo de los manglares. En estos dominios, la humedad relativa anual óptima se encuentra entre un 80 y un 85 %.

Los vientos fuertes, y con una mayor incidencia los huracanados, pueden incidir en la destrucción de los manglares. De aquí que las probabilidades de presentación y de duración de estos vientos se consideren como descriptores de vulnerabilidad.

Por otro lado, un viento continental podría originar médanos o dunas desde tierra, que sepultaran a los manglares más internos, y colmatasen los espejos de agua, de los más externos. Ante esto, la sobrevivencia del manglar afectado es muy dudosa.

La llegada de la radiación de la luz solar, en dependencia con la presencia de nubes, influye directamente en los procesos fotosintéticos, que condicionan el desarrollo de los manglares. Pero además, el parámetro va a condicionar el desarrollo de las algas, en el dominio del manglar.

Las algas asociadas regulan las concentraciones de oxígeno y de nutrientes, en el ámbito inmediato, y ambas cosas se dejan sentir en la vulnerabilidad de un manglar. y de una fauna de cobijo.

Coefficiente de importancia, de la totalidad de parámetros descritos: 0.127.

### 5. Rango de las mareas astronómicas.

A mayores oscilaciones de los niveles de marea, mayor capacidad de penetración de la erosión, en el sustrato o suelo de un manglar, con lo que aumenta su vulnerabilidad.

En el área del Caribe, donde abundan los ambientes de manglares, la diferencia de niveles suele ser menor a un metro.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.070.

6. Localización y orientación geográfica del manglar.

Se establece una dependencia directa entre el desarrollo de un manglar y la caída de la energía, del clima marítimo dominante, reinante u ocasional. Y esto depende de la localización y orientación geográfica de un litoral, objeto de la colonización, por un manglar.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.113.

7. Probabilidad de presentación de temporales, incluidas las situaciones huracanadas.

Los temporales y las situaciones huracanadas suponen que aparezcan mareas meteorológicas, que se superponen a las astronómicas. En esas circunstancias, aumentan tanto la capacidad de penetración de la erosión, como la energía para que tenga lugar la lixiviación.

La vulnerabilidad de los manglares está en relación directa con la estadística y duración de esas dos circunstancias.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.085.

8. Presencia o ausencia de "barreras" físicas frontales, que puedan crear "sombras" energéticas en los ambientes de manglares, frente a los temporales.

Como ejemplos de estas barreras físicas están las formaciones de arrecifes coralinos, que dan lugar a bajos fondos disipadores de la energía del oleaje, y/o a orlas de cayos.

Las sombras energéticas evitan la pérdida del sustrato físico del manglar, en situaciones oceanológicas erosivas. La pérdida del sustrato arrastraría la destrucción del bosque que sustente.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.056.

9. Conjunto de causas y procesos que determinen las destrucciones de las "barreras" físicas, que crean "sombras" energéticas en los manglares.

Con la destrucción de estas barreras, aparecerían unas condiciones inhóspitas, para el mantenimiento del manglar, o inadecuadas, para su avance hacia mar adentro.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.028.

**b). Descriptores de acuerdo con los condicionantes propios y "florísticos" de contorno.**

10. Modificaciones anatómicas, con implicaciones fisiológicas, en algunos elementos de los manglares.

Como ejemplo, sean las modificaciones en las raíces del manglar negro. La vulnerabilidad aumenta a medida que hayan unas modificaciones de la corteza de los neumatóforos, que limiten la regularización de los mecanismos de retención de sales. Estas raíces deben actuar a manera de filtros, en la incorporación de agua y nutrientes hacia las partes aéreas del mangle.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.042.

11. Conjunto de alteraciones naturales que determinen desestabilizaciones en los mecanismos de descomposición bacteriológica, en la materia orgánica, del entorno del mangle.

Las desestabilizaciones repercutirán en la optimicidad del desarrollo de los manglares y de la fauna asociada. En realidad, se verá afectada la totalidad del equilibrio ecológico.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.028.

12. Praderas de macro-algas y de gramíneas marinas.

Entre las praderas de macro-algas se pueden encontrar las de Cladophoras y las de Vaucherías. Entre las de gramíneas, típicas son las de las Thalassias.

Tanto las macro-algas como las gramíneas atrapan y/o retienen a los sedimentos, y amortiguan la erosión, a causa de la energía del oleaje, en el frente más externo del manglar. Con estas funciones, queda garantizada la sobrevivencia del manglar y, en muchos casos, su potencialidad de expansión, hacia el medio marino.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.099.

**c). Descriptores de dependencias exógenas.**

13. Ubicación y distancia del manglar respecto a fuentes de sedimentos.

Aquí, se tienen presente:

- La existencia, o no, aguas arriba; de relieves emergentes erosionables, de bajas, asimismo erosionables, y/o de desembocaduras de ríos o quebradas (barrancos).
- Y la capacidad y cuantía de aportes de sedimentos, desde estos lugares al manglar.

Los aportes, desde las fuentes sedimentarias, pueden garantizar la permanencia del sustrato, ante periodos erosivos, o que progrese el ambiente, hacia mar adentro. Así, perdura el bosque y/o tiene capacidad de conquista del medio marino.

Coefficiente de importancia del descriptor: 0.113.

En las valoraciones, una vulnerabilidad de 10.0 unidades no traduce una precariedad del ambiente, sino que está expuesto a serios riesgos potenciales, que pueden hacer peligrar su equilibrio físico y/o ecológico, si es que éste tenía lugar.

Los coeficientes de importancia son válidos siempre y cuando se considere el conjunto descrito de descriptores. Si entraran otros, o se eliminaran algunos, habría que reajustar estos coeficientes.

Los bancos de descriptores deben conducir a modelajes físicos, informáticos (simulaciones) y matemáticos (o numéricos), de las causas, procesos y efectos que acontecen, en los ambientes que se estudian.

### 3. INDICADORES DE VULNERABILIDAD Y METODOLOGÍA DE CÁLCULO.

Un indicador de vulnerabilidad corresponde a una expresión analítica, que combina, mediante las opciones operacionales apropiadas, las valoraciones numéricas de los descriptores de vulnerabilidad, con sus respectivos coeficientes.

Un indicador de vulnerabilidad traduce, globalmente, el "riesgo" de perderse el equilibrio en un sistema, o de hacerse más desequilibrado, todo ello de forma natural, sin la intervención del hombre. Los descriptores, de este indicador, sólo muestran riesgos parciales, pero pueden provocar repercusiones

generales, por concatenaciones cruzadas, entre las variables, los condicionantes, las dependencias y las causas determinantes, que definen al sistema.

Un sub-indicador estaría definido por ecuaciones parciales, que intervendrán en otras más complejas o completas.

En el cálculo del indicador de vulnerabilidad, se podría utilizar una sumatoria, de los distintos descriptores que intervienen, con sus respectivos coeficientes de importancias, espaciales temporales y de probabilidad de presentación, específicos del caso en estudio.

En este caso, la expresión analítica sería:

$$Iv = \sum_{i=0}^n q_i d_i$$

donde:

$Iv$  = indicador de vulnerabilidad.

$q_i$  = producto de coeficientes.

$d_i$  = descriptor de vulnerabilidad.

$n$  = número de descriptores.

En general, se opera como sigue:

- a). Se hace el listado, lo más completo posible, de los descriptores que forman e intervienen en el equilibrio de un sistema.
- b). Se valora el grado de participación potencial en el sistema, en una escala positiva, por ejemplo, de 0 a 10.
- c). Se atribuyen a los descriptores sus correspondientes coeficientes, en tantos por uno.
- d). Se aplica la expresión analítica.

La metodología gozaría de bondad siempre que discrimine, significativamente, y en relación con los valores numéricos, los indicadores que se obtienen para un mismo tipo de sistema, pero en circunstancias distintas, bastante diferenciadas o distanciadas, por estimaciones "ojímetras" apriorísticas.

#### 4. EJEMPLOS DE CÁLCULOS DE INDICADORES DE VULNERABILIDAD.

Sea el caso de una playa y su entorno, que se ajustan a las siguientes características.

1. Se identifica una elevación media del nivel del mar de unos 0.5 milímetros anuales, en el litoral donde se ubica la playa.
2. La costa de la playa forma parte de una estrecha plataforma litoral (de varios cientos de metros) y abrupta (mayor a un 5 % de pendiente).
3. La playa se encuentra localizada, junto a otras de reducidas dimensiones, en una amplia caleta, que encierra a una provincia morfodinámica.

La caleta está configurada por acantilados basálticos tableados, sobre piroclastos. Entre estos acantilados, se desarrollan los depósitos arenosos.

4. Dentro de una subcaleta rebajada, que no impide un transporte libre, la playa define a un ambiente arenoso, de 800 por 250 metros en bajamar viva, inestable, significativamente disipativa a lo largo de ciclos sedimentarios cortos.
5. Los aportes sedimentarios, que alimentan a las playas, proceden, en su mayor parte, de un barranco (quebrada), localizado aguas arriba. Las aguas del barranco llegan al mar unos 20 días al año, por término medio.
6. A lo largo de la provincia morfodinámica, donde se encuentra la playa, el ángulo de incidencia y la energía del oleaje dominante aseguran una buena capacidad de transporte longitudinal.
7. El depósito playero corresponde a un sistema sedimentario abierto. Los aportes externos dependen básicamente del barranco situado aguas arriba. La playa sirve de eslabón sedimentario de las otras secundarias, de aguas abajo.
8. La playa principal se encuentra sometida, durante unos 15 días, a temporales de un clima marítimo dominante. La probabilidad de que se den estos temporales erosivos, a lo largo de un año, es de un 90%.

El ambiente está resguardado de los temporales regionales, aunque no de oleajes reinantes, de cierta energía.

9. La playa no tiene dunas solidarias.
10. El territorio carece, y dista considerablemente, de una red adecuada de infra-estructuras de servicios (distribución de agua potable, alcantarillado, tendidos eléctrico y telefónico, etc.), que haga a la playa idónea como recurso lúdico y turístico en general.
11. Las condiciones climáticas, el componente paisajístico y unas vías de comunicación próximas, muy aceptables, permitirían el desarrollo de un importante turismo.
12. El relieve y sus características geológicas no crearían problemas en la ampliación de la red viaria.
13. Los terrenos colindantes con la playa son baldíos y tienen una vegetación escasa, pero contrastada en la zona. Así, quedan individualizados del resto. La fauna terrestre, poco abundante, se caracteriza por especies a extinguir. También destaca la nidificación de aves protegidas, en acantilados próximos.
14. En las cercanías no hay enclaves arqueológicos.
15. Estos terrenos han sido recalificados para uso urbanístico (residencial estacional, por ejemplo).
16. La flora y fauna marina son poco significativas.
17. El núcleo poblacional usufructuario, que se encuentra a unos 25 kilómetros de la playa a intervenir, tiene unos 25 000 habitantes y sufre una elevada tasa de paro, desempleo, un 22 %.

En este ejemplo, se utilizan los descriptores ya inventariados, para estos tipos de ambientes, en relación con las causas, procesos y efectos sedimentarios. Los descriptores en cuestión, y sus coeficientes, toman los valores que se recogen en la tabla 5.1.

1	2	3	4	5	6	7
01	10.00	0.063	1.000	1.000	1.000	0.630
02	05.00	0.089	1.000	1.000	1.000	0.445
03	10.00	0.076	1.000	0.056	1.000	0.043
04	07.50	0.101	1.000	1.000	1.000	0.758
05	07.50	0.089	1.000	0.042	0.900	0.025
06	10.00	0.076	1.000	1.000	1.000	0.760
07	10.00	0.051	1.000	1.000	1.000	0.510
08	07.50	0.051	1.000	1.000	1.000	0.382
09	07.50	0.038	1.000	1.000	1.000	0.285
10	10.00	0.038	1.000	1.000	1.000	0.380
11	00.00	0.076	1.000	1.000	1.000	0.000
12	05.00	0.025	1.000	1.000	1.000	0.125
13	05.00	0.076	1.000	1.000	1.000	0.380
14	10.00	0.089	1.000	1.000	1.000	0.890
15	10.00	0.063	1.000	1.000	1.000	0.630

INDICADOR DE VULNERABILIDAD	=	6.243
-----------------------------	---	-------

Tabla 5.1

Banco de datos para estimar el indicador de vulnerabilidad, en el ejemplo que se estudia (una playa, en sus aspectos físicos generales).

1 = siglas del descriptor. 2 = valor del descriptor. 3 = coeficiente de importancia. 4 = coeficiente espacial. 5 = coeficiente temporal. 6 = coeficiente de probabilidad de presentación. 7 = valor de la fila.

De la anterior tabla, el indicador de vulnerabilidad, de la playa que se estudia, tomaría un valor de 6.243. Este valor traduce que el sistema está expuesto a un riesgo potencial, pero natural de desestabilización de grado medio.

Un valor cero implicaría un riesgo mínimo, mientras que un valor de diez querría decir que el riesgo es máximo. Pero siempre se trata de riesgos potenciales. En realidad, los valores que toman estos indicadores hay que leerlos en términos de probabilidades.

## CAPÍTULO 6

### LOS RIESGOS NATURALES.

#### ESQUEMA

1. Introducción ética
2. Concepto de riesgo natural. Generalidades.
3. Clasificación de los riesgos naturales.
4. Ejemplificaciones de algunos tipos de riesgos naturales.

#### 1. INTRODUCCIÓN ÉTICA.

Sobre la Tierra, se dan numerosos desastres “naturales”, pero muchos de ellos tienen sus causas en el hombre, o resultan:

- de un uso indiscriminado de los recursos limitados,
- de la contaminación en general, o
- de los cambios climáticos, a causa de alteraciones en el “efecto invernadero”, por las actividades antrópicas.

Como recoge Mendiluce (1997), los factores que suelen combinarse, más o menos, con las tragedias son, entre otros, los siguientes:

- inundaciones,
- deforestaciones,
- sequías,
- superpoblaciones, y
- economías que generan migraciones incontrolables a ciudades sin servicios y sin condiciones urbanísticas ni infraestructuras

Para Mendiluce (1997), los huracanes, las inundaciones, los terremotos y las erupciones parecen manifestaciones bastante naturales. Pero observa que suelen matar y destruir a los más vulnerables, a los que viven en favelas o ranchitos con techo de zinc, a los que tienen sus miserables viviendas en laderas inestables o junto a ríos desbordables

Según Noji (1995), las catástrofes naturales reclamaron, en las dos últimas décadas, tres millones de vidas y afectaron a la existencia de no menos de 800 millones de personas. En este sentido, se puede recordar los periódicos desastres en Bangladesh, por encontrarse este país en una zona de riesgos de inundaciones por las lluvias monzónicas. Muchas veces, no se califica de crisis, ni de emergencia, las situaciones de riesgo y de vulnerabilidad en que viven millones de personas, a merced de cualquier, y previsible, desastre natural.

Mendiluce (1997) cree que a fuerza de rutina, de la siniestra rutina de habituarse a la miseria, parece que sea natural las grandes catástrofes, con elevados números de víctimas.

El anterior autor se plantea que ya es hora de superar la división entre desastres causados por el hombre y desastres naturales, cuando de lo que se trataría es de eliminarlos, por sus consecuencias para la vida de millones de personas.

Todos los eventos que arrancan de riesgos:

- unos pocos con ruidos, súbitos, y de vez en cuando, y
- los otros, que representan la mayoría, en silencio y de forma permanente,

encierran desastres humanitarios, de consecuencias intolerables, pero que se toleran.

Mendiluce (1997) concluye, en esta línea de reflexiones éticas, que no resulta sincera, sino todo lo contrario (inhumano e hipócrita), la sencilla división de las catástrofes en función de sus orígenes, o en el nivel de espectacularidad. La divisiones de los riesgos se deberían basar en sus consecuencias, si se decide prevenir, y no actuar tras un desastre.

## 2. CONCEPTO DE RIESGO NATURAL. GENERALIDADES.

Un riesgo natural se podría definir como cualquier proceso, con sus efectos, que tiene su origen en la Naturaleza y que causa peligrosidad en el hombre, repercutiendo fuertemente en sus intereses. Con palabras más sencillas, sería la probabilidad de presentación de catástrofes significativas, de unas determinadas características.

Se entiende por *peligrosidad* la probabilidad de que sucedan, en una determinada área geográfica, daños en los bienes del hombre y/o víctimas humanas.

La *exposición al riesgo* mide la cuantía de bienes y de vidas humanas que se podrían afectar por el proceso, mientras que la *tasa de pérdidas* corresponde a los daños que realmente se producen y/o al número de víctimas que tienen lugar. En la literatura, a veces, se utiliza el término de "vulnerabilidad" para referirse a la tasa de pérdidas. En este texto, se prefiere no utilizar este término, ya que, conceptualmente, se emplea en otro sentido.

La peligrosidad, como "probabilidad" no implica que vaya a suceder tal proceso. Se trata de un concepto puramente estadístico, que se medirá dentro de una gama de posibilidades, conforme con las peculiaridades de las unidades ambientales que se estudien, y con los procesos que tengan lugar, o que pudieran suceder, ya sean naturales y/o antrópicos.

En definitiva, un riesgo se valorará conforme con su peligrosidad (probabilidad de que ocurra), con su exposición y con los daños reales que puedan causar (tasa de pérdidas).

En relación con los riesgos, se pueden levantar:

- mapas de peligrosidad que delimitan áreas con una misma probabilidad de presentarse el riesgo,
- mapas de exposición, y
- mapas de tasas de pérdidas.

Los análisis de los riesgos naturales, y conforme con el enfoque de Araña et al. (1992), pueden ser:

- deterministas, o
- probabilísticos,

según se realicen a partir:

- De las consecuencias de sucesos concretos ya acontecidos (la enseñanza de la experiencia después de suceder ciertas catástrofes).
- O de acontecimientos previsibles, mediante el estudio de series temporales de datos. Se tiene presente el grado de certeza de que acontezca una catástrofe significativa en un escenario geográfico dado

Pero el estudio de una serie temporal de datos conlleva la medición de hechos ya acontecidos, y de sus implicaciones en escenarios geográficos dados, que pueden ser extrapolables a otros. Luego, todo análisis de riesgos contendrá, en mayor o menor proporción, un componente determinista.

### 3. CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS NATURALES.

Los riesgos se pueden clasificar como:

- naturales y
- antropogénicos.

Los riesgos naturales, a su vez, se subdividen:

- en cósmicos (como la caída de meteoritos, tormentas solares, radiaciones ionizantes, etc.),
- en climáticos (sea el caso de algunos tipos de inundaciones, sequías, incendios por rayos, tornados, etc.),
- en geológicos (por ejemplo, riesgos por inestabilidades en laderas y en taludes, riesgos por actividad sísmica y riesgos por actividad volcánica), y
- en biológicos (como corresponderían a las propagaciones de enfermedades por los vectores patógenos ligados a las migraciones de aves, o las apariciones de plagas).

### 4. EJEMPLIFICACIONES DE ALGUNOS TIPOS DE RIESGOS NATURALES.

En las ejemplificaciones, se van a considerar sólo riesgos climáticos, geológicos y, muy sucintamente, los biológicos.

A título de ejemplos:

- a). En relación con los riesgos climáticos, se presta atención a las situaciones de avenidas y de inundaciones originadas por lluvias,
- b). Respecto a los geológicos, se harán breves presentaciones de riesgos:
  - por inestabilidades en laderas y en taludes,
  - por la actividad sísmica, y
  - por la actividad volcánica.

No obstante, los riesgos en áreas sísmicas serán estudiados en un capítulo aparte, con mayor detalle.

- c). Y, para ilustrar los riesgos biológicos, se consideran las migraciones de aves como vectores de enfermedades.

**Riesgos por avenidas e inundaciones.**

#### 1. Panorámica de encuadre.

Los riesgos climáticos son los que se relacionan con los efectos de los procesos meteorológicos excepcionales, entre otros:

- de lluvias,
- de vientos y
- de aparatos eléctricos (rayos), que pueden provocar incendios, en masas boscosas, por ejemplo.

No hay que entender los riesgos climáticos como problemas de los cambios climáticos. Sin embargo, en los riesgos climáticos pueden incidir las alteraciones que repercutan en estos cambios.

Por otra parte, las catástrofes por lluvias, en muchos casos, están conexas a procesos meteorológicos muy concretos, al margen del clima dominante del escenario geográfico implicado. Sin embargo, estos procesos "aislados" podrían constituir rasgos climáticos si se analizan series temporales largas, donde ya pueda intervenir la estadística.

Esto quiere decir que unas intensas precipitaciones pueden ser un hecho excepcional dentro de un número corto de años. Pero si se considera toda una historia meteorológica, esas lluvias intensas representan episodios inusitados que se repiten con cierta periodicidad. De esta forma, tales lluvias entran a definir las características climáticas de la región en cuestión. Sea el ejemplo de las inundaciones, aparentemente excepcionales, que acontecieron en Extremadura el 6 de noviembre de 1997, y que eran de esperar, conforme con su pasado climatológico.

Las aguas de las riadas, que producen inundaciones, pueden proceder principalmente:

- de prolongadas lluvias, a escala regional, que hacen que los ríos caudalosos se desborden,
- y de trombas de agua.

Los escenarios geográficos del primer caso se ubican en escenarios inter-tropicales, como ocurre en Venezuela, con sus repercusiones en la red hidrológica del Orinoco, entre otras.

Las trombas de agua se suelen relacionar con el choque:

- de masas cálidas y muy húmedas de aire, y
- con frentes de aire muy frío (frentes polares).

El aire cálido y muy húmedo puede proceder de escenarios geográficos tropicales y participar en la formación de depresiones. Sean los ejemplos de las depresiones que se originan en la vertical del Golfo de Cádiz, y que pueden recorrer la Península Ibérica, de Oeste a Este, sin sobrepasar la latitud de los Pirineos. Esto fue lo que aconteció durante los días 6 y 7 de noviembre de 1997, a partir de una "borrasca explosiva", determinante de las inundaciones de Extremadura (España).

En el área del Levante español, las trombas de agua que ocasionan las periódicas riadas catastróficas, se sitúan a finales de verano - inicio del otoño. En este caso, el aire cálido y húmedo procede del Mediterráneo, y su choque con masas de aires fríos polares forman depresiones, que se denominan "gotas frías".

## II. Variables generales para la evaluación de riesgos, que puedan provocar las lluvias.

En principio, se podrían jugar con una serie de variables en relación con la evaluación de riesgos por lluvias, que tengan presente:

- la peligrosidad,
- la exposición y
- los daños reales que puedan causar.

Estas variables:

- se valoraran en una escala de cero a diez,
- irán afectadas por sus correspondientes coeficientes de importancia, en una escala de cero a uno, e
- intervendrán en expresiones analíticas que midan la potencialidad de riesgo por lluvias.

En la expresión analítica, el máximo riesgo tomará el valor de 10. Un riesgo nulo tendrá el valor de cero.

Las expresiones analíticas permitirán la confección de mapas de riesgos frente a lluvias, respecto a usos en concreto. Los mapas de riesgos son herramientas fundamentales para ordenaciones, planificaciones y manejos del territorio.

Un listado, ciertamente incompleto, de estas variables sería el siguiente:

1. Posibilidad de que se formen, o no, gotas frías, borrascas explosivas, o situaciones meteorológicas en general, que determinen intensas lluvias, fuera de áreas endémicas de inundaciones.

Se consideran como áreas endémicas de inundaciones las que habitualmente reciben a tifones - huracanes.

2. Cuantía de los efectos acumulativos de lluvias sucesivas, muy próximas en el tiempo ("llover sobre mojado").
3. Tipo de relieve.

Por ejemplo, un relieve kárstico, inicialmente, y frente a las precipitaciones, actúa como atenuante de catástrofes, hasta que se superan unos determinados valores de capacidad de absorción de agua. A partir de estos valores, y en áreas concretas, empiezan a funcionar los sumideros del karst, en el sentido de evacuación hacia el exterior, poniendo sobre la superficie topográfica una gran masa de agua, que podrían provocar fuertes inundaciones. Habría, en realidad, un "efecto esponja", donde se sucederían en el tiempo:

- una fase inicial de mitigación de los efectos de la lluvia (absorción), y transcurrido un cierto tiempo, cuando se ha saturado el interior del karst,
- una respuesta rápida y puntual de evacuación superficial.

4. Caracterización posicional del terreno, en relación con la red hidrológica.

Por ejemplo, no tiene el mismo riesgo de sufrir avenidas e inundaciones:

- un territorio situado a media ladera de un valle, que
- otro formado por relieves rebajados, entre dos cauces que convergen en las proximidades, aguas abajo.

En el segundo supuesto, hay una mayor probabilidad de inundaciones y de posibles aislamientos.

5. Grado de estabilidad de los suelos, con todos sus condicionantes y dependencias (naturaleza litológica, pendiente topográfica, presencia de niveles de despegue, situaciones del nivel freático, etc.).
6. Grado de deforestación.

La presencia de la vegetación implica, entre otros hechos.

- una mayor retención parcial del agua, y
- una mejor facilidad de infiltración del agua hacia los acuíferos, con lo que disminuiría el volumen de las aguas de escorrentía.

Esto explica que ciudades situadas en el fondo de valles, con laderas mermadas de bosques, estén sujetas a incrementos en las probabilidades de inundación. Es el caso de la ciudad de Bilbao, en el País Vasco (Península Ibérica), donde ha aumentado el riesgo de inundaciones por la deforestación de su valle.

7. Condicionantes de contorno.

Por ejemplo, en áreas litorales, donde se dejen sentir fuertes rangos de marea, la potencialidad a inundaciones, en torno a desembocaduras, dependerá de que la marea se encuentre en pleamar o bajamar. Así se han explicado algunas inundaciones ocurridas en los alrededores de la ciudad de Huelva (Andalucía, España).

8. Existencia, o no, de mapas de ordenamiento del territorio, que consideren a los de riesgos.
9. Grado de "modernidad" de una política hidráulica de ordenación, planificación y manejo:
  - que no sólo se base en construir muros en paralelo y/o en perpendicular a los cauces,
  - sino que, además, sea respetuosa con la Naturaleza y con su historia.
10. Grado de regulación de caudales de agua, mediante represas, en los diferentes afluentes de la red hidrológica en cuestión.
11. Estado de conservación de las estructuras de canalización y de represamiento.
12. Grado de equipamiento en infraestructuras, para hacer frente a situaciones de avenidas e inundaciones.

Por ejemplo, no tienen las mismas infraestructuras, para soportar avenidas e inundaciones, Bangladesh y La Florida (USA), y ante unos procesos "análogos", los efectos en daños serán diferentes. Las pérdidas serán menores en La Florida.

13. Posibles efectos de obras civiles, en relación con avenidas y procesos de inundaciones.

Entre las obras hidráulicas se encontrarían los represamientos, las canalizaciones y entubados. En algunos casos, y en situaciones de lluvia inusitada:

- los represamientos pueden reventar, con todas sus consecuencias, y
- las canalizaciones y entubados pueden no dar cabida a los volúmenes de evacuación que se precisan.

Entre las obras no hidráulicas, se pueden citar los puentes. Éstos, ante situaciones climáticas inusitadas, pueden obstruir, total o parcialmente, los cauces de las aguas superficiales.

14. Grado de potencialidad de quedar obstruidos los cauces de las aguas superficiales, por acúmulos de escombros, por troncos de árboles o por otros tipos de depósitos.

Algunas de estas obstrucciones pueden estar asociadas a ciertas obras civiles.

15. Ocupaciones, por determinados usos:

- de cauces aparentemente disfuncionales,
- de llanuras de inundación, y
- de llanuras de desembocaduras de barrancos, rieras, quebradas y de aguas encauzadas en general.

16. Las tipologías edificatorias, con sus características, en las ocupaciones urbanas.

Ante avenida e inundaciones no responden igual edificaciones "sólidas" que otras "chabolísticas" (ranchos-favelas). Las primeras pueden proporcionar refugio, en sus partes altas, al hombre, mientras que las segundas pueden constituir trampas mortales.

17. Incumplimiento (viviendas ilegales), o no, de unas normas urbanísticas, establecidas conforme con correctos mapas de riesgos.

18. Falta de memoria histórica.

Por ejemplo, no recordar que en tiempos históricos tuvieron lugar unas avenidas-inundaciones de magnitudes similares a otras actuales (inesperadas). Esta similitud se puede establecer entre las inundaciones del 6/XI/1997 y las que acontecieron 138 años antes en Extremadura (España). En ambas situaciones, se midieron, en pocas horas, hasta casi 130 litros por metro cuadrado.

### III. Recomendaciones básicas de Protección Civil, en casos de riesgos por lluvias intensas.

Protección Civil de España recoge una serie de consejos básicos, en relación con los riesgos de avenidas y de inundaciones por lluvias. Estos consejos se distribuyen en tres grupos, según se esté ante situaciones:

- previas a las lluvias,
- durante las lluvias, y
- en caso de emergencia.

#### *a). Consejos antes de las lluvias.*

Se priorizan cuatro consejos:

##### 1. Tener conocimiento de los riesgos de inundación, que pueden afectar:

- a las viviendas,
- a los lugares de trabajo, y
- a recorridos habituales,

en función de la topografía y del clima del escenario geográfico afectado.

2. Revisar el estado de los tejados y de las bajadas de agua de las viviendas, y optimizarlas, en caso de precariedades.
3. Observar los desagües próximos, y limpiarlos, en caso necesario, para que no estén atascados, y así puedan evacuar la mayor cantidad de agua posible.
4. Para poder cortar, en caso de emergencia, los fluidos de electricidad, de agua y de gas, tener bien localizados, en cada vivienda:
  - los interruptores generales de electricidad,
  - las llaves de paso del agua, y
  - las llaves de toma de gas,

#### *b). Consejos durante las lluvias.*

Bajo estas otras circunstancias, los consejos son diez:

1. Estar pendientes e informados de los partes meteorológicos, sobre riesgos de fuertes tormentas o de otras situaciones ligadas a intensas lluvias.
2. Retirar, del exterior de las casas, los objetos que puedan ser arrastrados por el agua.
3. Evitar las estancias y las acampadas:
  - en las riberas de los ríos,
  - en los cauces secos, y
  - en zonas deprimidas y bajas del litoral, con desembocaduras de cauces,

porque son los lugares:

- donde se producen preferentemente, y de forma súbita, las riadas, y
- donde se dejan sentir, con más fuerza, las inundaciones.

4. Alejarse de los ríos, de los torrentes (quebradas), de los barrancos y de las zonas susceptibles, en general, de sufrir inundaciones.
5. Abandonar las zonas bajas de las laderas y de las colinas, ante el riesgo de previstas avalanchas de agua, de piedras y de lodos, que puedan acumularse mejor en esas áreas.
6. Dirigirse a los puntos más altos de las zonas propicias para las inundaciones.
7. Circular, preferentemente:
  - por las carreteras principales,
  - por las autovías y
  - por las autopistas.
8. No atravesar vados inundados, ante el gran riesgo de que el vehículo sea arrastrado por el agua.
9. En general, no cruzar una zona inundada ni a pie ni en coche (carro).
- 10 Detenerse en lugares seguros, si se producen problemas de viabilidad en el coche.

*c). Consejos en caso de emergencia.*

Al respecto, se formulan seis consejos:

1. Mantenerse constantemente informado, a través de la radio o de cualquier otro medio de comunicación, sobre las predicciones meteorológicas.
2. Desconectar los interruptores generales de la electricidad y de las tomas de agua y de gas.
3. Abandonar los sótanos y las plantas bajas de los inmuebles, si la inundación ya se ha producido.
4. Reservar los documentos importantes, los objetos valiosos, los alimentos, el agua potable y los productos peligrosos en los lugares más protegidos, en la medida de lo posible.
5. No usar el teléfono nada más que en casos de extrema necesidad. De esta manera, quedarán libres las líneas y podrán ser usadas por los equipos de socorro y de emergencia.
6. Respetar las consignas y consejos de las autoridades.

**Introducción a los riesgos geológicos.**

Desde 1960, las catástrofes en dependencia con diversas causas naturales, tales como sismos, erupciones volcánicas, inestabilidades de laderas, entre otras, han provocado la muerte a unos 3 millones de personas y, de alguna forma, han afectado a otros 1 000 millones. A este precio en vida humanas, hay que añadirle los derivados de las pérdidas económicas en relación con la agricultura, las obras públicas, las infraestructuras en ciudades, etc..

Unos valores orientativos, en cuanto a víctimas humanas producidas por catástrofes geológicas, referentes a cómputos totales de víctimas, producidas por el conjunto de catástrofes naturales, serían los siguientes:

- un 30% , aproximadamente, por los terremotos,
- casi un 10% por inundaciones y
- un 0,8% para las actividades volcánicas.

Al ser los desastres geológicos desastres naturales, por mucho que avance la Ciencia y la Tecnología, no se puede, hoy por hoy, evitar que ocurran. Sin embargo, sí hay que intentar paliar sus efectos, reduciendo su incidencia sobre las vidas humanas y la economía de las naciones.

### **Riesgos por inestabilidades en laderas y en taludes.**

Bajo este epígrafe:

- Se hace una breve presentación de los riesgos en cuestión, con el desarrollo de las generalidades más relevantes al respecto. Se estaría ante las puertas para el diseño de planes de contingencias y para las propuestas de usos óptimos del territorio, conforme con los problemas inherentes a las inestabilidades de laderas y de taludes.
- Y se contemplaría los movimientos de taludes y de laderas en relación con el trazado de vías de comunicación y de otros servicios, y con las ocupaciones urbanísticas del territorio.

#### *1. Presentación y generalidades sobre las inestabilidades en laderas y en taludes:*

Estos tipos de riesgos geológicos son los más fáciles de predecir y valorar, si previamente se han elaborado mapas de probabilidades de presentación de procesos y efectos de inestabilidades del terreno, que incluyan observaciones:

- de peligrosidad,
- de la magnitud de los episodios, y
- de tiempos de exposición de los movimientos en laderas y en taludes, conforme con las condiciones intrínsecas y externas de contorno que se den.

Para abordar el estudio de los riesgos por inestabilidades del terreno, se precisa tener muy claro los conceptos, con sus aspectos más generales:

- de aludes (avalanchas),
- de desprendimientos en frentes rocosos,
- de deslizamientos, y
- de movimientos de flujo.

Entre las situaciones que describen los anteriores conceptos, puede darse toda una gama de circunstancias mixtas.

Toda una sistemática sobre inestabilidades en laderas y en taludes puede encontrarse en Corominas (1989), así como en Martínez (1997).

En general, y ante una situación de riesgo por inestabilidad del terreno, las condiciones de contorno serían:

- La pendiente topográfica.
- La potencia del terreno susceptible al movimiento.
- La caracterización de la estratificación. Una estratificación paralela, o casi, a la pendiente topográfica favorece a los procesos de deslizamiento.
- La caracterización de la fisuración. La existencia de fracturas paralelas al trazado de la ladera o del talud o, en general, con buzamientos que vayan a favor de la pendiente topográfica, crean condiciones propicias a inestabilidades del terreno.
- La existencia de niveles de despegue (arcillas y, sobre todo, filitas).

- El grado de alteración de los materiales. A mayor alteración, mayor disponibilidad de materiales lubricantes para los movimientos del terreno.
- Los movimientos tectónicos que determinen superficies inestables.
- La facilidad del terreno para fracturarse, erosionarse y/o meteorizarse.
- La existencia de series alternantes de materiales permeables y no permeables.
- La acumulación de materiales (de escombreras, por ejemplo).
- La disponibilidad de agua de infiltración y de escorrentía, en cantidad adecuada, durante periodos de tiempos distanciados por pausas significativas (por ejemplo, periodos de lluvias alternantes con otros de sequía). Este condicionante está en dependencia con la caracterización meteorológica del lugar.
- Las variaciones de los niveles freáticos de los acuíferos, que puedan suministrar agua a los niveles de despegues, que actuarían como lubricantes.
- La posibilidad de estancamiento de aguas superficiales sobre los afloramientos de niveles de despegue.
- La presencia y densidad de determinadas comunidades de vegetales.
- Las actividades del hombre, que induzcan a cambios en el terreno.
- Y la existencia de vibraciones bruscas, que incidan en los desplazamientos, en situaciones de metaestabilidad, o de estabilidad precaria.
- El socavamiento de la base de laderas y de taludes, por causas naturales o no. A mayor envergadura del socavamiento, mayor incitación a inestabilidades de los tramos superiores del terreno.

Como pautas generales, además de las ya indicadas, se puede apuntar que favorecen la estabilidad de laderas y de taludes las siguientes situaciones:

- la presencia de una vegetación densamente enraizada,
- un elevado grado de cohesión y cementación entre las partículas del terreno,
- un valor de la pendiente topográfica inferior al 15%, y
- unas condiciones climáticas pobres en humedad.

Al estudiar estas condiciones de contorno, se podría estimar el peligro que suponen las inestabilidades del terreno, en una región o lugar determinado. De esta forma:

- Se llegaría a considerar las posibilidades reales de que sucedan procesos y efectos de este tipo.
- Qué medidas oportunas de prevención se deberían tomar, en relación con áreas habitadas, o con obras públicas.
- Y se prepararían los apropiados planes de contingencias, ante situaciones inusitadas de condicionantes externas de contorno (en relación, por ejemplo, con fuertes lluvias).

En aquellas áreas donde tuvieran especial incidencia estos riesgos, se realizarían modelos de comportamiento. En ellos, se abordarían e interpretarían, entre otras cosas, los datos referentes:

- a cartografías morfodinámicas,

- a las propiedades y a los ensayos de suelos y de rocas,
- a los análisis específicos de litologías inestables,
- a la auscultación de laderas y de taludes inestables, en cuanto a sus geometrías y grados de alteración,
- a la identificación y a la descripción de superficies potenciales de despegue,
- a las identificaciones y a las cuantificaciones de arcillas sensibles a los cambios de humedad,
- a las caracterizaciones meteorológicas,
- a las estimaciones de almacenamiento anómalo de agua en el terreno,
- a la medición de movimientos reales en laderas y en taludes,
- a la aplicación de métodos generales, en la determinación de equilibrios límites, y
- a recopilaciones de información histórica sobre estos procesos de inestabilidades, con sus efectos.

Los datos barajados serían objeto de tratamientos estadísticos.

La Ingeniería Civil se hace indispensable en un contexto de inestabilidades de laderas y de taludes. Como competencias de esta Ingeniería, se encuentran:

- el control de movimientos,
- la corrección de laderas y taludes inestables, y
- la construcción de taludes estables, bien mediante un sistema mecánico de excavación, o bien mediante el empleo de explosivos, sin rechazar técnicas intermedias, como puede ser, por ejemplo, la prevoladura.

Una panorámica amplia, de estos aspectos ingenieriles, la recoge Corominas (1989).

Una vez levantados los mapas de riesgos, con identificaciones cuantitativas de vulnerabilidad, y con clasificaciones de peligrosidad y de exposición, para un escenario geográfico susceptible a movimientos de terrenos, se puede aceptar, en una primera aproximación, una serie de medidas correctoras. Tales medidas se pueden formular de la siguiente manera:

- reestructuración de la geometría natural de la ladera o del talud,
- colocación de anclajes especiales, que traten de aumentar el rozamiento interno del terreno,
- ubicación de pilotes pasivos, consistentes en la introducción de estructuras rígidas en el terreno, con el fin de aumentar sus características de resistencia y de disminuir sus deformaciones,
- fabricación de contenciones de base (empalizadas de madera o muros de cemento),
- creación de pantallas, o fachadas; de cemento, en toda la superficie de los frentes rocosos,
- recubrimientos con repoblación vegetal apropiada o con mallas, y
- sistemas de drenaje, que mantengan el nivel de humedad lo más bajo posible.

Los efectos, en relación con la reducción de la inestabilidad, pueden ser, en la realidad, muy diferentes, según los casos. Esto explica la diversidad de metodologías, al respecto. De aquí que la toma de decisiones se haría después de los correspondientes estudios, particularizados para el área en consideración.

Una vez iniciado el movimiento del terreno, resulta casi imposible frenarlo. Por ello, la medida más importante tiene carácter de preventiva.

Las medidas preventivas se basarán en adecuados ordenamientos, planificaciones y manejos del territorio, a partir de modelos y mapas que estudien y representen estos comportamientos geomorfodinámicos. Como norma general, se debe impedir, en lo posible, el asentamiento de núcleos urbanos y la construcción de obras públicas de envergadura (carreteras, por ejemplo), en áreas de elevado riesgo por inestabilidad de laderas y de taludes.

## 2. Movimientos de taludes y de laderas en relación con el trazado de vías de comunicación y de otros servicios, y con las ocupaciones urbanísticas del territorio.

A la hora:

- de diseñar y construir carreteras, autopistas, túneles, galerías, presas y gaseoductos, y de levantar tendidos eléctricos de alta tensión, entre otras obras de infraestructura,
- así como de ocupar urbanísticamente unos terrenos,

es sumamente necesario conocer el comportamiento del terreno, en relación con sus movimientos (desprendimientos, deslizamientos y movimientos de flujo), aparte de otras dinámicas geológicas, que puedan representar grandes riesgos naturales (sea el caso de los movimientos sísmicos).

A menudo, en la construcción de vías de comunicación, se excavan taludes artificiales, que desestabilizan a las vertientes. Pero la necesidad de disponer de unas vías rápidas de comunicación es una demanda de una sociedad en desarrollo. Los problemas de inestabilidades se pretenden resolver con una Ingeniería Moderna.

Dentro del escenario venezolano, un mal uso del terreno, en cuanto al trazado de carreteras, con unas tecnologías de protección deficientes, se encuentra en el Estado Miranda y en el Distrito Federal. Se intervienen terrenos inestables que, por añadidura, encierran elevados riesgos sísmicos, en el trazado de carreteras.

En este entorno, la inestabilidad del terreno hay que buscarla en tres condiciones de contorno predominantes:

- las fuertes pendientes topográficas,
- las quebradas que se desarrollan en el relieve, y
- las características litológicas de los materiales ocupados.

Se parte de relieves muy apropiados para desarrollar movimientos. Gran parte de la Geología Regional del entorno de Caracas está constituida por rocas metamórficas densamente foliadas y fisuradas, de naturaleza esquistosa-filitica, donde abundan el grafito y minerales de la arcilla como cloritas y moscovitas. Estas composiciones mineralógicas dan carácter lubricante al desplazamiento de las rocas, a favor de las superficies de foliación. Las fisuraciones facilitan el arranque de las láminas de deslizamiento. De esta manera, el conjunto goza de una gran inestabilidad.

Pero estos materiales, ya de por sí inestables, han sufrido una meteorización intensa, por las condiciones ambientales a las que se encuentran sometidas a lo largo de los tiempos geológicos recientes (abundante presencia de agua como elemento de procesos de hidrólisis, y temperaturas elevadas que potencian las reacciones químicas). El producto final de la meteorización es el aumento de los minerales de la arcilla disponibles, que hacen incrementar el carácter lubricante de la roca.

Por último, hay relieves que son acumulaciones de arrastre de los anteriores materiales, por las aguas superficiales. En estos depósitos, es lógico esperar la existencia de niveles arcillosos, que actúen como niveles de despegue.

Esto explica que la carretera general hacia oriente, tenga un tramo de alta vulnerabilidad y que soporte frecuentes cierres temporales por movimientos reales, o ante eventuales peligros de movimientos de tierra, que ocupen la carretera, o que hagan que la propia carretera se desplace. Un tramo sumamente sensible sería el que queda delimitado entre Guatire - Caucagua - El Guapo.

En lo que respecta al desarrollo urbano de un territorio, en los ámbitos de las laderas, dentro de este entorno geográfico, se han de tener en cuenta:

- si se ocupa parte del “alcantarillado” de la Naturaleza, y/o
- las características dinámicas del “suelo”.

Cualquiera de las circunstancias anteriores, potenciadas por la presencia de las aguas de arroyadas y de las procedentes de las quebradas, explican, por sí solas, el alto riesgo de siniestralidad ante su ocupación urbanística, sobre todo si se trata de viviendas precarias, sin ningún tipo de garantías técnicas en su construcción, y si el suelo sobre el que se edifica describe pendientes topográficas críticas.

No suelen ser excepcionales las catástrofes, en víctimas humanas, que acontecen en barrios de chabolas (“ranchitos” o “favelas”), edificados en laderas inestables, de las grandes ciudades latinoamericanas. Normalmente, tales catástrofes están ligadas a las fuertes lluvias que acompañan a “ondas tropicales”, o a colas de huracanes.

Un ejemplo cercano se tiene en la ciudad de Caracas (Venezuela). Con el paso de la cola del Huracán Bret, en torno al 7 de agosto de 1993, fue cuantioso:

- el número de pérdidas humanas, y
- de habitáculos,

en algunos barrios periféricos, levantados sobre laderas inestables, y en las quebradas que los atraviesan. A estas pérdidas, hay que añadirles una repotenciación de los problemas sanitarios, con los serios riesgos de epidemias. En realidad, en estos espacios urbanos *inhumanos*, las condiciones sanitarias precarias son una constante.

De nuevo, se deduce la necesidad de disponer de una cartografía morfodinámica, pero sobre todo un Sistema SIG, que permita delimitar zonas de riesgos, para determinados usos y actividades del hombre.

### **Riesgos por actividad sísmica.**

Las causas naturales que determinan movimientos sísmicos pueden ser variadas:

- movimientos tectónicos,
- erupciones volcánicas,
- impactos de meteoritos,
- y otras.

Además, hay causas antrópicas como pueden ser, entre otras, las explosiones nucleares, y los asentamientos de grandes embalses.

Muchos de estos movimientos sísmicos suponen riesgos, y de ahí que se precise elaborar planes preventivos y de contingencia.

Los planes preventivos se basarán en mapas de predicción de riesgos, en este caso, de riesgos sísmicos, que incluirán, en lo posible:

- magnitud previsible y

- zonas de exposición, demarcadas mediante isosistas (curvas que encierran áreas de daños similares) calculadas a partir de daños ocurridos en el pasado.

Como ya se ha indicado, los mapas de riesgos serán imprescindibles en la ordenación, planificación y manejo de un territorio.

A pesar del carácter de indispensable de los anteriores mapas, y de que la investigación científico-técnica continúa, aún no se han obtenido resultados fiables en cuanto a predicciones. Actualmente se cuenta con métodos de predicción que se basan en las modificaciones de los estados de tensión y de la energía acumulada, en una región sísmicamente activa. Sin embargo, los resultados obtenidos son cuestionables.

Las regiones activamente sísmicas se definen a partir de modelos estadísticos. Tales modelos llegan a determinar, incluso, periodos de sismicidad.

Los modelos, numéricos o no, de predicciones sísmicas se obtienen a partir:

- de localizaciones de fallas activas,
- de rastros dejados en la geomorfología de una región, por pasadas actividades sísmicas, observados mediante teledetección (imágenes de satélite), en fotografías aéreas, o deducidos a través de análisis de peculiaridades en mapas topográficos,
- de estudios geodésicos sobre las deformaciones del suelo,
- de precursores sísmicos, que estudian las modificaciones, previas al terremoto, en las estructuras de las rocas, y
- de datos estadísticos.

Algunos de estos modelos identifican los intervalos de recurrencia, o periodos de retorno, del terremoto y sus magnitudes. Así:

- Calvo et al, 1996, recogen, para algunas regiones de China, periodos de actividad sísmica continua de 3 000 años, separados por intervalos de 1 000 años de tranquilidad.
- Y otros autores estiman un periodo de retorno, para sismos de 7 a 8 grados de magnitud, en la escala de Richter, de 96 a 100 años, en el área de San Francisco (California).

Los planes de contingencia harán referencia a dos puntos:

- una, durante la fase crítica, y
- otra, posterior a ésta.

Por otro lado, los planes de contingencia se elaborarán:

- a nivel doméstico y
- a nivel de la comunidad..

Paralelamente a los planes preventivos y de contingencia, están los sistemas de control de sismos. Estos son bastante difíciles de aplicar y requieren de un sofisticado seguimiento, con sus elevados costes económicos. Los sistemas de control se basan en métodos de reducción de los esfuerzos acumulados en las rocas. Estas reducciones se alcanzan:

- provocando pequeños sismos, de baja magnitud, para evitar los paroxísmicos (los de elevada magnitud), e
- inyectando fluidos en las superficies de fractura de fallas activas para que, al lubricarlas, disminuyan los rozamientos. Con ello, la energía acumulada se liberaría en forma de

numerosos pequeños terremotos, en lugar de unos cuantos grandes (los principales y sus réplicas).

En el capítulo 7, se hace un estudio detallado de los riesgos por actividad sísmica, a modo de ejemplo de un riesgo natural.

### **Riesgos por actividad volcánica.**

Existen numerosas zonas del Planeta Tierra que tienen naturaleza volcánica activa, con todos sus riesgos, pero que son, al mismo tiempo, muy habitadas, por los beneficios económicos de la actividad volcánica:

- en la agricultura,
- en la industria geotérmica, y
- en la minería.

Pero esta ocupación por el hombre ocurre dentro de unos ciertos límites, en función de la actividad volcánica y de la naturaleza y cantidad de los productos de las erupciones.

La actividad de los volcanes ha provocado más de un cuarto de millón de pérdidas de vidas humanas en los últimos 400 años, sin contar los perjuicios económicos:

- por “fosilización” de tierras excelentes para la agricultura,
- por la invasión de lavas en puertos, que quedan colmatados,
- por emigraciones de poblaciones,
- por cambios en los modos de vida,
- etc..

Como todo riesgo, será preciso tener en cuenta la peligrosidad, la vulnerabilidad y la exposición a las posibles erupciones volcánicas.

#### 1. Peligrosidad:

En la peligrosidad, se tendrá que considerar:

- los efectos del vulcanismo en sí, y
- la concurrencia de una serie de fenómenos colaterales de la propia actividad volcánica, como son deslizamientos de tierras, lahares, maremotos, incendios, etc..

Esta peligrosidad se verá modificada por una serie de factores, entre los que se encuentran:

- la magnitud de la erupción,
- la rapidez en el proceso eruptivo,
- la duración de la actividad, y
- el grado de disminución de la luminosidad y de visibilidad, que podrían llegar a situaciones drásticas, de casi “nocturnidad”.

Cuando el magmatismo es de tipo calcoalcalino, o cuando puedan darse actividades freatomagmáticas, se valora como de peligrosidad máxima.

En general, la actividad de los volcanes suele tener efectos devastadores, a causa de una serie de hechos, que pueden aparecer aislados o superpuestos. Entre otros, se destacan los siguientes:

- Los terremotos de naturaleza volcánica, tanto los precursores como los que se pueden originar por asentamientos y reajuste posteriores, o por explosiones. Se tratan de sismos de pequeña magnitud cuyos efectos se limitan al entorno más próximo al área en actividad volcánica.

En el supuesto de que acontecieran en las proximidades del mar, los efectos no deseados se podrían ver multiplicados, por la presencia de maremotos (tsunamis).

- Los episodios de nubes ardientes (coladas y oleadas piroclásticas). Se asocian con el mayor peligro de una erupción volcánica, y pueden afectar a áreas bastante alejadas de la zona eruptiva. Se pueden recordar aquí las casi 30 000 víctimas de la erupción del Mont Pelé (Martinica) o las 2 000 provocadas por la actividad del Chichón (México), en 1982.

A estos efectos, habría que añadirle los provocados por la presencia de lahares que, en función de la topografía de la zona y de la viscosidad de la masa que se desplaza, multiplica la magnitud de la catástrofe (Armero, Colombia, 1985).

- La actividad volcánica regida por la naturaleza de la lava que surge. Además de cegar cauces y valles, afecta, de forma irreversible, al terreno al modificar la topografía. Sus efectos secundarios pueden aumentar cuando, entre otros casos:

- a) se inutilizan puertos de mar,
- b) se desvian cauces fluviales, y
- c) se colmatan y desecan lagos.

- Las deposiciones de piroclastos, gran escala. Cuando tienen grandes dimensiones, las caídas de piroclastos pueden provocar numerosas víctimas y daños económicos. Los efectos peligrosos de las erupciones de piroclastos en general se incrementan:

a) con la lluvia, que provoca el aumento de peso de los piroclastos acumulados en edificaciones, y

b) con la presencia de nubes tóxicas. que originaran víctimas entre las poblaciones afectadas.

Según señalan Araña y Ortiz (1984), se considera que una capa de un metro de altura de tefra es suficiente para provocar la devastación total. Con una capa de unos 50 centímetros se destruyen todos los árboles del entorno, mientras que bastan sólo 10 centímetros para que se pierdan las cosechas y pastos.

Conviene recordar que, con una pequeñísima capa de cenizas depositada en el forraje, el ganado afectado erosionaría y perdería su dentición, con los posteriores problemas de hambre y muerte por imposibilidad de alimentarse, y esto traería consigo efectos sobre la economía y sobre los recursos alimenticios de las poblaciones perjudicadas.

- Las emanaciones de gases venenosos o corrosivos, entre otros. Estos gases perjudican:

- a) por la acción directa sobre los seres vivos,
- b) por la posible contaminación de aguas, tanto superficiales como subterráneas, y
- c) por provocar lluvias ácidas,

En cuanto a las situaciones ajenas al mecanismo eruptivo, que multiplican la peligrosidad, se pueden citar las siguientes:

- Existencia de una población numerosa, que pueda estar sometida a los efectos de la actividad volcánica.
- Grandes extensiones de terrenos que se afectarían por la erupción, con grandes núcleos urbanos, con importantes obras públicas, con significativas industrias, con una agricultura intensiva de fuertes intereses económicos, etc.
- Presencia de terrenos inestables, especialmente en los valles, junto al volcán.

- Proximidad de lagos, ríos, bosques, glaciares, neveros, etc., al centro eruptivo.
- Contemporaneidad de estaciones con fuertes lluvias en el área de la erupción.
- Presencia de vientos dominantes, que amplían algunas de las afecciones indicadas anteriormente.

En algunos casos, cuando un volcán ha entrado en erupción se puede luchar contra él. Los italianos han demostrado que es posible, aunque depende de las situaciones y del terreno. Han logrado desviar con éxito grandes coladas de lava, y salvar así pueblos amenazados.

Existe un programa de las Naciones Unidas que se desarrolla desde 1990 hasta el año 2000, el Decade Volcano, que estudia unos 15 volcanes de todo el mundo, y que representan peligro para la humanidad. Entre ellos se encuentra el Teide, en las Islas Canarias (España), que, además, ha sido elegido por la Comisión Europea, como uno de los seis volcanes considerados como "laboratorios europeos". Se calcula que el 10% de la población mundial está bajo la amenaza de erupciones.

La tabla 6.1 recoge un listado de volcanes peligrosos, con sus localizaciones geográficas y con intervalos de tiempos probabilísticos, en cuanto sus entradas en actividad.

REGIÓN	Nº DE VOLCANES PELIGROSOS	INTERVALO DE TIEMPO EN QUE SUCEDERA
Indonesia	20	1 a 3 años
Japón	8	1 a 5 años
Filipinas	5	1 a 5 años
Papúa	8	1-2 a 10 años
Nueva Guinea	8	1-2 a 10 años
Nueva Zelanda	8	1-2 a 10 años
Centro América	10	1- a 10 años
Mediterráneo	3	1 a 15 años
Resto del Mundo	6	1-2 a 25 años

Tabla 6.1  
Previsión de grandes erupciones, según Araña y Ortiz (1984)

## 2. Vulnerabilidad:

La vulnerabilidad es la parte de los riesgos volcánicos que permite desarrollar los conceptos y técnicas:

- de previsión,
- de predicción,
- de control y vigilancia, y
- de prevención.

La *previsión* define lo que se espera que pudiera acontecer. Se intentaría responder al *¿cómo?*. Se abordarían aspectos de difíciles respuestas, referentes a la intensidad, al tipo y a otras características de las erupciones. En numerosas ocasiones se opta por prevenir los daños, antes que prevenir el suceso, ya que se admite que, a medio y largo plazo, hay que considerar aspectos positivos en las actividades volcánicas, como el enriquecimiento en nutrientes del suelo.

Las *predicciones* responden al *¿cuándo?* y al *¿dónde?*. Se refieren a las probabilidades de que ocurra un suceso, en este caso a una actividad volcánica. Como en el caso de los riesgos sísmicos, se apoyarán en mapas de riesgos.

Los mapas de riesgos pretenden delimitar en el espacio y predecir en el tiempo (?) la erupción de un volcán, con sus consecuentes peligros. Estos mapas serán puestos en conocimiento de los políticos,

para que estos actúen y ordenen las evacuaciones que permitan salvar a la gente, en caso de contingencias.

Durante los últimos 25 años, se han desarrollado nuevos instrumentos, digitales o por satélite, que permiten observar variaciones de unos pocos milímetros en las estructuras de los edificios volcánicos. Conforme con estas variaciones, se hacen las predicciones. En realidad, se puede llegar a conocer cómo cambia el área de erupción, a predecir qué tipo de actividad volcánica es más probable que ocurra, pero nunca el momento exacto de la erupción.

La predicción de erupciones se puede conseguir mediante la instalación de sensores. Estos son capaces de detectar series de microtemblores previos.

Dentro de un contexto de instalación de sensores, para predicciones volcánicas, en Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España, ha instalado un Laboratorio Geodinámico en la isla canaria de Lanzarote. El laboratorio se ubica en el interior de un tubo volcánico del volcán de La Corona (en los Jameos del Agua). Recibe la información de unos 80 instrumentos diferentes, de los que la mayoría son prototipos, desplegados en diversos puntos de la Isla y en otros estratégicos, en el resto del Archipiélago Canario. Continuamente registran parámetros físicos y químicos (unos 4 800 datos cada hora) y, presumiblemente, sus resultados pueden alertar, con suficiente antelación, de una posible erupción. Aquí se han instalados aparatos clásicos, como gravímetros o sismógrafos, pero también sofisticados termómetros de roca y novedosos sensores de humedad o de cambios de presión. Se pretende, además, que este laboratorio tenga un seguimiento espacial, con la incorporación de una antena de satélite G.P.S..

En ocasiones, la sintomatología se puede presentar de forma violenta sin que llegue a producirse actividad volcánica alguna. Si se carece de una red de vigilancia eficaz, se tiende a tomar decisiones conservadoras y recomendar la evacuación de las posibles áreas susceptibles de ser afectadas. Y esto podría ocasionar, en muchos casos, peores consecuencias de las que se pretenderían evitar.

Un caso ilustrativo, y reciente, lo constituye la actividad del Nevado del Ruiz (Colombia), del 13 de noviembre de 1985, que destruyó las poblaciones de Armero y Chinchiná, con la pérdida de unas 22000 vidas humanas. El 7 de octubre del mismo año, escasamente cinco semanas antes de la gran erupción, se había finalizado el mapa de riesgo volcánico del sector, y se conocían, con gran exactitud, las áreas que podrían ser arrasadas por los lahares (Carracedo, 1988). Según este autor, se pone de manifiesto que las graves pérdidas en vidas humanas de Armero se habrían evitado, o disminuido en mucho, si cuando se tomó la decisión de evacuar, que se hizo con suficiente tiempo, se hubiese mantenido a toda costa, en vez de dar una contraorden, cuando ya se avecinaba la catástrofe. La avalancha sorprendió a la población en sus casas y muchos, dada la hora, se encontraban dormidos.

El *control* y la *vigilancia* de áreas volcánicas también están muy relacionados con la confección de mapas de riesgos. El control y la vigilancia precian, previamente, de una investigación geológica detallada, que comprenda la Petrología, el Magmatismo y Tectónica de la zona, para conocer lo mejor posible la evolución magmática y los mecanismos eruptivos a lo largo de la historia reciente de la región. Después de esta fase, se podrán escoger los volcanes que hay que controlar y vigilar, así como el nivel de la vigilancia.

Definidas las áreas a vigilar, se elaborarán los sistemas de vigilancia (Araña y Ortiz, 1984), una vez que se hayan conseguido:

a) Los siguientes objetivos operativos:

- Diseñar un modelo de periodicidad de actividad volcánica, a partir de registros de erupciones históricas.
- Estimar la probabilidad de que aparezca una erupción dada, conforme con el modelo deducido.

b). Y se hayan establecidos las siguientes premisas:

- Considerar que existe una relación directa entre la intensidad de la erupción y la de sus fenómenos precursores.
- No identificar áreas de riesgo permanente, salvo en volcanes muy violentos y con actividad continuada.
- Interpretar como una circunstancia negativa la actividad frecuente y los largo periodos de inactividad.

La fase de vigilancia debe ser enfocada hacia la detección y análisis de los fenómenos precursores de la actividad volcánica. En muchas ocasiones, la dificultad en la predicción estriba en lo tenue de estos avisos, y en que no se puedan interpretar como premonitorios. Sin embargo, cada erupción presenta una serie de anuncios que, de forma general, consisten en:

- aumento de la sismicidad local,
- aumento de las emanaciones gaseosas y cambios en su quimismo,
- deformación o movimientos del terreno,
- disminución de la temperatura en fuentes termales, pozos y fumarolas y
- disminución de los valores magnéticos locales, entre otros.

Una identificación precoz de crisis sísmico-volcánica, en áreas de volcanismo activo, mediante métodos geoquímicos considera, por ejemplo, los cambios en los contenidos en CO<sub>2</sub>, que se escapa a la atmósfera, en forma difusa.

Canarias, a través del Instituto Tecnológico de Energías Renovables de España (I.T.E.R.), es la región pionera en el mundo, junto con Japón, en la instalación de una red de seguimiento geoquímico de la actividad volcánica. Consiste en la detección de parámetros químicos en las aguas subterráneas, que alerten sobre posibles erupciones. Los gases del magma comienzan a ascender hasta la superficie, y se disuelven en las aguas subterráneas de los acuíferos, que se encuentren a su paso. Lo usual es que se incrementen las concentraciones de Cl<sub>2</sub> de SO<sub>2</sub>. Por lo tanto, si se realiza un seguimiento continuado de las aguas subterráneas, se prevendrán las erupciones.

La *prevención* corresponde al *¿qué hacer?*. Sería el conjunto de medidas a tomar, conforme con las previsiones, predicciones, controles y vigilancia, y que estarían recogidas en las planificaciones de protección civil, sanitarias y de educación. La prevención es el pilar básico de los planes de contingencia

#### **Riesgos por migraciones de aves.**

Las migraciones de aves, en muchos casos, podrían representar a vectores de enfermedades, cuando, desde sus lugares de procedencia, trajeran virus, bacterias y otros agentes patógenos. Durante la "hibernada", la mayoría de los agentes patógenos se encuentran en ambientes inóptimos, por lo que suelen desaparecer, y así las aves enfermas se curan. No obstante, habrán aves que permanezcan enfermas y no puedan desarrollar las grasas suficientes para el consumo energético, que supone el regreso. Estas aves son las que se quedan en los lugares de "hibernada", habituándose a sus condiciones ambientales, independientemente de la época del año. De esta forma, se pueden formar poblaciones de aves residentes permanentes.

En el transcurso de las migraciones de las aves, hacia las áreas de "hibernada", los anteriores vectores patógenos pueden afectar a recursos en explotación, como son las camarónicas, si se encuentran en las rutas migratorias. Y los camarones se infectarían potencialmente. Esto impediría que se pudieran comercializar en ciertos mercados, conforme con las legislaciones y normativas de los países consumidores.

Se podría dar la paradoja de que las prohibiciones de comercialización, en relación con el ejemplo, radicara en países desde donde procediese, las aves enfermas. Las aves que no se hubieran curado,

durante la “hibernada”, no retornarían a los lugares de origen Quizás, en algunas circunstancias, las legislaciones restrictivas lo que pretenderían, realmente, sería favorecer ciertas áreas de producción, en donde hay invertidos grandes intereses económicos, de los países consumidores, en las explotaciones en cuestión, a expensas de otros escenarios geográficos, con explotaciones competitivas.

Luego, a la hora de ubicar estos tipos de instalaciones, y para evitar problemas posteriores en la comercialización, habría que analizar las rutas de aves migratorias, con sus caracterizaciones, sobre los terrenos a usufructuar.

## CAPÍTULO 7

### LOS SISMOS COMO EJEMPLO DE CAUSAS DE RIESGOS NATURALES.

#### ESQUEMA:

1. Concepto de terremoto. El hipocentro y el epicentro.
2. Las escalas de magnitudes y de intensidades de los movimientos sísmicos.
3. Árbol de problemas ante catástrofes sísmicas, en áreas habitadas.
4. Ejemplo de un terremoto, como escenario de arranque, para discutir deformaciones del terreno, medidas de prevención y planes de contingencias sísmicas: El sismo de Cariaco - Cumaná (Estado Sucre, Venezuela), del 9 de julio de 1997.
5. Las deformaciones del terreno por sismos y sus efectos geomorfológicos y geológicos en general. Aparición y secado de manantiales.
6. Los planes de prevenciones de riesgos por sismos.
7. Los planes de contingencias ante terremotos.

#### 1. CONCEPTO DE TERREMOTO. EL HIPOCENTRO Y EL EPICENTRO.

Los terremotos corresponden a vibraciones de la superficie terrestre, causadas por el paso de ondas sísmicas, tras liberarse energía.

El lugar donde se produce la liberación de energía se denomina *hipocentro*. Normalmente se localiza en el interior de la Corteza o en las capas superiores del Manto.

Desde el hipocentro se propagan dos tipos de ondas sísmicas:

- *Ondas primarias* (ondas P). Describen vibraciones de contracción y dilatación del material, en el conjunto de las infinitas direcciones.
- *Ondas secundarias* (ondas S). Definen vibraciones elásticas transversales a la dirección de recorrido, también en infinitas direcciones. Sobre la superficie de la Tierra, se asemejan a las ondas que se producen en un estanque, cuando cae una piedra.

Las ondas S se propagan en medios sólidos, mientras que las ondas P se transmiten, además, por medios plásticos - fluidos. Ambas ondas no se transmiten por la superficie topográfica. O se transforman en otras formas de energía, o la atraviesan.

Se denomina *epicentro* al punto más próximo de la superficie terrestre, respecto al hipocentro.

Desde el epicentro se propagan *ondas superficiales*, por incidencia de las ondas P y/o S. Estas otras vibraciones pueden ser también de dos tipos:

- Ondas Love (ondas L), y
- Ondas Rayleigh (ondas R).

que determinan vibraciones complejas en superficies de interfases (por ejemplo, en el contacto Litosfera-Atmósfera).

Las ondas L definen movimientos transversales, a la dirección de propagación, en una superficie horizontal de discontinuidad de interfase del material afectado.

Las partículas afectadas por las ondas de tipo R describen movimientos de trayectoria elíptica, con sentido contrario al de avance de la onda, en planos perpendiculares a la superficie horizontal de interfase de propagación.

Los *tsunamis* son ondas largas del océano, generalmente causadas por movimientos del suelo oceánico, durante un terremoto.

El origen de las ondas sísmicas está en la energía que se libera en zonas de discontinuidad (por ejemplo, en el funcionamiento de las fallas). Por ello, las zonas más sísmicas de la superficie terrestre se encuentran en los límites de placas litosféricas y/o sobre las fracturas de intraplacas. Estas últimas, relacionadas con un volcanismo, normalmente oceánico.

En dependencia con los límites destructivos de placas, se encuentran las superficies de Benioff - Wadati. Éstas representan las discontinuidades que provocan la introducción de la corteza oceánica bajo la corteza continental. Los hipocentros localizados, en estas superficies, traducen la energía que se libera en los procesos de subducción. Por la inclinación que presentan, los epicentros se detectan hacia tierra adentro, en los continentes afectados.

Cuando se registra un terremoto, las primeras ondas en llegar son las P, luego las S y, finalmente, las superficiales.

## 2. LAS ESCALAS DE MAGNITUDES Y DE INTENSIDADES DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS.

La *magnitud* de un terremoto se relaciona con el hipocentro. Está en dependencia con la aceleración que alcanzan las partículas del terreno debido a la energía liberada. Se mide, entre otras alternativas, con la *Escala de Richter*.

Esta magnitud se define como la diferencia entre la amplitud de un impulso registrado, con un determinado instrumento, durante el terremoto en análisis (A), y la amplitud registrada por el mismo instrumento, en la misma fase, en un terremoto que se toma como tipo ( $A_0$ ).

Las amplitudes se representan en una escala logarítmica, de modo que la magnitud es igual a:

$$M = \log A - \log A_0$$

Sin embargo, al cambiar de instrumento, o al considerar fases diferentes, o terremotos de distintos tipos (profundos, superficiales, próximos, lejanos, etc.) cambian necesariamente las escalas. A consecuencia de ello, y para estandarizar las medidas, las diferentes series de magnitudes, que se obtienen ante distintos tipos de terremotos, tienen que ligarse entre sí por relaciones más o menos empíricas.

Este tipo de escala logarítmica hay que interpretarla debidamente, para no cometer errores en la concepción de la magnitud del terremoto. Por ejemplo, un terremoto de magnitud 6.9 es cuarenta veces mayor que otro de magnitud 6.5.

Además se han establecido fórmulas que relacionan la Magnitud con la intensidad. Por ejemplo, algunos autores han deducido que:

$$M = \frac{2}{3} I + 1$$

donde

M = magnitud

I = intensidad,

para los terremotos superficiales de California (a profundidades entre 16 y 18 kilómetros). Esta relación es válida para cualquier lugar de la Tierra, con una buena aproximación.

La *intensidad* del terremoto se relaciona con el epicentro. Consiste en evaluar la forma en que se dejan sentir las vibraciones, con sus “consecuencias” (destrozos y daños causados), en un lugar en concreto. En realidad “visualiza”, más o menos subjetivamente, ante el hombre, la magnitud de un terremoto.

La intensidad mide:

- el grado de percepción de las vibraciones por el hombre,
- el grado de destrozos, en obras del hombre y
- el grado de deformación del terreno (por diaclasas, deslizamientos, desprendimientos, etc.).

La intensidad dependerá:

- de la magnitud del sismo en el hipocentro,
- de la duración del sismo en el lugar en cuestión, y
- del grado de disipación, o de acumulación de energía procedente del epicentro.

El grado de disipación, o de acumulación, energética, es función, a su vez:

- de la distancia desde el epicentro,
- de las características de los materiales que se atraviesan desde el epicentro,
- de la estructura geológica que se interponen entre el epicentro y el lugar de observación,
- y de las características del suelo en donde se miden las intensidades del terremoto.

Una misma intensidad puede provocar distintos grados de catástrofes, en función de las características de las obras construidas por el hombre. Por ejemplo, un sismo de intensidad 9, en la Escala de Mercalli, puede destruir el 80% de una población, que contenga básicamente viviendas de adobe, mientras que ese terremoto, en otra ciudad de edificios con estructuras de hormigón, únicamente produce el desplome de algunas construcciones de viviendas, aparte de otros efectos.

Este fue el caso del terremoto de Cariaco - Cumaná (Estado de Sucre, en Venezuela), del 9 de julio de 1997, con una intensidad de 9, en la referida escala. En la ciudad de Cariaco, de unos 15 000 habitantes, donde las casas son básicamente de adobe, se destruyeron la mayoría de sus viviendas. En cambio, a unos pocos kilómetros, en la ciudad de Cumaná, con edificaciones mayoritarias de “gabillas, o cabillas, y concreto” (de hormigón), de unos 300 000 habitantes, ese terremoto sólo ocasionó el derrumbe de unos pocos edificios, la aparición de numerosas grietas en las edificaciones y en el suelo y la rotura de tuberías de la conducción de agua, entre otros daños.

De aquí que las medidas de intensidad de un terremoto, en un lugar en concreto, no sean datos superfluos sino complementarios a las medidas de magnitudes. Puede ocurrir que en las proximidades de un epicentro, con un determinado valor de magnitud, por las anteriores consideraciones, la energía puede variar significativamente. Por eso, si no se dispone de una densa red de sensores, convenientemente dispuesta, se tienen que estimar intensidades, junto a otros datos de magnitudes, para levantar mapas fiables de los efectos de actividades sísmicas. Con la existencia de tablas de conversión, debidamente contrastadas, y a partir de un determinado grado en la escala de intensidad, en la que consten los efectos en obras del hombre y/o en las deformaciones del terreno, de los anteriores mapas de cualificación de efectos sísmicos se podrá pasar a otros de cuantificación.

Las escalas de intensidad sísmica más utilizadas son las de *Mercalli* y la *M.S.K.*

La escala modificada de Mercalli, versión 1956, establece doce categorías de intensidades:

- I. No se siente.
- II. Se siente por personas en posición de descanso, en pisos altos o situación favorable.
- III. Se siente en el interior. Los objetos suspendidos oscilan. Hay vibraciones como si pasara un camión ligero. Duración apreciable. Puede no ser reconocido como un terremoto.
- IV. Los objetos suspendidos oscilan. Hay vibraciones como si pasase un camión pesado, o sensaciones de sacudidas como de un balón pesado que golpease las paredes. Los automóviles parados se balancean. Las ventanas, platos y puertas vibran. Los cristales tintinean. Los cacharros de barro se mueven. En el rango alto de este grado, los tabique y armazones de madera crujen.
- V. Se siente al aire libre. Se aprecia la dirección. Los que duermen se despiertan. Los líquidos se agitan, y algunos se derraman. Los objetos pequeños inestables se desplazan o vuelcan. Las puertas se balancean, se cierran o se abren. Las contraventanas y cuadros se mueven. Los péndulos de los relojes se paran, comienzan a andar o cambian de periodo.
- VI. Se siente por todos. Muchos se asustan y salen al exterior. La gente anda de forma inestable. Las ventanas, platos y objetos de vidrio se rompen. Los adornos, libros y otros objetos se caen de las estanterías. Los cuadros se desprenden de las paredes. Los muebles se mueven o vuelcan. Los revestimientos débiles y algunas construcciones, de tipo adobe, se agrietan. Las campanas pequeñas de iglesia suenan. Los árboles y arbustos son sacudidos visiblemente.
- VII. Resulta difícil mantenerse en pié. Se siente por los conductores. Los objetos suspendidos tiemblan. Los muebles se rompen. Se dañan los edificios de adobe, con formación de grietas. Las chimeneas débiles se rompen a ras del tejado. Caen del cielo ladrillos sueltos, rasos, piedras, tejas, cornisas y otros ornamentos arquitectónicos. Aparecen algunas grietas en edificios de construcción ordinaria, no preparados para resistir esfuerzos horizontales. se forman olas en los estanques. El agua se enturbia con el barro. Se producen pequeños corrimientos y hundimientos en arenas y montones de gravas. Las grandes campanas suenan. Los canales de cemento para regadío se dañan.
- VIII. La conducción de los coches se hace difícil. Se dañan los edificios ordinarios no preparados para resistir esfuerzos horizontales, con colapsos parciales en esos edificios. Se producen algunos daños en construcciones reforzadas, pero no calculadas especialmente para resistir esfuerzos laterales. No se dañan los buenos edificios proyectados para resistir esfuerzos laterales. Hay caída de estucado u de algunas paredes de mampostería. Giran y se caen chimeneas, rimeros de fabrica, monumentos, torres y depósitos elevados. La estructura de las casas se mueven sobre los cimientos, si no está sujeta. Se rompen las paredes y las ramas de los árboles. Se producen cambios en el caudal y temperatura de fuentes y pozos. Se forman grietas en el suelo húmedo y/o con pendientes fuertes.
- IX. Se produce pánico general. Las construcciones de adobe se destruyen. Los edificios ordinarios no reforzados se dañan seriamente, algunas veces con derrumbe total. En las buenas construcciones, pero no preparadas para resistir esfuerzos laterales, sufren daños importantes. Hay un daño generalizado en los cimientos. Las estructuras de almacén, si no están sujetas, se desplazan en sus cimientos. Se arruinan los armazones. Se producen daños serios en embalses. Se rompen las tuberías subterráneas. Se forman grietas en el suelo. En aluviales de arena y barro, aparecen fuentes y cráteres de arena.
- X. La mayoría de las construcciones y estructura de almacén se destruye con sus cimientos. Se destruyen algunos edificios bien contruidos en madera y puentes. Aparecen daños serios en presas, diques y terraplenes. Se producen grandes corrimientos de tierras. El agua rebasa las orillas de canales, ríos, lagos, etc.. La arena y el barro son desplazados horizontalmente en playas y tierras llanas. Los carriles se retuercen.

- XI. Los carriles se retuercen fuertemente. Las tuberías subterráneas quedan completamente fuera de servicio.
- XII. El daño es prácticamente total. Se desplazan grandes masas de rocas. Se forman nuevas visuales y líneas de nivel. Los objetos son proyectados al aire.

La Escala M.S.K., resumida por Yus Ramos y Rebollo Bueno (1994), se puede describir como sigue:

- I. Sacudidas no apreciadas por el hombre.
- II. Sacudidas apreciadas por algunas personas en reposo.
- III. Sacudidas apreciadas por algunas personas en el interior de las casas y de los pisos (apartamentos).
- IV. Sacudidas apreciadas por muchas personas en las casas y por algunas al aire libre. Los automóviles acusan las sacudidas. Los objetos colgados se balancean ligeramente.
- V. Es percibido en el interior de los edificios por la mayoría de las personas y por muchas en el exterior. Las que estaban durmiendo se despiertan. Algunos relojes de péndulo se paran.
- VI. Lo sienten la mayoría de las personas, tanto dentro como fuera de los edificios. Los muebles pesados pueden llegar a moverse. Las campanas pequeñas de torres y campanarios pueden sonar.
- VII. Pavor generalizado. Las paredes se agrietan. Daños leves en las construcciones recientes (con estructura metálica o de hormigón) y graves en las construcciones con muros de mampostería y e adobes. Se desploman chimeneas.
- VIII. Miedo y pánico en general. Las estatuas y monumentos se mueven y giran. Daños graves en las construcciones con muros de fábrica de ladrillo.
- IX. Pánico general. Caen monumentos y columnas. Se mueven los cimientos y se rompen las cañerías. Daños graves en las construcciones con estructura metálica o de hormigón.
- X. La mayoría de las construcciones quedan destruidas. Daños peligrosos en presas. Daños serios en puentes. Se tuercen los raíles de las vías férreas. El pavimento de las calles y el asfalto forman grandes ondulaciones.
- XI. Quedan destruidos los puentes y los diques. Hay considerables movimientos de terreno. No queda casi nada de las obras humanas.
- XII. Destrucción total. Cambios en la topografía. Montañas, valles y lagos pueden sufrir profundas modificaciones.

Otra escala de intensidades sísmicas muy simple, es la escala japonesa de Shindo, que recogen Harca y Bermejo (1996).

Consta de 8 grados, y se describe en la tabla 7.1.

GRADO DE INTENSIDAD	CRITERIO DE VALORACIÓN
0	No apreciado por las personas.
1	Sólo apreciado por personas descansando o especialmente sensibles
2	Apreciado por la mayoría de la gente. Las puertas se mueven.
3	Las casas se mueven. Las puertas y ventanas se sacuden. Las lámparas del techo se columpian.
4	Las casa se sacuden violentamente. Los objetos inestables se vuelcan. Los líquidos se derraman de los recipientes.
5	Aparecen grietas en las paredes. El pavimento se levanta.
6	Menos del 30% de los edificios se derrumban. Aparecen grietas en el suelo. La mayoría de la gente no puede seguir en pié.
7	Se destruye más del 30% de los edificios. Aparecen grandes fisuras en el suelo

Tabla 7.1  
Escala japonesa de Shindo, para medir intensidades de terremotos

Hay autores que establecen las siguientes relaciones (tabla 7.2) entre magnitudes, intensidades (según Mercalli), energía total liberada (en ergios) y aceleraciones de las partículas (en  $\text{cm/s}^2$ ):

Magnitud	Intensidad	Energía	Aceleración
3	03.0	$4 \times 10^{16}$	3
4	04.5	$1 \times 10^{18}$	10
5	06.0	$3 \times 10^{19}$	30
6	07.5	$8 \times 10^{20}$	100
7	09.0	$2 \times 10^{22}$	300
8	10.5	$6 \times 10^{23}$	1.000
9	12.0	$2 \times 10^{25}$	3.000

Tabla 7.2  
Relaciones entre diferentes valores sísmicos

Actualmente se usa, cada vez con más frecuencia, la escala diseñada por Kanamori y Hanks, para medir el tamaño de los terremotos. Se basa en el proceso que tiene lugar en el hipocentro de un sismo: el deslizamiento de los bloques a lo largo de una fractura.

La escala se fundamenta en el *momento sísmico*. Consiste en el tamaño del par de fuerzas que ha provocado la rotura de la falla, causante del terremoto.

El momento sísmico es igual al área de la superficie de rotura multiplicada por el desplazamiento medio de las rocas, a lo largo de dicha fractura, y por la rigidez de la roca.

La magnitud-momento ( $M$ ) es directamente proporcional al logaritmo del momento. Así, un terremoto de  $M = 7$  es 32 veces mayor que otro de  $M = 6$ , y mil veces mayor que otro de  $M = 5$ .

### 3. ÁRBOL DE PROBLEMAS ANTE CATÁSTROFES SÍSMICAS, EN ÁREAS HABITADAS.

Un *árbol de problemas* a causa de un terremoto, en áreas habitadas, se define como una radiografía estratificada, una estructura vertical interdependiente, con ramificaciones laterales, que describe y explica las causas, procesos y efectos, y que configura una situación última no deseada, en relación con un desastre sísmico, que en parte se podría haber evitado.

Este árbol de problemas se inicia con la identificación de las valoraciones generales que inciden en la concepción global de los daños globales. El conjunto de valoraciones generales concatenados conducirá, en definitiva, al problema principal. En consecuencia, se establece una jerarquización de problemas, que va armando el árbol, hasta llegar al problema principal, que se sitúa en su copa. El árbol obtenido permitirá determinar la prioridad de los distintos problemas detectados, que describe parcial o totalmente la calidad de vida del territorio. De esta manera, se identifica las causas que se quieren atacar, con un programa o proyecto de prevención y de contingencias, frente a terremotos.

En principio, el árbol de problemas estaría definido por cuatro estratos, que comprenden, cada uno, distintos niveles de síntesis. De base a techo habrían:

- Un estrato de las valoraciones iniciales de las repercusiones del terremoto.
- Un segundo estrato, que sintetiza a los de base.
- Un tercer estrato correspondiente a los factores que han evitado la minimización de los daños, evaluados en el estrato subyacente. En este estrato estarán, a un mismo nivel inferior, las causas desencadenantes de la maximización de los efectos del sismo en las obras del hombre y en el propio hombre. Y a niveles más superiores, la deducción de las causas generales de los daños finales evitables. Aquí se incluyen los responsables de precarias, o nulas, prevenciones y de deficientes ejecuciones de planes de contingencias.
- Y un cuarto estrato, que recoge las repercusiones en la calidad de vida para el hombre, de un territorio situado en área de significativo riesgo sísmico

Sirva el siguiente diseño de árbol de problemas:

El estrato base estaría constituido por cuatro problemas, en horizontal:

- valoración de las grandes pérdidas económicas,
- valoración de las pérdidas humanas,
- valoración de las incidencias en la salud,
- valoración de las incidencias en el ambiente.

El segundo estrato, con un sólo casillero de recopilación, hace una evaluación global de los resultados negativos, que se registran en el territorio, tras el paso de las vibraciones sísmicas.

El tercer estrato arranca de la evaluación global, y se desglosa en cinco ramas de factores, que explican las causas de la magnificación de la catástrofe. Las ramificaciones convergen en otras dos de síntesis. Este estrato, de derecha a izquierda, hace referencia a las siguientes circunstancias:

- a). A un desconocimiento y/o a un olvido de la Historia Sísmica de las áreas afectadas.
- b). A una ausencia de educación de comportamiento ciudadano, ante terremotos, por deficiencias de formación en el personal docente.
- c). A una ausencia de personal capacitado para enfrentarse a catástrofes sísmicas y para evitar desastres, con medidas preventivas.
- d). A desconocimiento de la información existente, de la región, referentes a las formaciones geológicas, a los procesos y efectos geológicos y a observaciones de geotécnica.
- e). Y a una ocupación inadecuada de suelos, para desarrollos urbanísticos, o de viviendas en general.

De la convergencia de las dos primeras causas, se deriva un comportamiento inadecuado de la población civil, ante terremotos, que provoquen daños.

De la interacción de las restantes causas, se obtiene la falta de una planificación correcta, en las áreas habitables por el hombre, respecto a la actividad sísmica. Y de aquí, se desprende otro problema, que se

formula en un casillero, en una posición más alta: la falta de una coordinación óptima, para la toma de decisiones:

- en el manejo de desarrollo en áreas habitadas, y
- en las actuaciones, frente a desastres sísmicos.

De las cabeceras de las dos ramas de convergencia, del estrato anterior, arranca el problema que se encuadra en el cuarto estrato. Éste se formula como una potencial pérdida de calidad de vida, en áreas habitadas de regiones sísmicas, frente a los terremotos.

#### 4. EJEMPLO DE UN TERREMOTO COMO ESCENARIO DE ARRANQUE PARA DISCUTIR PLANES DE PREVENCIÓN Y DE CONTINGENCIAS SÍSMICAS: EL SISMO DE CARIACO - CUMANÁ (ESTADO SUCRE, VENEZUELA), DEL 9 DE JULIO DE 1997.

En esta ejemplificación, se abordan los tres siguientes puntos:

- localización geográfica del terremoto,
- escenario geológico del terremoto, y
- caracterización del terremoto y ubicaciones y descripciones de las catástrofes y de otros efectos.

##### **a). Localización geográfica del terremoto.**

Para la profundidad focal del sismo (para el hipocentro), se midió unos 13.9 kilómetros. Su epicentro se cartografió con las siguientes coordenadas geográficas:

- latitud: 10° 36.4' N y
- longitud: 63° 25.9' W,

cerca de Casanay (Municipio de Andrés Eloy Blanco, Estado Sucre).

El terremoto fue sentido en las siguientes regiones venezolanas:

- Estado Sucre (esencialmente),
- Estado Monagas,
- Estado Anzoátegui,
- Estado Nueva Esparta, y
- Departamento Federal.

##### **b). Escenario geológico del terremoto.**

El terremoto de Cariaco - Cumaná, del 9-07-97, podrían enmarcarse:

- no sólo en la dinámica del borde neutro de la Placa Caribeña,
- sino también en una fase de aceleración de la actividad tectónica regional, en su conjunto, como induce a pensar la entrada en erupción el volcán de La Soufrière, en la Isla de Montserrat, que se sitúa en el límite subductivo de la placa litosférica implicada.

La Soufrière comenzó su actividad a finales de julio de 1997, y se comportó como un volcanismo de nube ardiente. Su periodo de máximo paroxismo comprendió desde el 1 al 6 de agosto de 1997.

Algo semejante aconteció con los movimientos sísmicos de Cumaná, del 14 de diciembre de 1797, pero en esta ocasión, el volcanismo que entró en actividad, el 29 de septiembre de ese año, se situó en la Isla de Guadalupe.

En el borde neutro que determinan las placas Caribeña y Sub-americana, se describen desgarres hacia el W en el labio meridional, o hacia el Este, en el labio septentrional, a través de fallas principales.

En el Oriente de Venezuela, tales fallas han formado la denominada Fosa de Cariaco. En el límite meridional, más oriental, de esta depresión tectónica, se cartografía la Falla de El Pilar, cuyo funcionamiento, según los mapas diseñados por González (julio de 1997), pudo causar los movimientos sísmicos del 9 -7 -97. La Falla de El Pilar pasa por la Ciudad de Cumaná, entre otras poblaciones.

La Fosa de Cariaco configura una deformación discontinua de la Corteza terrestre, compatible con bordes de no subducción ni constructivo, dentro del mosaico de placas litoféricas.

Hacia el Este, y también por los movimientos de falla, la Fosa de Cariaco tiene su cabecera en el Golfo de Cariaco y en las lagunas de Campoma (la más occidental) y de Bella Vista. A lo largo de estos ambientes, se cartografía la ya referida Falla de El Pilar. Las dos lagunas se comunican entre sí, y la de Campoma con el mar, como se ha verificado con la información que han proporcionado peces marcados. Ambas se encuentran colmatadas sedimentológicamente, con un nivel freático a ras de superficie, y con numerosos caños, y están junto a un ambiente marino de mareas de escaso rango. Se las pueden clasificar como albuferas.

El conjunto de fallas de la Fosa de Cariaco tiene, a grandes rasgos, la dirección E - W. Parte de la familia de fallas del margen septentrional se encuentran a la altura y pasan por la Isla de Margarita. Las fallas del otro margen ya tocan al continente, en sentido estricto. Entre ambos lados, se cartografía un umbral topográfico, que correspondería a un subbloque central levantado, probablemente delimitado por fallas inversas, sin excluir fallas verticales.

Esta fosa tectónica se formó, y sigue evolucionando, debido a que las fallas delimitantes tienen, aparte de un componente de desgarre, otro de hundimiento, propio de fallas normales. La causa del comportamiento parcial como fallas normales, por lo menos en uno de los lados de la deformación tectónica, hay que buscarla en la orientación del elipsoide de esfuerzos. En éste, la distensión, o el mínimo esfuerzo relativo, se localiza en la horizontal, o en una posición próxima.

En definitiva, y en el litoral de esta parte del continente, que se enfrenta a la Isla de Margarita, se cartografían una familia de fallas de desgarre, que buzan, a su vez, hacia el Norte, y que son responsables de una intensa actividad sísmica, con registros históricos.

A partir del Mapa de Neotectónica de Funvisis (1996), en el lado meridional de la Fosa, se identifican bastantes fracturas secundarias, que han funcionado, y funcionan, como netas fallas normales. Tales fallas secundarias:

- Están ligadas a la dinámica de las fallas que construyen la Fosa, de dirección E-W. Se comportan como superficies de asentamiento, tras los movimientos importantes.
- Y convergen con las fallas principales, de las que dependen. Las convergencias se encuentran arrastradas hacia el W.

Las anteriores convergencias, y sus arrastres indican que localmente, en este lado y altura de la Fosa, el desgarre de las fallas principales se dirige hacia el W.

En el caso del terremoto de Cariaco - Cumaná, del 9 - 7 - 1997, como en otras ocasiones, hay que pensar en la liberación de energía, que acontece cuando entran en funcionamiento las fallas de desgarre (las principales). Las réplicas de los sismos pueden corresponder:

- A los sucesivos pasos de la energía liberada, sobre la superficie de la Tierra, aunque cada vez más atenuada.
- A reajustes de los bloques de rocas, después de la liberación brusca de la energía.
- Y/o a las fallas de asentamiento.

Entre las 15: 25: 07.3 segundos (HLV) del 9-7-1997 y las 4.00 horas (M.T.), del día 17-7-1997, se registraron 1849 sismos. De ellos, el último importante ocurrió a las 07 horas, 52 segundos del día 17 de julio, con una magnitud de 3.5. El día 30-7- 97 se llegó a una magnitud de 4.6, con epicentro en la misma zona del sismo del 9-7-97). La frecuencia de los registros tuvo una caída exponencial (cada vez más distanciados).

Cuando se rebasa una cierta magnitud, en los registros post-terremoto principal, en lugar de réplicas, se podría jugar con dos hipótesis:

- que nuevamente funcionara la falla causante del terremoto inicial, o
- que otras de su familia empezaran a tener actividad.

En el segundo supuesto, no se podría descartar la posibilidad de que hubiera entrado en participación un proceso “simpatía”, que desencadenara la reactivación de otras fallas principales, de la familia de fracturas.

### c). Caracterización del terremoto y ubicaciones y descripciones de las catástrofes y de otros efectos.

El terremoto de Cariaco - Cumaná, del 9-7-97:

- liberó su energía a las 15 horas, 25 segundos y 07.3 segundos (hora local venezolana),
- tuvo una magnitud de 6.9, en la escala de Richter, y
- duró 16 segundos.

La magnitud se mantuvo en muchos “puntos” de una superficie casi elíptica, bordeante al epicentro, con un eje mayor de dirección ENE-WSW, prácticamente desde Casanay a Cumaná. Esta magnitud mantenida se deduce de las estimaciones de intensidades, por los efectos observados, y en las transformaciones de estas, en sus magnitudes equivalentes, mediante las expresiones empíricas, formuladas en su momento. En efecto, desde Casanay a Cumaná se tienen criterios para admitir intensidades de 9, en la Escala de Mercalli, en aquellas parcelas de la topografía más sensibles a los efectos de un terremoto, por las características del suelo, y de acuerdo con:

$$M = \frac{2}{3} I + 1$$

la magnitud sería de 7, que coincide significativamente con la calculada en las estaciones sísmicas, pero referente al hipocentro.

Los principales núcleos urbanos afectados, casi alineados en la dirección W - E, fueron, entre algunos otros:

- Casanay, a unos 15 kilómetros, hacia el E-ESE, del epicentro,
- Cariaco, a unos 7.5 kilómetros, hacia el SW, del epicentro,
- Muelle de Cariaco, a unos 18 kilómetros, hacia el SW, del epicentro
- San Antonio del Golfo, a unos 33 kilómetros, hacia el W-SW, del epicentro,
- Mariguitar, a unos 43 kilómetros, hacia el W-SW, del epicentro, y
- Cumaná, a unos 70.5 kilómetros, también hacia el W-SW, del epicentro.

En todos estos lugares, se pudieron describir:

- El paso de ondas por la superficie del suelo, con estimaciones, a “ojímetro”, de amplitudes de hasta unos 10 centímetros.
- Fracturas abiertas en el suelo, que podían rebasar los 80 centímetros, y a través de las cuales, en algunos casos, salieron lodos y alimentaron a nuevas surgencias de agua. Se midieron profundidades superiores a los 5 metros.

- Edificaciones dañadas, tanto en sus elementos básicos (cimientos, columnas, tabiques madres, etc.), como fracturas en paredes y desplomes parciales.
- Derrumbes totales, o parciales, de casas de una planta.

Los derrumbamientos de edificios de varias plantas, construidos con cimientos y columnas de hormigón armado, que atraparon y aplastaron a numerosas víctimas, ocasionando numerosos muertos, sólo ocurrieron en Cariaco y en Cumaná. En la primera ciudad, se afectaron dos centros escolares públicos, y en la segunda localidad, una torre básicamente de oficinas.

Además, en Cumaná, las instalaciones portuarias, incluidos espigones y muelles, se vieron seriamente dañadas.

Desde otro aspecto, hubieron fuertes cambios del terreno, en la intersección de la falla que se activó (Falla de El Pilar) con la topografía. Se pueden calificar como espectaculares el nuevo paisaje “ruinoso” que apareció en un punto muy concreto de este escenario, en Agua Caliente, a unos 10 kilómetros de Cariaco, y que se sitúa en el borde meridional de la Laguna de Buena Vista. El epicentro se estimó sólo a unos 11 kilómetros, hacia el NW de este “mirador”.

El escenario de Agua Caliente adquirió un aspecto geomorfológico de “ruinoso”. Dentro de su entorno, el cauce del Río Azul fue desviado.

## 5. LAS DEFORMACIONES DEL TERRENO POR SISMOS Y SUS EFECTOS GEOMORFOLÓGICOS Y GEOLÓGICOS EN GENERAL.

Las deformaciones que toman más identidad, con los movimientos sísmicos, son las discontinuas. Se podrían formar:

- fracturas menores y
- remociones del terreno, por el funcionamiento de las fallas causantes de la actividad sísmica.

En relación con las fracturas menores, éstas se clasifican:

- en diaclasas y
- en pequeñas fallas normales de “asentamiento”.

En las diaclasas, se pueden medir:

- rumbos,
- aberturas,
- desniveles a ambos lados de las fracturas,
- profundidades, y
- ubicaciones exactas (posicionamiento geográfico de las fracturas con un GPS).

Se admite que las diaclasas se originan por el paso de los diferentes trenes de ondas, sobre la superficie topográfica:

- por las Ondas L, y
- por las Ondas R.

En dependencia con la propagación de las Ondas L, las diaclasas describen arcos de circunferencia, cuyos centros coinciden con el epicentro.

La propagación de las Ondas R determinan radiales, respecto a las circunferencias de propagación. Si se prolongaran estas diaclasas, en la proyección ortogonal de la superficie topográfica, convergerían en el epicentro.

Las diaclasas formadas por las ondas superficiales, una vez que han sido observadas en un número adecuado, y conforme con un diseño estadístico de toma de medidas, dentro de una área significativa, se pueden representar estereográficamente, mediante:

- rumbos e
- inclinaciones de las fracturas.

Previamente, se deberán establecer los criterios sobre que inclinaciones se quieren representar, en relación con las diaclasas.

La representación estereográfica:

- discriminará los tipos de diaclasas que se forman con un terremoto,
- ubicará el epicentro, mediante criterios geométricos de las deformaciones discontinuas, observadas in situ, durante campañas de campo, de reconocimiento de los efectos de un terremoto,
- y verificará, en cierta manera, la localización del epicentro, obtenida, por otros cálculos, en las estaciones sismológicas.

Por los efectos del terremoto del 9 - 7 - 1997, se formaron numerosas diaclasas. Las observaciones:

- en la Ensenada de Guaracayal,
- en San Antonio del Golfo,
- en el Muelle de Cariaco,
- en el Cordón de Cariaco,
- en la Carretera de Carúpano, a pocos kilómetros de Cariaco, y
- en la Hacienda de Agua Caliente,

permitieron llegar a las siguientes caracterizaciones, independientemente del origen de las deformaciones:

- aberturas de hasta 80 centímetros,
- desniveles que superaron, en muchos casos, los 40 centímetros,
- profundidades que rebasaron los 5 metros, y
- un amplio abanico de rumbos.

En profundidad, las diaclasas pueden alcanzar a acuíferos, y explicar la aparición de surgencias "lineales", en la superficie topográfica. Supóngase la existencia de un acuífero confinado, por ejemplo, por una capa de caliche, en unas arenas, y que este acuífero, en su entorno geográfico, llegase a altitudes mayores que en el "punto" topográfico en consideración. Supóngase, además, que en ese "punto" apareció una diaclasa, que se desarrolla desde la superficie topográfica hasta el acuífero, perforando a la capa de caliche, que lo confina o que configura al nivel freático. El caliche se pudo haber formado a partir de precipitaciones ligadas a procesos de capilaridad, desde el propio acuífero. Por el gradiente de presión en el acuífero, entre el "punto" perforado y los tramos por encima de la altitud topográfica afectada, surge una fuente. Se daría un comportamiento análogo al de un pozo artesiano, regulado por la dinámica de los "vasos comunicantes".

Todo lo descrito sería válido para entender la aparición de la surgencia, en la barriada de El Cordón de Cariaco, a raíz del sismo del 9-7-1997. Aquí, la fractura, que controla a la fuente, dibuja un arco de circunferencia, según unas pautas geométricas en dependencia con el epicentro. Luego, esta fuente sería el efecto de una diaclasa, o de una familia de diaclasas, creada, o creadas, por la propagación de las Ondas L.

¿Cómo se resolverían los problemas de las inundaciones, desde esta surgencia, en parte de la barriada?. Si la anterior hipótesis fuese cierta, el secado de la fuente, que determina las inundaciones, se obtendría construyendo y explotando, adecuadamente, un pozo, que llegara al acuífero confinado, en las cercanías de la población. La explotación acuífera sería responsable de la aparición de un descenso del nivel

piezométrico, dentro de este escenario geográfico. El descenso haría que bajara el nivel piezométrico local. Cuando este descendiera, por debajo de la superficie topográfica, se secaría la surgencia provocada por la fractura.

Las cartografías de las distribuciones de las diaclasas, originadas por los terremotos, van a permitir calificaciones de los suelos, conforme a sus susceptibilidades de respuestas ante temblores.

Estas susceptibilidades tendrán sus causas, sus condicionantes y sus dependencias:

- en las magnitudes e intensidades de los sismos, y
- en las caracterizaciones de los terrenos (suelos de materiales de relleno, suelos sedimentarios compactados, suelos sedimentarios blandos, afloramientos metamórficos, etc.).

Y todo esto tendrá sumo interés:

- en las calificaciones y clasificaciones del suelo, para determinados usos, incluyendo los urbanísticos,
- y en las especificaciones que tendrán las instalaciones, inherentes a tales usos, según las susceptibilidades de las respuestas ante los sismos.

También, con este sismo del 9-7-1997, apareció una fractura bastante rectilínea, en tierra emergida, desde el W de Villa Frontado (Muelle de Cariaco) hasta un poco más allá de Las Varas, a lo largo de unos 35 km., con un rumbo muy próximo a la dirección E-W, concretamente de dirección NEE-SWW. ¿Se continúa a través del Golfo de Cariaco, debajo de las aguas, hacia el E?. La fractura se abrió, en promedio, unos 35 centímetros. La abertura podría ser coherente con una componente de comportamiento de "falla normal", que no excluiría a otro comportamiento simultáneo de "falla de desgarre".

Esta deformación:

- por su longitud,
- por no ceñirse a pautas de arcos de circunferencia, y
- por no pasar directamente, o en prolongación, a través del epicentro,

define a la intersección de una superficie de falla con la topografía, y no una simple diaclasa, formada por la respuesta del "suelo" al paso de las ondas sísmicas.

En el último de los supuestos, y si no se le da la debida interpretación a la longitud, pero conforme con el posicionamiento del epicentro, la fractura hubiera presentado:

- una configuración arqueada (un arco de circunferencia E - S - W), en relación con la propagación de las ondas R,
- o una orientación radial, a partir del centro radiante de la energía (al N de Chamariana), pero no como una secante-tangente a las propagaciones concéntricas de la energía principal liberada.

Si se identifica a esta fractura con una falla, cabe jugar con dos alternativas:

- que sea la intersección de la superficie de falla, donde se situó el hipocentro del terremoto principal, con la topografía, o
- que represente, asimismo, a otra intersección de una superficie de falla con la topografía, pero de desplazamiento por "simpatía", respecto a la falla que originó el sismo significativo.

Si se consulta el Mapa de Neotectónica de Funvisis de 1996, la fractura coincide con la activa Falla de El Pilar. Por otra parte, se detectó tras el terremoto principal, y no después de uno de réplica, de los de magnitud importante. De aquí que se acepte, en una primera aproximación, que representa el primer supuesto.

Como el epicentro se sitúa al Norte y dista unos 7.5 kilómetros de esta intersección, en un mapa planimétrico, de proyección ortogonal, se deduce que la falla, causante del terremoto, buza unos 62° hacia el Norte.

Si se sitúa el buzamiento estimado en un elipsoide de esfuerzos, se explica una deformación discontinua, en esta parte de la corteza, según una distensión en la horizontal, hecho que resulta coherente:

- con el hecho de que la Falla de El Pilar contenga una componente de “falla normal”,
- y con la formación de una fosa tectónica (la Fosa de Cariaco, con su cabecera, el Golfo de Cariaco). Esta doble depresión topográfica (Fosa y Golfo) se describe en el epígrafe del escenario geológico del terremoto.

El comportamiento de “falla normal” tiene sentido en un límite activo de una fosa tectónica (en el límite meridional de la Fosa de Cariaco), dentro de un borde de movimientos de desgarre, a grandes rasgos, de la Placa del Caribe.

Otro efecto geotectónico, muy significativo, de este terremoto, podría haber sido, o ha sido, la expansión de la Fosa de Cariaco. La entrada en funcionamiento de fallas, con sus componentes de desplazamientos de los bloques hundidos, sobre las superficies de fracturas, implican, necesariamente, esta extensión. Pero para medir la cuantía de esta extensión, se precisa de sensores muy sofisticados, acoplados a teledetectores. Para el terremoto del 9-7-1997, se ha hablado que la Fosa de Cariaco sufrió una extensión de unos 40 centímetros (?).

El conjunto de deformaciones discutidas, y las que se produjeran, en general, con un terremoto, se podrían estudiar con una metodología procedimental, ajustada a un programa de software, donde:

1. Como “input” se introdujeran:

- las medidas de campo de las deformaciones (de las caracterizaciones de las diaclasas y de las de cualquier tipo de fracturas), y
- las caracterizaciones del terreno y del subsuelo (como el de los acuíferos).

2. Como “out” se obtuvieran:

- las diferentes modalidades de fracturas, con sus interpretaciones,
- las deducciones de sus posibles efectos, conforme con mapas geológicos, hidrológicos, geomorfológicos y geotécnicos, y
- la localización del epicentro.

Es decir, con la computadora, se obtendría una cartografía:

- de diaclasas de las Ondas L,
- de las diaclasas de las Ondas R,
- de las intersecciones de fallas con la topografía (de la causante del sismo, de las “simpatía y las de asentamiento),
- en donde se identificaría el epicentro, en función de las deformaciones, que deberá estar en coherencia con la identificación dada por las estaciones sísmicas.

- y de los posibles efectos geológicos, en sentido amplio, esperados, a considerar en el usufructo del territorio.

En definitiva, se llegaría a un mapa de neotectónica, con efectos en geomorfología y en hidrología, en detalle, que describiría los acontecimientos geofísicos frente a un terremoto determinado. A este tipo de cartografía se le podría denominar "*mapas históricos detallados de neotectónica ambiental*"

## 6. LOS PLANES DE PREVENCIÓN DE RIESGOS POR SISMOS.

En áreas de inminente actividad sísmica, deben existir Planes de Actuación (Planes de contingencia) que estén diseñados de tal forma:

- que unifique a todos los responsables de la seguridad ciudadana,
- que estén coordinados entre sí, y con una dirección unificada,
- que estén en constante estado de alerta, incluso tras largos periodos de tranquilidad,
- que tengan disponibles todos los medios necesarios para dar respuesta ante un suceso de estas características, de manera inmediata.

La coordinación directiva (el Comité de catástrofes) estará precisada de forma previa, y recogida en documentos, al igual que toda la planificación de la respuesta, que funcionará fácilmente y en cascada. Se evitarán las interferencias en las funciones, que puedan crear conflictos de competencia e intereses entre los diferentes organismos (civiles o militares), implicados en la organización de las respuestas. Las interferencias darían lugar a deficiencias y retrasos en el cumplimiento de los Planes.

Los diferentes niveles de respuestas, las coordinaciones y las pautas de actuación deben estar perfectamente elaboradas, escritas, conocidas y ensayadas.

Se desarrollarán:

- los planes integrales de emergencia, y
- los planes de prevención, educativos e informativos.

Profesionales en Geología y en Sismología participarán en los estudios de ordenación, planificación y manejo de los escenarios habitados, especialmente los urbanos. Las nuevas permisologías se ajustarán necesariamente a estos estudios.

Asimismo, representantes sanitarios, con formación en medicina de urgencias y catástrofes, participarán en la elaboración de estos planes, ya que estos profesionales serán los directamente implicados en la atención de las víctimas.

Se tendrán debidamente localizados a expertos en estructuras colapsadas y de espacios bloqueados, así como a los equipos apropiados (perforadoras, excavadoras, retroexcavadoras, medios ultrasensibles de detección de víctimas y de cadáveres, etc.). Las disponibilidades de estos expertos, con sus equipos, entrarían en operatividad en tiempos mínimos. Se tendrán localizados a los responsables y equipos sanitarios de actuación en catástrofes.

Se diseñarán cartografías de probables grados de siniestros (mapas de riesgos), conforme con las características geológicas del terreno, que recojan las diferentes sensibilidades ante los efectos sísmicos. Según este diseño, se configurarán los planes de contingencia. En esta cartografía se indicará aquellas zonas de bajo riesgo, que puedan resultar útiles desde el punto de vista sanitario.

Las cartografías morfodinámicas y de geotectónica pueden ser muy valiosas. En éstas, estarían recogidas los distintos grados de compactación del suelo y los sectores de material de relleno (muy susceptibles a la resonancia con las vibraciones sísmicas). De esta manera, se obtiene la parcelación de un territorio, conforme con unas características morfodinámicas dadas, que sirve de herramienta para delimitar unidades de usos, válidas para usufructuar el suelo de forma sustentable, o para los intereses del hombre.

Con estas cartografías, se llega a mapas:

- de macrozonificación, y
- de microzonificación sísmica,

en relación a la susceptibilidades de respuestas, ante el paso de las vibraciones.

Por ejemplo, no responderán de la misma manera:

- suelos de materiales de relleno,
- suelos de rocas sedimentarias compactadas,
- suelos de laderas inestables,
- suelos de afloramientos metamórficos,
- suelos con niveles freáticos casi superficiales,
- etc..

Un mapa de microzonificación podrá servir de apoyo:

- Para diseñar zonas con distintos grados de riesgos. Se preverán las zonas más sensibles a daños en las redes eléctricas y en las conducciones de agua (acueductos, tuberías madres, muros de presas, etc.). Los planes de emergencia tenderán a restablecer, con suma rapidez, los suministros de electricidad y de agua.
- Para formular propuestas de prevenciones de daños y de planes de vigilancia, en áreas con ocupaciones edificatorias.
- Y para seleccionar, en lo posible, los terrenos a urbanizar, o a edificar en general. Tendrán preferencia los suelos de rocas rígidas, para que disminuyan al máximo los procesos de resonancia. Esta medida, de adecuado uso del territorio, de acuerdo con sus características, supuestamente estaría reflejada en la ordenación del territorio.

Normalmente el incumplimiento de las medidas legales preventivas de riesgos de siniestros en construcciones, dan lugar a sanciones judiciales. Puede suceder que en un área de riesgo sísmico se construya sin las medidas preventivas adecuadas y que no aparezcan sismos hasta después del tiempo en que prescriba la responsabilidad de los técnicos, en la obra en cuestión, de acuerdo con las legislaciones de ciertos países. Si con ese posterior movimiento sísmico se produjera una catástrofe con pérdidas de vidas humanas, en parte a causa de no haberse contemplado las medidas técnicas preventivas, los ejecutores de la obra civil podrán no tener responsabilidad penal alguna, pero no se librarán de una "Ley de la conciencia", que le castigará por una especie de remordimiento al no haber actuado debidamente, quizás por dejarse influir por unas circunstancias de corrupción.

Se dispondrán de los mecanismos administrativos necesarios para que equipos de expertos planifiquen reconstrucciones, conforme con la llegada de inventarios y diagnósticos. De esta manera, disminuirían, en buena medida, la ansiedad e incertidumbre entre los potenciales damnificados. Esto debe hacerse extensivo a expertos sanitarios en catástrofes, para realizar estudios del número de víctimas, tipos de lesiones y medidas preventivas. Además, ayudarán a planificar la prevención con los estudios epidémicos oportunos de enfermedades infectocontagiosas, según la zona.

Se desarrollarán, en todos los niveles escolares, cursos:

- sobre la historia sísmica de la región en cuestión, y
- sobre el comportamiento ciudadano cuando acontezcan terremotos significativos.

En la fase posterior a la catástrofe, durante la vuelta a la normalidad, se realizará el análisis completo de lo acontecido, incluyendo los aspectos sanitarios, para evaluar los posibles puntos débiles.

Un punto a tener en cuenta es la evaluación:

- del número y tipo de víctimas que se hayan producido y,
- de los medios que fueron necesarios para una correcta atención.

De esta manera se podrá evaluar las necesidades en caso de un nuevo suceso de similares o parecidas características o modificar la respuesta sanitaria (ya sea en logística, personal o medios).

Esta evaluación posterior resulta de gran utilidad a la hora de rediseñar medidas preventivas antes de la catástrofe y durante la misma, referentes:

- a la adecuada colaboración y comportamiento de la población, de voluntarios y de los equipos y
- a las medidas preventivas a poner en marcha, o suprimir, por ejemplo algún tipo de vacunación, modificación de medidas higiénicas y otras.

Otro conjunto de consideraciones y de medidas generales de prevención, serían:

1. Urbanizar con viviendas de pocas plantas, que dejen calles amplias. Los centros de las calles deben quedar fuera del radio de acción de los posibles desplomes de las edificaciones.

Las viviendas se construirían, preferentemente, con materiales flexibles al paso de las ondas, y livianos y fácilmente mantenibles en suspensión ante posibles derrumbes.

En el área del Caribe, concretamente en el Estado Sucre (Venezuela) dan buenos resultados las viviendas de tipo "bahareque". En estas edificaciones se emplean:

- columnas y vigas de mangle,
- tabiques formados por una doble empalizada de caña, con relleno de barro y paja, y revestidos por frisos de cemento o por encalamiento,
- y, normalmente, con cubiertas de láminas de cinc.

Los frisos y/o los encalamientos evitarían los problemas de "nidación" de insectos, como los mosquitos (zancudos) transmisores de enfermedades tales como la fiebre amarilla.

2. Tener presente las normas sismorresistentes en las edificaciones a construir y en el mantenimiento de las ya existentes. Ejemplos:

- Las edificaciones deberán estar preparadas para ser resistentes y flexibles, a la vez, al paso de las ondas que impliquen aceleraciones del terreno y que superen varias veces la de la gravedad. De igual modo, las grandes torres han de estar lo suficientemente separadas entre sí para evitar que colisionen cuando comiencen a oscilar con el sismo.

La rigidez hace que los edificios se comporten como unidades independientes del suelo, durante las vibraciones. Una rigidez adicional se consigue reforzando los muros con contrafuertes de acero. La flexibilidad permite que se absorban las vibraciones del suelo y que los edificios puedan oscilar, sin que se derrumben. La flexibilidad se consigue mediante la instalación de cimientos especiales, como los basados en el empleo del caucho.

- Emplear materiales ligeros en los tejados.
- Evitar las fachadas revestidas de cristales y espejos. Estos materiales sólo se emplearán en las ventanas y puertas.
- Procurar que los elementos arquitectónicos de madera estén impermeabilizados y aplicarles un revestimiento que evite la acción de la carcoma.

- Poner juntas flexibles en las tomas de las conducciones del agua y del gas, de manera que aguanten una sacudida sin romperse.
  - Controlar el estado de los elementos arquitectónicos que primero se desprenden en las sacudidas sísmicas: chimeneas, aleros, pretilos, etc.. Estos estarán fijados a elementos estructurales “sólidos”.
- Asegurar físicamente los elementos ornamentales que tengan las edificaciones.
3. Revisar las estructuras de las viviendas ya existentes. Las que estén degradadas, se revisarían por técnicos.
  4. Cumplir las exigencias de la existencia de escaleras externas de emergencia, en las edificaciones que rebasen un número determinado de plantas, para que puedan realizarse eficientes evacuaciones.
  5. Considerar prevenciones “domésticas”. Por ejemplo:
    - Colocar bandas elásticas en las estanterías que lo precisen, para evitar la caída de objetos.
    - Fijar bien aquellos objetos que pueden caerse, y en especial, los que se rompieran (botellas, espejos, lámparas, televisores, etc.).
    - Sujetar a las paredes los muebles, armarios, bibliotecas, estantes, etc..
    - Situar en posiciones bajas los objetos pesados.
    - Tener a punto botiquines para primeros auxilios, extintores, linternas, radios de pilas, pilas, silbatos, mantas, etc..
    - Tener algunas provisiones guardadas en un lugar fijo, de bajo riesgo, conocido por todos, y de fácil acceso.
  6. Tener seleccionados los lugares de ubicación de carpas para reunir a las víctimas e iniciar la atención sanitaria urgente, clasificación y evacuación. Estos lugares serán conocidos por la población y se tratará, en lo posible, de que estén cercanos a vías de comunicación (carreteras, caminos) o a superficies llanas y despejadas (helisuperficies).
  7. Tener previstos, preparados e inventariados los materiales necesarios para dar respuesta a las necesidades sanitarias derivadas de la catástrofe: carpas hospitalarias de campaña, tarjetas de identificación (METAG), material de movilización e inmovilización (camillas, tablillas, collarines cervicales, etc.), así como fluidos y material fungible, material quirúrgico, y otros.
  8. Diseñar planes de transporte de víctimas desde el lugar donde se encuentren hasta el puesto médico avanzado - triage, y el sistema de evacuación de las mismas hacia los lugares definitivos de atención (zonas indemnes). Esto es, tener prevista la puesta en marcha y la forma de las norias de rescate y evacuación.
  9. Comprender que los hospitales y otros centros sanitarios son muy vulnerables a los efectos devastadores de los terremotos. Por ello, por una parte, dichos centros contarán con planes propios, aunque coordinados, de actuación ante catástrofe interna (planes de evacuación). Se tendrá en cuenta que la interrupción de la electricidad y del agua supone, dentro de un centro hospitalario, y aunque su estructura no se vea afectada, la interrupción del funcionamiento de múltiples equipos vitales (quirófanos, unidades de terapia intensiva, radiología, diálisis, laboratorios, etc.).

De aquí que deban estar previstos los centros a los que serán evacuadas las víctimas. Estos serán aquellos centros sanitarios que se encuentren en las zonas de bajo riesgo. Se establecerán, previo a la catástrofe, las formas de colaboración y de actuación ante tales contingencias.

El sistema de atención sanitaria a la urgencia del país o de la región estará formado en materia de Medicina de Catástrofes. El inicio de su actuación será inmediato y coordinado con los otros intervinientes. La concurrencia de ambos hechos harán que disminuya el número de víctimas mortales. Algunos autores señalan, al analizar el terremoto de 1980 en Italia, que se podría haber salvado la vida del 25-50% de las víctimas que agonizaban con lentitud, si se hubiera realizado un auxilio inmediato.

Para reducir la mortalidad en un terremoto es esencial localizar y evacuar apropiadamente a las víctimas en los dos primeros días del siniestro. Se comprueba que la mayor parte de la demanda de atención médica ocurre en las primeras 24 horas.

En este contexto resulta importante señalar la necesidad de tener previstas las respuestas y sus tipos, ya que la ayuda que llega varios días después es demasiado tardía para colaborar en la etapa de urgencia.

Se tendrá en cuenta que en la mayoría de las catástrofes naturales:

- que el riesgo de epidemias es mínimo,
- que las campañas de vacunación masiva, sin fundamento, son inapropiadas y
- que casi nunca deben implementarse programas de inmunización masiva.

La patología infecciosa más frecuente está causada por contaminación fecal del agua y por diseminación respiratoria (sarampión).

## 7. LOS PLANES DE CONTINGENCIAS ANTE TERREMOTOS.

Se entiende por planes de contingencias al conjunto de medidas mitigantes de impactos negativos, a gran escala, de graves consecuencias tanto ambientales como para la salud, con posibles fuertes repercusiones socioeconómicas, producidas por la materialización de riesgos, aparentemente muy controlados. En definitiva, consiste en medidas a tomar, previstas y adecuadas, a tomar, que disminuyan, en la medida de lo posible, los impactos negativos, en un medio natural o en un medio ambiente.

Estos planes se referirán a teóricos riesgos estadísticos, de baja probabilidad de presentación, por las medidas de seguridad de las instalaciones implicadas, pero que no quita que puedan ocurrir en un momento dado por fallos mecánicos imprevistos, o por errores humanos.

No se trata de la mitigación de los impactos negativos habituales, que llevan implícitos la realización de determinadas actuaciones del hombre, por la realización de proyectos de desarrollo sustentables o no.

Los planes de contingencia serán propios:

- de los tipos de accidentes, y
- de los entornos que se puedan ver afectados.

En relación con los terremotos, se deben diseñar dos tipos de planes de contingencia:

- planes de contingencia a nivel doméstico, y
- planes de contingencia a nivel de comunidad.

Ambos, tendrán dos fases:

- una, durante la fase crítica, y
- otra, posterior a ésta fase.

### **1. Planes domésticos de contingencia.**

Estos planes domésticos recogerán las siguientes recomendaciones:

Durante el terremoto, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- Cerrar las llaves del gas.
- En el caso de salidas bloqueadas, buscar refugio debajo de mesas o camas, para protegerse de la caída de objetos.
- Alejarse de muros exteriores, de ventanas y de balcones.

Después el terremoto:

- Salir ordenadamente a través de las escaleras de emergencia. No utilizar nunca el ascensor, para evitar quedar atrapados.
- No utilizar velas
- Buscar un lugar despejado y retirado de las edificaciones.
- Tener cuidado con los cables eléctricos caídos y con los objetos en contacto con ellos. Se especificará la forma de actuar ante un accidente de este tipo.

## **2. Planes de contingencia a nivel de comunidad.**

Durante la fase crítica los planes de contingencia se basarán en los siguientes puntos:

1. Los aparatos de medida, de las estaciones locales de recepción de datos, estarán siempre alimentadas, de forma constante, por plantas eléctricas autónomas. De esta manera:
  - no afectarían, en la operatividad de los aparatos de registro, las previsibles caídas de tensión de la red eléctrica general, cosa que suele ocurrir con los terremotos, y
  - se obtendrán lecturas reales de magnitudes de los sismos.

En función de la lectura de estas magnitudes, y de la distancia del epicentro, se activará la opción adecuada de los planes de contingencia. Si falla la estimación de la magnitud, los posibles daños se alejarán de la realidad, y las medidas de auxilio que se tomaran, podrían ser desproporcionadas en uno u otro sentido.

Cuando fallan las estimaciones de las magnitudes, éstas procederán del exterior, con todos los retardos que de ello se deriva. Los planes de contingencia se deben caracterizar por su rapidez (por su inmediata aplicación).

Con la activación apropiada de los planes de contingencia, en relación con la magnitud registrada, no sólo se beneficiarán las zonas próximas a la estación, sino también las áreas rurales, relativamente "alejadas", que suelen ser olvidadas, a pesar de estar habitadas. Ante una magnitud media - alta, por ejemplo de 6.9 (terremoto de Cariaco - Cumaná del 9 - 7 - 1997), los planes de contingencia tendrían que prever la búsqueda y auxilio de posibles afectados en caseríos aislados, en medio del campo.

2. La capacidad de recogida de datos de las estaciones será proporcional a la probabilidad de presentación de terremotos de una magnitud determinada, por exceso, a nivel "regional". Por ejemplo, en el entorno de Canarias, son suficiente estaciones que registren magnitudes bajas - medias, ya que lo que cabría esperar serían microsismos, en relación con actividades volcánicas. Sin embargo, a lo largo del litoral venezolano, que coincide significativamente con un borde de placa, cabe la posibilidad de que se produzcan terremotos de magnitudes medias-altas. Esto no daría sentido a la instalación de estaciones que sólo recogieran magnitudes bajas-medias.

Si la estación quedara bloqueada, los planes de contingencia no se beneficiarían de la disponibilidad de estaciones de registros, dentro del territorio afectado, con todas las moralejas que se dedujeron en el apartado anterior.

3. Se tomarán las medidas necesarias para una óptima operatividad de hospitales y clínicas.

4. Entrarán en acción patrullas especializadas:

- en la clasificación de los lesionados dispersos,
- en la recogida de estos y en su transporte a los centros de primeros auxilios, conforme a la prioridad que otorgue la anterior clasificación,
- en la señalización de las zonas rojas, naranjas y verdes, y
- en balizamiento y seguridad.

Cuando la catástrofe se ha producido, desde el punto de vista de seguridad de las personas y para facilitar el trabajo de los equipos, así como para la circulación de los medios de transporte y evacuaciones, es importante realizar la señalización de las zonas de riesgo alto (roja), de posible expansión del riesgo y, por lo tanto, insegura (naranja) y de libre circulación (verde). Al mismo tiempo, con esta señalizaciones, se evita que el número de víctimas se vea incrementado.

La zona roja no será transitada por personas ajenas a los auxilios. Se podrá salir pero no entrar. La zona naranja tendrá una circulación controlada y la zona verde será de libre acceso y circulación.

Estas zonas deben contar con una balización previamente preparada y con equipos de seguridad que hagan que la población las respete.

5. Habrán movilizaciones eficaces de las ambulancias disponibles, teniendo presente posibles situaciones de bloqueo (obstaculización en los estacionamientos y/o durante el tráfico).

6. Se instalará uno o más puestos médicos avanzados, que estarán en función del alcance de la zona afectada. La estructura de estos puestos estará bien delimitada y serán similares en cuanto a su funcionamiento y distribución. Contarán con un espacio dedicado a la colocación de los cadáveres, a las zonas de atención médica y a la zona de albergue para las personas indemnes.

Los puestos médicos avanzados tendrán:

- un personal para la atención y
- un director de operaciones, que controlará todas las necesidades que vayan surgiendo para poder demandar nuevos refuerzos materiales o de personas.

El director estará en contacto con el comité de catástrofes y con la coordinación del sistema sanitario. Controlará, asimismo, el desarrollo de las operaciones de su incumbencia.

Todas las víctimas, indemnes o no, pasarán por estos puestos para ser clasificadas, identificadas y cuantificadas.

7. Estarán a punto previsiones que aseguren medidas de efectividad en el transporte público eficaz de superficie, que atiendan las necesidades de desplazamiento de los habitantes en general, que se encuentren alejados de sus domicilios, y de los heridos leves en particular.

8. Se harán acordonamientos de seguridad sanitaria en torno a escombros con cadáveres, para evitar la propagación de focos de epidemias.

Así mismo, se establecerán cinturones de riesgos sanitarios, en zonas periféricas a las de inseguridad sanitaria. Los habitantes y transeúntes de estos cinturones serán debidamente vacunados. Así se evitarán focos epidémicos. Lo anterior requiere que se disponga de los suficientes bancos de vacunas (antitetánica, antitifoidea y otras), según:

- los riesgos definidos, detectados previamente. y
- los lugares de albergue.

9. Entrarán en funcionamiento sistemas ágiles de reparto de ayuda a damnificados, eliminando posibles trabas burocráticas, que pudieran bloquear la distribución de las ayudas.

10. Ante una ausencia de pánico de salida generalizada, no se fomentará la sicosis de nerviosismo en la población, por las autoridades, mediante la imposición de medidas de aislamiento. Al efecto, los aeropuertos permanecerán abiertos, si las condiciones físicas lo permiten, y no se cerrarán para tenerlos reservados exclusivamente para operaciones de ayuda-salvamento y recepción y salida de autoridades.

El tráfico aéreo comercial y el de ayuda-salvamento pueden ser totalmente compatibles.

11. Los medios de comunicación evitarán el sensacionalismo, y no darán falsas alarmas a una comunidad alterada. Sea el caso de anunciar sensaciones directas de pánico, por situaciones infundadas y no verificadas, que padezcan los comunicadores (por ejemplo, sea el supuesto de informar que se está percibiendo un nuevo temblor y de que los comunicadores abandonen precipitadamente sus puestos, cuando en realidad, lo que sucedía era sólo la percepción de un ruido, a causa de la caída accidental de un objeto, cerca de los estudios).

En este sentido, se evitará también difundir “discursos equívocos”, con tintes de alarmismo, señalando causas inciertas de los sismos (?), con nuevas predicciones catastróficas a corto plazo, por pretendidos expertos.

En general, se planteará una estrategia para controlar a los medios de comunicación y a las informaciones vertidas. Se emitirán informes periódicos que emanarán directamente del comité de catástrofes, para evitar alarmismos infundados, aumento del pánico y falsas noticias.

#### Tras la fase crítica.

Los objetivos de esta fase pretenderán la normalización y la restauración. Para ello, se cubrirían los siguientes aspectos:

1. Prevención de “puentes” efectivos:
  - de agua potable, por camiones cisternas,
  - de suministros de alimentos,
  - de medicinas,
  - de carpas, y
  - de recursos humanos (sanitarios, técnicos y policiales, entre otros).
2. Restablecimiento, lo más inmediatamente posible, de las comunicaciones terrestres, entre los núcleos poblacionales aislados, por unidades especializadas, como pueden ser las de zapadores del ejército.
3. Catalogación, por equipos al efecto, de las edificaciones y estructuras afectadas, con sus correspondientes certificaciones, para que, después de revisiones técnicas, se adopten las medidas oportunas (derruir las, reforzarlas o, simplemente, reutilizarlas).
4. En las reconstrucciones urbanas, después de un sismo, se tendrán presente:
  - por una parte, que las nuevas edificaciones ocupen los suelos más apropiados respecto a las respuestas que se han obtenido frente al sismo devastador (de acuerdo con una Geotecnia empírica),
  - y por otra parte, los sentimientos de “amor al terruño”, de muchos habitantes: que sus nuevas casas se hagan donde estaban sus hogares de origen, aunque técnicamente mejor preparadas para soportar posibles nuevas vibraciones sísmicas.

La rapidez de las nuevas reubicaciones definitivas dependerán:

- de estudios previos del suelo,

- de los análisis de cómo han respondido las estructuras edificatorias del lugar, ante el sismo en cuestión, y
- quizás de lo más importante: de las disponibilidades económicas.

Pero además de admitir las anteriores premisas, la rapidez está condicionada por la voluntad política de las autoridades y por la agilidad de los gestores.

- mapas de áreas de desarrollo, y
- mapas de áreas de no desarrollo.

Más correctamente, los mapas de usos y recomendaciones deben generarse de un conjunto de mapas temáticos.

Las propuestas de usos y recomendaciones son útiles cuando dan lugar a un documento:

- susceptible de ser asumido por la Administración, y
- que represente una alternativa real a la situación actual.

Todo esto no significa que los usos y recomendaciones tengan que ajustarse a una planificación legal al uso. En este sentido, tendrían una cierta dosis de crítica, respecto a las leyes y normas vigentes.

## 2. LOS MAPAS TEMÁTICOS.

Los mapas descriptivos, en principio, abarcarían las siguientes temáticas:

- Zonas y límites significativos, de acuerdo con textos legales (Ley de Costas, del Suelo, Ley de Conservación de Espacios Naturales, etc.).
- Clinometría.
- Caracterización topográfica del relieve, como respuestas a intervenciones antrópicas.
- Morfodinámica.
- Flora y fauna.
- Microclimatología.
- Hidrología.
- Infraestructuras, invariantes y núcleos de servicios en general (equipamientos).
- Paisaje.
- Delimitación de unidades ambientales.
- Yacimientos arqueológicos y patrimonio arquitectónico-histórico.
- Recursos potenciales en general.
- Utilización del territorio. Incluye la distribución de las densidades de usos.
- Tejido (o estructura) agrícola.
- Demografía.
- Tipología edificatoria del hábitat humano.
- Tipologías edificatorias agropecuarias y de naves industriales.
- Impactos en general, con sus áreas de influencia.
- Calidades naturales y medio-ambientales.

Este inventario es muy genérico, y no queda agotado. En realidad, se hará una selección de los mismos, y/o se introducirán otros, de forma tal que el conjunto de mapas permita la obtención de un estudio. En consecuencia, el inventario estará matizado por su escenario geográfico, y tenderá a describir el realismo ambiental, político y económico.

Las escalas de las distintas variables que se utilicen deben ser óptimas para la toma de decisiones, conforme con las categorías de las soluciones.

Algunos de los epígrafes reseñados quizás precisen ciertas aclaraciones, en relación con sus contenidos y manera de cartografiarlos. Al efecto, se desarrollan los siguientes sub-apartados:

### **Zonas y límites significativos, de acuerdo con textos legales:**

Conforme con la Ley española de Costas (Ley 22/1988, de 28 de julio, BOE del 29 de julio, páginas 23368 - 23401), se establecen las siguientes zonas y límites:

## 1. Zonas de dominio público.

Tienen las implicaciones legales de llevar la calificación de “dominio público”. Se pueden individualizar, en la cartografía, seis tipos de escenarios principales, aparte de otros:

### - El mar territorial.

### - Las aguas interiores.

Estas aguas son las que se delimitan mediante poligonales, trazadas desde extremos de promontorios.

La zona comprende su lecho y subsuelo.

### - Los islotes e islas menores.

Estas porciones de terrenos son las que se encuentran en mares territoriales, aguas interiores, o en los ríos, hasta donde se sientan las mareas.

En la cartografía de esta zona “insular”, se deben diferenciar aquellas islas, o islotes, que no participan del dominio público (las de propiedad particular, o de entidades públicas, o los territorios que procedan de la desmembración de estos espacios).

Sin embargo, en la cartografía de los islotes e islas, de propiedad privada, se indicarían y delimitarían los sectores de dominio público, como son sus posibles fachadas acantiladas subverticales, playas y otros ambientes marino-terrestres.

### - Zona marítimo-terrestre de la ribera del mar y de las rías.

Abarca el espacio comprendido entre la línea de bajamar escorada, o máxima viva equinoccial, y el límite hasta donde alcanzan las olas en los mayores temporales conocidos o, cuando lo supera, el de la línea de pleamar máxima viva equinoccial. Esta zona se extiende también por los márgenes de los ríos, hasta el sitio donde se haga sensible el efecto de las mareas.

Se consideran incluidas, en esta zona, las marismas, albuferas, marjales, esteros y, en general, los terrenos bajos que se inundan como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua del mar.

### - Zona de playas y de dunas litorales de la ribera del mar y de las rías.

Están formadas por los áridos transportados y depositados por la acción del mar, del viento marino, o por otras causas naturales o artificiales.

### - Fachadas de acantilados.

Los acantilados afectados deben presentar una sensible verticalidad, y tener contacto con el mar, o con espacios de dominio público marítimo-terrestre.

Las zonas quedan definidas por límites externos (pies de los contactos) y otros internos, que los marcan sus coronaciones.

## 2. Zonas de servidumbre de protección, de servidumbre de tránsito y de servidumbre de acceso al mar.

Las servidumbres de protección recaen sobre zonas de 100 metros de amplitud, medidas tierra adentro, desde los límites internos de la ribera del mar.

Las extensiones de estas zonas podrán ser ampliadas por la Administración del Estado, de acuerdo con las de las comunidades autónomas y ayuntamientos correspondientes, hasta un máximo de otros 100 metros, cuando las circunstancias lo requieran, para asegurar la efectividad de la servidumbre, en atención a las particularidades de los tramos de litoral de que se traten.

Estas zonas se solapan con las de tránsito y de acceso al mar. En conjunto, se pueden cartografiar, desde el exterior al interior:

- Zonas globales de servidumbre.

Abarcan franjas de 100 a 200 metros de amplitud, con límites externos donde termina la ribera del mar.

- Zonas de servidumbre de tránsito.

Definen franjas de 6 metros de amplitud, medidas, tierra adentro, a partir de los límites interiores de la ribera del mar.

En lugares de tránsito difícil, o peligro, podrán ampliarse en lo que resulte necesario, hasta un máximo de 20 metros.

Los usos de estas zonas se contemplan en el Artículo 27 de la Ley de Costas.

- Zonas de no ocupación.

Comprenden los 20 primeros metros de las zonas de servidumbre. Obviamente, incluyen las zonas de servidumbre de tránsito.

Sus usos están regidos por el Artículo 24 de la Ley de Costas.

- Zonas de intervenciones restringidas.

Se extienden a partir de los límites internos de las zonas de los 20 metros, hasta los límites asimismo internos de las zonas globales de servidumbre.

Las actividades que podrían soportar se recogen en el Artículo 25 de la Ley de Costas.

- Zonas de servidumbre de acceso al mar.

Estas otras zonas se localizan, o se deberían localizar, sobre los terrenos colindantes, o contiguos, al dominio público marítimo terrestre.

A excepción de los espacios calificados como de especial protección, y referentes a zonas urbanas y urbanizables:

- a). Los accesos de tráfico rodado estarán espaciados entre sí, como máximo, 500 metros.
- b). Y los peatonales, 200 metros.

La regulación de estos accesos se encuentra en el Artículo 28 de la Ley de Costas.

### 3. Zonas de influencia.

La ley de Costas posibilita cartografiar zonas de influencia, cuyas anchuras mínimas serán de unos 500 metros, desde el límite interior de la ribera del mar. Es decir, estas zonas encierran a todas las demás descritas.

Las actuaciones, desde el límite interno de las zonas de intervenciones restringidas, respetarán las exigencias de protección del dominio público marítimo-terrestre, según una serie de criterios, especificados en el Artículo 30.

#### 4. Límites significativos.

De acuerdo con todo lo anterior, en un mapa topográfico de base, y a partir del límite interno del dominio público marítimo-terrestre, se pueden trazar los siguientes límites significativos, de forma genérica, y revisables en algunos casos:

- límite de los 6 metros,
- límite de los 20 metros,
- límite de los 100 metros, y
- límite de los 500 metros.

#### **Clinometría:**

Los mapas clinométricos son aquellos donde se caracteriza la topografía original, pero dando especial énfasis a la representación de las pendientes.

#### **Morfodinámica:**

La cartografía morfodinámica configura categorías sistematizadas de porciones del territorio, de acuerdo con criterios geomorfológicos-geológicos, a modo de arranque, para delimitaciones previas de unidades ambientales, y de sistemas de estas unidades.

Tales delimitaciones de arranque se reajustarán, en otras fases de la abstracción cartográfica, a partir de la convergencia de otras descripciones (físicas, químicas, biológicas, antropogénicas y/o paisajísticas).

#### **Flora y fauna:**

Se representan las distribuciones, con sus abundancias:

- tanto de las comunidades identificables,
- como de las especies de las distintas poblaciones, que definen a las comunidades,

en los periodos significativos de un año estadístico, al objeto de cartografiar riquezas bióticas y estados de explotación.

Esto permitirá calcular, posteriormente, coeficientes espaciales y temporales específicos, de la unidad ambiental en cuestión.

En cuerpos de biocenosis, donde la potencia tenga su importancia, por ejemplo, en los manglares, lagunas costeras, aguas de bahías y mares en general, estas representaciones, de las distribuciones y abundancias, se pueden hacer a distintas profundidades. De esta manera, se obtienen mapas bionómicos tridimensionales.

#### **Microclimatología:**

Entre otras cosas, las descripciones micro-climáticas se plasman en mapas, donde quedan representados los sectores:

- de solanas,
- de umbrías,
- expuestos a vientos dominantes, y
- resguardados de esos vientos.

En la preparación de estos mapas, se precisan, sobre representaciones topográficos tridimensionales:

- Trazar la trayectoria del Sol. Entonces se está en condiciones de identificar las solanas y las umbrías.
- Y sobre-imponer la rosa de los vientos.

En general, si se trabaja sobre mapas topográficos bidimensionales, entre las curvas de nivel, se tiende a oscurecer las vertientes de las aguas superficiales de una misma orientación, las más umbrías.

Estos mapas tienen interés a la hora:

- de recomendar determinados usos (agrícolas, por ejemplo), o
- de proyectar.

Sea el caso muy sencillo de proyectar un edificio, con planta en "L", destinado a la industria hostelera. Este se construiría en una zona de solana, y la abertura de la "L", donde se ubicarían las piscinas, estaría orientada de forma tal, que recibiera la máxima insolación, al mismo tiempo que se hallara protegida de los vientos dominantes.

### **Hidrología:**

La hidrología de superficie se describe, en mapas topográficos de base, dibujando:

- las divisorias de agua, y
- los cauces, con sus jerarquizaciones.

Sobre los cauces, se indicarían, mediante un simbolismo adecuado, sus peculiaridades:

- tipos de dependencias (fluvial, nival o mixto),
- temporalidades estadísticas de sus aguas (permanente, estacional u ocasional), y
- rasgos geomorfológicos (características geométricas de sus perfiles transversales y longitudinales).

En un posterior ejercicio:

- Se llegaría a clasificaciones geomorfológicas de las aguas encauzadas.
- Y las redes hidrológicas, descritas en los mapas topográficos, se sobre-impondrían a mapas geológicos, a fin de establecer dependencias con las litologías recorridas, y obtener otras deducciones.

### **Invariantes:**

Las invariantes se refieren a aquellos elementos, introducidos por el hombre, que no se pueden quitar, por sus envergaduras, a efectos de proyectar. Por ejemplo: tendidos eléctricos de alta tensión, autopistas, grandes presas, etc..

No obstante, en determinadas circunstancias, algunas invariantes se pueden poner en crisis.

### **Paisaje:**

En la cartografía descriptiva del paisaje, se delimitarían las cuencas visuales:

- Desde puntos singulares de observación, por lo general, a cotas altas, respecto al entorno geográfico envolvente. Suelen coincidir con los clásicos miradores de paisajes.
- Y desde recorridos usuales.

Las pantallas o pantallas topográficas y/o boscosas, según los casos, y en muchas ocasiones, constituirían unos elementos decisivos, en estas configuraciones.

Una cuenca paisajística, desde un punto singular de observación, llegaría hasta donde se interrumpen las visuales del observador. Cuando no existen barreras, estas interrupciones se darían en el infinito.

En una posterior abstracción, en estos mapas de cuencas visuales se indicarían:

- los componentes arquitectónicos del paisaje, por separado o en conjunto,
- los diagramas de flujo, entre estos componentes,
- mediciones de calidades, conforme con la arquitectura del paisaje, y
- donde se encontrarían los impactos paisajísticos, con sus áreas espaciales y temporales de influencia.

#### **Delimitación de unidades ambientales:**

Dentro de un mapa topográfico de base, de un territorio en estudio, se representan las distintas unidades ambientales. Estas unidades se podrían encontrar formando sistemas.

Se entiende por unidad ambiental a una porción de territorio delimitado por barreras físicas, naturales o artificiales:

- que presenta unas características climáticas determinadas, con un posible gradiente continuo,
- en el que tienen lugar unos procesos y efectos físicos propios,
- en el que se asientan un conjunto de individuos pertenecientes a diversas especies, y
- donde se establecen una serie de interacciones, con dinámicas propias, entre los organismos y el medio.

Las unidades ambientales se individualizan, en una primera aproximación, por consideraciones morfodinámicas, aunque en ciertos casos será necesario recurrir:

- a los límites de las cuencas visuales del paisaje,
- a los contenidos biológicos,
- a las transformaciones inducidas por el hombre, por ejemplo, la existencia de determinadas invariantes significativas, que representen barreras, o
- a otros rasgos del territorio.

#### **Tejido agrícola:**

El tejido agrícola se podría definir como el conjunto de componentes de un territorio, destinado al usufructo agropecuario:

- tanto de sustentación física, con sus obras de adaptación-optimización y de servicios,
- como socioeconómicos, que incluyen las peculiaridades y modos de explotación.

Al efecto, este tejido se podría desglosar en los siguientes aspectos cartografiables:

- delimitaciones de los parcelamientos, que pueden ser grandes, medianos o pequeños,
- modalidades de cultivos (a cielo abierto o cubiertos),
- tipos de propiedad (minifundios y latifundios),
- cultivos abandonados y suelo expectante, sin ocupación urbana,
- distribución de las propiedades, conforme a estratos sociales,
- obras subsidiarias en la preparación del terreno, como la construcción de bancales,

- red de regadíos,
- red de caminos,
- parcelas que soportan unas determinadas técnicas agrícolas,
- ubicación y características de las viviendas, implicadas en las explotaciones (habitat humano rural), y
- elementos agropecuarios, que intervienen en la arquitectura del paisaje,

En coincidencia con todo esto, Molinero (1990), entiende el tejido agrícola, en términos geográficos:

- como una correspondencia “entre la forma de propiedad y la explotación agraria de la tierra,
- que se concretan en los regímenes de tenencia (relaciones entre la propiedad y la explotación), y
- que son la traducción directa de la organización que esté vigente.

### **Demografía:**

Básicamente se aborda:

- Distribución de la dinámica demográfica fija, a determinadas escalas de tiempos.
- Distribución de la población estacional.
- Estructura social de la población.
- Estructura del empleo.

### **Tipología edificatoria del hábitat humano:**

Los mapas descriptivos de tipologías edificatorias abarcan a los parques de viviendas, y núcleos urbanos. En estos mapas se recogen, entre otras cosas:

- Las ubicaciones de distintas modalidades de los volúmenes edificados.
- Las distribuciones de las edificaciones según diferentes técnicas de construcción (casas de adobe, de ladrillo, de cantería, etc.).
- La distribución de las edificaciones, de acuerdo con los elementos ornamentales y las formas de diseño de los volúmenes, que permitirán un posterior análisis de la carga cultural-artística que conllevan.
- Las distribuciones, y densidades de ocupación, en el espacio físico, de los volúmenes en cuestión. Aquí se considera si se trata de una tipología rural o urbana.
- Las localizaciones de las edificaciones, conforme sus idoneidades y funcionalidades, en relación con la realidad de los entornos físicos.
- Los grados de tenencia y alquiler.
- Y las autonomías y dependencias de los núcleos urbanos.

Un primer inventario, en cuanto a modalidades de volúmenes, con sus distribuciones espaciales y funcionalidades habitacionales, o vinculaciones con estratos sociales, sería:

- Polígonos de viviendas, de promoción pública.
- Viviendas colectivas en bloques, dentro de urbanizaciones, de promoción privada, pero con subvenciones de algunas de las administraciones (viviendas de protección oficial).

- Viviendas colectivas en bloques, dentro de urbanizaciones, de promoción privada, no subvencionadas.
- Viviendas-apartamentos en bloques, de promoción privada, no subvencionadas, para una segunda residencia.
- Viviendas unifamiliares aisladas, de promoción privada, para una primera residencia.
- Viviendas unifamiliares aisladas, de promoción privada, para una segunda residencia.
- Casas solariegas,
- Chalets adosados, de promoción privada, para una primera residencia.
- Chalets adosados, de promoción privada, para una segunda residencia.
- Viviendas unifamiliares clandestinas, aisladas o adosadas, para una primera residencia.
- Viviendas unifamiliares clandestinas, aisladas o adosadas, para una segunda residencia.

Entre los elementos ornamentales, se podrían referenciar, a título de ejemplos, entre otros, los siguientes:

- zócalos,
- ménsulas,
- bordes de cantería, en ventanas y puertas,
- dinteles sobre puertas y/o ventanas,
- rejados de ventanas y/o puertas,
- coronaciones de rejados,
- almohadillados,
- cornisas,
- crujías, y
- enclavamientos y coloraciones de las fachadas.

Entre las formas de diseño de los volúmenes, hay muchísimas posibilidades. Unos pocos ejemplos, algunos compatibles entre sí, serían:

- culminaciones en “*terrao*”, con o sin capturas de agua fluvial, para alimentar a aljibes,
- tejados de una sólo agua,
- tejados a dos aguas,
- tejados a cuatro aguas,
- patios delanteros,
- patios centrales, y
- porches.

Dentro de las “formas de diseño” entrarían las disposiciones de las plantas.

Los elementos ornamentales y las formas de diseño traducen, en muchas ocasiones, flujos culturales:

- unidireccionales,
- polidireccionales,
- de dobles sentidos,

sin descartar reflujos.

#### **Tipologías edificatorias agropecuarias y de naves industriales:**

En esta cartografía, se aplican muchos de los conceptos que se han expuestos en el epígrafe anterior. Sin embargo, aquí toma especial énfasis la ubicación de:

- diferentes modalidades de viviendas de labriegos y jornaleros, como podrían ser las masías y las barracas habitacionales, en el Delta del Ebro (Cataluña, España), y
- las edificaciones de almacenamiento de aperos, de cosechas y de refugio.

Sin excluir a otras modalidades de construcciones, como las industriales, con estas dos tipologías edificatorias se podrían establecer, en análisis posteriores:

- secuencias generacionales en el tiempo, y
- relaciones de diacronismo, sincronismo y anacronismo, que permitirían deducir, en ocasiones, fuertes dependencias socioeconómicas.

Pero además, todos los aspectos descritos de las tipologías edificatorias, independientemente de sus clasificaciones, influyen en la morfología fisiográfica de sus entornos.

### 3. MAPAS PRESCRIPTIVOS ESPECÍFICOS DE UNA POLÍTICA TERRITORIAL.

Entre los muchos ejemplos, se encontrarían los siguientes:

- mapas de calidades para la protección, conservación y mejora del ambiente,
- mapas de sensibilidades de sus contenidos frente a impactos, por actividades del hombre,
- mapas de diferentes tipos de riesgos, para el usufructo del suelo por el hombre,
- mapas del grado de erosión actual y de riesgos potenciales de erosión hídrica,
- mapas de capacidades de uso,
- mapas orientativos para determinados usos del suelo (agrícola, urbano, industrial, etc.), y
- mapas de síntesis, respecto a la recomendación de usos.

De todos estos, quizás convenga desarrollar, a título de ejemplo, aunque de forma sucinta, las características de los mapas de capacidades de uso.

En los mapas de capacidades de uso, se califican y clasifican los suelos:

- Conforme con las propiedades menores intrínsecas de los mismos y con las de sus contornos. Estas propiedades representan a las limitaciones “no excluyentes” en relación con usos determinados.
- Y respecto a las limitaciones significativas, que excluyen tipos de usos. Son las limitaciones más importantes, a tener en cuenta en las explotaciones de un suelo

Las propiedades, o limitaciones, menores se definen como las características desfavorables de un suelo, potencialmente modificables.

Cuando las características desfavorables no se pueden mejorar, y se hacen incompatibles con el rendimiento de la explotación del suelo, se tiene las limitaciones significativas. Por ejemplo, cuando se rebasan ciertos umbrales de erosión y de pendiente topográfica, en relación con un uso agrícola.

Conjugando las limitaciones menores y las significativas, se configuran las unidades básicas de capacidades de uso (las clases de suelos).

En principio, y a modo de ejemplos, se establecen, para el entorno de las Islas Canarias (España), cinco clases de suelos:

*Clase A:* Suelos que pueden soportar usos muy versátiles. No presentan riesgos de erosión, o estos son muy ligeros. La superficie topográfica es muy suave.

Clase B: Suelos de capacidad elevada de usos, con limitaciones moderadas. Tienen riesgos moderados de erosión. La pendiente se adjetiva simplemente como suave. Se pueden utilizar en una agricultura moderadamente intensiva.

Clase C: Suelos con capacidad mediana de usos. Los riesgos de erosión son elevados. El relieve ya alcanza pendientes moderadas. Se pueden utilizar en una agricultura poco intensiva.

Clase D: Suelos con baja capacidad de uso. Los riesgos de erosión pueden ser de elevados a muy elevados. Los relieves describen pendientes fuertes. No suelen utilizarse en la agricultura, salvo en casos muy especiales.

Clase E: Suelos de muy baja capacidad de uso. Tienen limitaciones severas por los riesgos muy elevados de erosión. Las pendientes llegan a valores muy fuertes. No son aptos para el uso agrícola, y están muy limitados para sus usos como pastos, para la explotación del monte bajo y para la explotación forestal.

En las configuraciones de estas clases, previamente se habrían consensuado unos criterios claros y precisos, y unas medidas límites, para cuantificar los adjetivos atribuidos a las limitaciones en consideración.

#### 4. REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE UN SOPORTE CARTOGRÁFICO.

Usualmente, se admiten las siguientes metodologías:

- Analítica: Se levantan mapas temáticos por separado, que luego se superponen.
- De integración: El conjunto de elementos, necesarios para la ordenación, planificación y manejo de un territorio, se representan en un mismo mapa.

## CAPÍTULO 9

### FASE DE PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO: USOS A PARTIR DE ORDENACIONES DE LOS ESCENARIOS GEOGRÁFICOS.

#### ESQUEMA:

1. Calificación y clasificación del territorio.
2. Espacios protegidos.
3. Las presiones ambientales por las actividades del hombre.
4. Las áreas de sensibilidades ecológicas.
5. Los desarrollos integrales sustentables.

#### 1. CALIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL TERRITORIO.

De acuerdo con las planificaciones del territorio, se pueden llegar a definir:

- calificaciones y clasificaciones del territorio y,
- conforme con lo anterior, a la declaración de espacios protegidos.

Las *calificaciones* se refieren a los tipos de usos, que podrían soportar, o soportan, determinadas porciones de territorio, mientras que las *clasificaciones* cuantifican las intensidades de estos usos.

Los distintos usos (calificaciones) definen la estructura económica de un territorio, y determinan cartografías de:

- sectores primarios,
- sectores secundarios, y
- sectores terciarios.

Los *sectores primarios* recogen los usos primordiales de un territorio, que excluirían a otros. Por ejemplo, una declaración de suelo urbano excluiría el uso de ese territorio para la instalación de un campo militar de maniobras.

Aquí se encontraría, por ejemplo, la agricultura, la pesca, la ganadería, la extracción de los recursos mineros, el uso residencial e industrial, y otros.

Los usos primarios requieren, condicionan y subordinan a otros de los sectores secundarios y terciarios, sin que haya entre ellos una dependencia directa. Ilustrativo resulta la presencia de un núcleo poblacional que precisa y caracteriza:

- por un lado, la presencia de unas infraestructuras (sea el caso de un alcantarillado), y
- por otro, la existencia de servicios, como puede ser los de un ambulatorio.

En general, los usos primarios darían lugar a cartografías de:

- suelos rústicos (de usos agrícola y/o ganadero),
- suelos de usos extractivos (de explotación minera, incluidas las canteras a cielo abierto),

- suelos urbanos (residencial y/o industrial),
- suelos urbanizables (para potenciales desarrollos residenciales y/o industriales), y
- suelos de usos especiales (de instalaciones militares, almacenamientos de residuos radiactivos, de lanzaderas de satélites, de radares, etc.).

El sector secundario se centra en la estructura general y orgánica del territorio, en cuanto que dé idoneidades para soportar usos. Aquí se excluye la representación de servicios.

En sus mapas, se indican:

- Sistemas generales viarios (vías regionales, vías insulares, vías municipales, autopistas, autovías, vías rápidas, aparcamientos, etc.).
- Sistemas generales de espacios libres: parques, jardines, trotaderos (“senderos” reservados para footing), áreas de paseo, etc..
- Y los sistemas generales de equipamientos comunitarios (depuración de agua, desalación de agua, infraestructuras esenciales y otras dotaciones básicas).

El sector terciario lo configura los usos de servicio (los equipamientos sociales). Por ejemplo: restauración, hostelería, comercios, dependencias sanitarias, colegios, centros religiosos, etc..

Los usos primarios, conforme a la intensidad de explotación, se clasifican en:

- extensivos,
- semi-intensivos, e
- intensivos.

La clasificación intensiva describe una sobre-explotación del recurso. Puede entenderse, también, como aquellas explotaciones que, en superficies relativamente pequeñas, permiten obtener los máximos aprovechamientos. Como ejemplos, están las explotaciones agrícolas en invernaderos en zonas de climatología benigna, que llegan a acortar los ciclos reproductivos. Esto supone que, por unidad de tiempo, se multipliquen las producciones.

En el caso de explotaciones de recursos vivos renovables:

- se podrían afectar sus reservas, y
- normalmente se pierde el equilibrio ecológico de su medio, con todos los problemas que se podrían crear en la carga de biodiversidad.

Realmente, reservas y equilibrio ecológico están íntimamente ligados.

Los peligros de pérdida de equilibrios ecológicos justifican que, en el caso de las pesquerías, los paros biológicos. Pero en la programación de estos paros se deben desvincular:

- las tentativas de recuperaciones de equilibrios
- de los intereses político-económicos implicados.

En el sector secundario pueden haber situaciones de clasificaciones intensivas, con todos sus aspectos colaterales negativos. En relación con el sector secundario urbano, una clasificación intensiva sería aquella que degradara el paisaje. Por ejemplo, serían los casos donde:

- las edificaciones soportaran “bosques” de antenas de televisión, y/o
- existiera altas densidades en los tendidos de cables aéreos (eléctricos y telefónicos),

que hacen que las “aves tengan que aprender a volar más alto”.

La restauración del paisaje, en estos aspectos, se conseguiría con el uso racional de antenas colectivas y el enterramiento del cableado.

Las clasificaciones extensivas, se refieren a explotaciones muy por debajo de sus posibilidades y siempre que no entren en conflicto con otros intereses legalmente establecidos.

Las extracciones mineras son casos muy particulares, donde a la larga, implica el agotamiento del recurso. Entonces, las clasificaciones extensivas estarán en dependencia del grado en que se pueda restaurar el territorio, de manera efectiva, para soportar otros usos.

Cuando se explotan recursos vivos renovables, se está muy lejos de romper los equilibrios ecológicos: las “descargas” se restauran rápidamente y nunca se llegarán a afectar a sus reservas, por la capacidad de recuperación. Las cuantías de explotación de recursos vivos:

- vendrán dadas en términos relativos, y
- serán específicas de las comunidades a usufructuar, en función del papel que desempeñen sus biomásas en las redes tróficas.

Las clasificaciones semi-intensivas se sitúan entre las extensivas e intensivas.

## 2. ESPACIOS PROTEGIDOS.

Los espacios protegidos son aquellos que requieren unas medidas propias de conservación y mantenimiento, para salvaguardar contenidos ambientales específicos, o sistemas o ecosistemas significativos.

Los espacios protegidos se deben clasificar, o secuenciar, en categorías de protección. Esta clasificación supone el verdadero núcleo de cualquier texto legal proteccionista. El inventario de los espacios de protección no tendrían que constituir una simple declaración de escenarios a conservar, si no que debería conllevar los medios reales para que fuera efectivo el resguardo de tales escenarios geográficos.

En principio, habría dos grandes categorías de espacios a preservar:

- los parques nacionales, y
- los espacios naturales protegidos.

Estos últimos comprenderían:

- reservas naturales científicas o especiales (o de interés científico),
- parques naturales, que incluyeran a los parques marinos,
- parques eco-rurales o, simplemente, rurales,
- reservas naturales integradas (o reservas ecológicas),
- monumentos naturales,
- paisajes protegidos,
- parajes protegidos,
- lugares de protección temporal, y
- zonas periféricas de protección.

Los parques nacionales, en una concepción española, delimitarían espacios con unos contenidos naturales, incluida la arquitectura abiótica y biótica del paisaje, de altos valores, por las singularidades y/o grados de rareza que representan, a escala de todo el territorio nacional. En estos espacios, se permitirían pocas transformaciones por el hombre. En la actualidad, se quiere que, entre estos territorios, se encuentren los “sistemas naturales” más representativos del conjunto de territorios del Estado Español.

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, en los parques nacionales se deben combinar:

- la conservación de los contenidos naturales,
- y las actividades sostenibles de la población local, mediante una adecuada zonación.

En las últimas reuniones internacionales, se indica la necesidad de implicar a las poblaciones locales, en el manejo de estos tipos de escenarios geográficos.

Los parques nacionales, en su acepción internacional, bien podrían integrarse en la red de reservas de la biosfera, cosa que ocurre en algunos casos. En este sentido, formarían parte del patrimonio de la humanidad, siempre que encierren contenidos naturales, históricos y artísticos únicos, o catalogados con calificaciones muy altas.

Los parques naturales, en versión española, configurarían territorios, normalmente poco alterados por el hombre, con contenidos naturales y/o paisajísticos significativos, a escala regional (de comunidad autónoma). Sin embargo, los valores de estos contenidos decaerían, si se contrastan con otros "similares" a nivel nacional. Por esta comparación, perderían gran parte de su singularidad y/o rareza.

Las reservas naturales científicas. Se trata de aquellos territorios sin intromisión humana. El acceso sólo estaría permitido con fines científicos. Tendrían por finalidad la preservación íntegra del espacio.

Un parque nacional, en su acepción internacional, podría contener, sectorialmente, reservas naturales científicas. También puede darse el caso que un parque nacional sea, en su totalidad, una reserva de este tipo.

Los parque eco-rurales serían aquellos espacios de notable valor natural, tanto por su valor paisajístico y/o natural (por su biotopo y/o por su singular calidad biológica), que se precisan conservar, y en los que compatibiliza la coexistencia:

- del hombre y la de sus actividades,
- con el proceso dinámico de la naturaleza,

a través de un uso sostenible de los recursos.

Esta concepción del territorio coincide con la de los parques nacionales, conforme con las premisas internacionales.

Las reservas naturales integrales se corresponderían con espacios de dimensiones moderadas. La declaración como tales tiene por objeto la preservación integral de todos sus elementos naturales, incluidos los componentes paisajísticos abióticos y bióticos, así como todos los procesos ecológicos naturales.

Los monumentos naturales equivaldrían a espacios o elementos de la naturaleza, constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad:

- por su contenido en cuanto al biotopo, biocenosis y componentes etnográficos,
- por su rareza, y/o
- por su belleza,

que merezcan ser objeto de una protección especial.

Obviamente, se considerarán como monumentos naturales las formaciones geológicas, los yacimientos paleontológicos y demás elementos de la gea, que reúnan un interés particular, por la importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos.

Los paisajes protegidos comprenderían aquellos lugares del territorio que, por sus valores estéticos y culturales, sean merecedores de una protección especial.

Para evitar subjetividades en la declaración de paisajes protegidos, se deberán precisar, con claridad, los criterios a considerar, con sus baremos de valoración.

Los lugares de protección temporal se identificarían con aquellos espacios que tengan como fin la preservación de ejemplares de especies de flora y fauna silvestre, que necesiten de una protección transitoria especial.

En esta categoría, se situarían los escenarios donde especies migratorias invernarán, criarán o reposarán, durante unos periodos determinados de tiempo.

Las zonas periféricas de protección las formarían aquellos escenarios geográficos que tengan por objeto evitar impactos ambientales o paisajísticos, de influencia negativa, que proceda del exterior del área, en relación con los anteriores espacios protegidos. Representan territorios de amortiguación de espacios protegidos.

Los parajes protegidos definirían, en el ámbito de territorios más amplios, áreas:

- que alberguen valores naturales, culturales o paisajísticos, de relativo interés,
- y que desempeñan el papel, sobre todo, de territorios de importancia estratégica, en relación con la amortiguación de la sobre-explotación de los sistemas ecológicos, de especial significado, pero que no han sido declarados espacios protegidos.

La segunda matización primará en la declaración de un escenario geográfico como paraje protegido.

En general, todos los escenarios geográficos reseñados se deberán extender a sus ambientes sub-aéreos y de subsuelo.

Como medidas preventivas, y muy provisionales, un territorio se calificaría dentro de una de las categorías enumeradas, sin previo plan de ordenación del territorio, cuando existan fundados riesgos de degradación de espacios de interés, ante la ejecución de proyectos insostenibles.

La calificación de cada una de estas categorías sustentaría la elaboración y aprobación de manejos específicos del territorio. Entre estos manejos se encontrarían los planes rectores.

En principio, un territorio protegido dejará de serlo cuando:

- desaparezcan las razones que motivaron la protección, y/o
- no fueran susceptibles de recuperación o restauración.

### 3. LAS PRESIONES AMBIENTALES POR LAS ACTIVIDADES DEL HOMBRE.

Un ecosistema es el espacio geográfico configurado:

- por un particular biotopo,
- por una específica biocenosis, y
- por una presiones ambientales, propias o circunstanciales, que reinan en el entorno.

El biotopo constituye el recipiente físico, que configura el entorno geomorfológico envolvente, y que da cobijo a la flora y a la fauna (biocenosis del lugar en cuestión).

La biocenosis de un ecosistema constituye la biodiversidad de ese lugar. Se entiende por biodiversidad la capacidad de recambio de la Naturaleza, por la carga genética de los ADN de los organismos vivos que contiene un ecosistema dado.

Las presiones ambientales, conjuntamente con las características del biotopo, determinan las condiciones de la "calidad de vida", del equilibrio ecológico o la pérdida de este equilibrio en las cadenas tróficas, que definen la biocenosis.

Las presiones ambientales corresponden:

- A las condiciones físicas (presión y temperatura) reinantes en el medio, o a los cambios de estas.

- A las peculiaridades químicas (pH, contenidos inorgánicos, contenidos en nutrientes, o a las modificaciones de estos).
- A la presencia o ausencia de contaminantes en el medio donde se desarrolla la biocenosis. Aquí se incluirían los procesos y efectos de la eutrofización.
- Sobre-explotaciones de recursos que conlleven a degradaciones del medio.

Estas explotaciones intensivas podrían provocar, entre otros hechos, la desaparición de las reservas de los recursos vivos renovables y la desertificación, o aceleración de sus procesos, con sus correspondientes efectos.

- Y a la competitividad entre especies.  
Como ejemplo de la competitividad por unos mismos recursos, espacios, luz y nutrientes, como presión ambiental está el caso de las formaciones arrecifales coralinas. La ausencia de peces e invertebrados herbívoros, por sobrepesca o mortandades masivas, puede ocasionar una proliferación de algas, que lleguen a desplazar a los corales. De esta manera, una formación coralina se sustituiría por otra donde predominaran significativamente las algas y habría una *disturbancia*: una remoción de biomasa.

Habría que preguntarse ¿cuándo unas presiones ambientales pasan a impactos, que pudieran provocar la perturbación o destrucción de un ecosistema a lo largo del tiempo?. Si se da una fuerte perturbación, o una destrucción, de un ecosistema, que hace que aparezcan nuevos elementos (otras comunidades, por ejemplo), en desequilibrio ecológico con los anteriores, aparecería un *anacronismo ambiental* en la evolución del medio.

Un anacronismo ambiental conduciría a un determinado etiquetado ambiental en degradación.

Un *hábitat*, de una biocenosis determinada, reducida a un espacio geográfico en concreto, estaría formado:

- por un biotopo, y
- por las presiones ambientales reinantes.

En cambio, un *nicho ecológico* correspondería a la especialización de comunidades de la biocenosis en un hábitat en concreto, ante unos determinados recursos de sobrevivencia, como pueden ser las disponibilidades de ciertos alimentos.

#### 4. LAS ÁREAS DE SENSIBILIDADES ECOLÓGICAS.

Las áreas de sensibilidades ecológicas se identifican con zonas periféricas a un escenario geográfico a proteger, por sus especiales contenidos. En esas zonas, unas determinadas acciones antrópicas (actividades o usos) dejarían sentir sus repercusiones en el espacio protegido. De aquí que las acciones que impliquen impactos ambientales negativos, en la zona protegida, se encuentren restringidas.

Por ejemplo, sea una charca cuyo volumen y composición de la masa acuosa está controlada, en gran medida, por un acuífero ubicado en el tramo final de una red hidrológica. La charca puede tener un especial significado por su contenido biológico, en dependencia con la composición de las aguas. Actuaciones del hombre, a lo largo de la red hidrológica, pueden afectar a la composición del agua y a las reservas hídricas del acuífero del que depende la charca. Los cambios antrópicos inducidos en el acuífero, con sus repercusiones en la charca, por las actuaciones en el dominio de la red hidrológica pueden provocar que la charca pierda la biocenosis a proteger. Luego, el área de sensibilidad ecológica de la charca, en este caso, correspondería a la totalidad de la red hidrológica.

Una cartografía de *áreas de sensibilidad ecológica* consistiría en una representación planar o tridimensional:

- de escenarios geográficos a proteger, por sus contenidos, y
- de sus zonas periféricas, donde determinadas intervenciones pudieran provocar perturbaciones en las zonas a proteger.

Puede ocurrir que las áreas de sensibilidades ecológicas sean diferentes para un mismo escenario, en dependencia con los tipos de intervenciones a realizar o que se realicen.

## 5. LOS DESARROLLOS INTEGRALES SUSTENTABLES.

Una tendencia lógica en el aprovechamiento de los recursos de un escenario geológico o geográfico determinado contempla cinco aspectos básicos de actuación:

- la explotación al máximo de la totalidad de recursos potenciales que puedan darse,
- la sustentabilidad de esas explotaciones,
- la compatibilidad entre las diferentes explotaciones, evitándose conflictos de usos e intereses,
- el respeto a la “carga cultural” del entorno, y
- la preservación de los contenidos naturales que desempeñan un papel de protección del ambiente (que eviten problemas tales como los de erosión de suelos y los de inestabilidades de orillas en un litoral).

Unos desarrollos se podrían calificar como integrales cuando asumieran las anteriores premisas. Para ello es necesario una buena planificación previa que permita afrontar con ciertas garantías de éxito los anteriores aspectos.

El escenario de un manglar puede servir para ilustrar un desarrollo integral. Esto se conseguiría, en principio cuando, simultáneamente:

- se explotaran sus recursos madereros, pero de forma extensiva, conforme con un aclareo equilibrado, para que no pierda su capacidad de cobijo de otra biomasa no arbórea,
- se recolectaran larvas y postlarvas de camarones, para camaroneras,
- se proporcionara entornos privilegiados para observadores de aves (muchas de ellas exóticas), y
- se usara como lugar turístico, siempre que no suponga una presión que amenace seriamente a la sustentabilidad del lugar.

Otro ejemplo muy concreto podría ser el de la Hacienda de La Sabaneta. Aquí se explota un cacao, quizás uno de los más finos del mundo, en áreas de aclareo, dentro de la masa boscosa protegida, sin poner en peligro las especies raras y/o en peligro de extinción. De esta forma, se integra una explotación agrícola extensiva dentro de un recurso protegido, rico en endemismos, sin que se vea menguada la sustentabilidad del mismo.

En este último ejemplo, se llegaría a un máximo de desarrollo integral si a la explotación agrícola extensiva se le une una explotación de observadores de aves y un turismo verde, obviamente extensivo, aprovechando las infraestructuras habitacionales de la hacienda, y sin que ponga en peligro las labores propias del procesamiento del cacao.

## CAPÍTULO 10

### EL MARCO LÓGICO.

#### ESQUEMA:

1. Concepto de marco lógico.
2. Justificación de un marco lógico.
3. Supuestos previos: El análisis de actores, el árbol de problemas y el árbol de objetivos.
4. Elementos de un marco lógico.
5. Definición de proyecto y de programa. El concepto de “agenda”.
6. Metodología para el desarrollo de un marco lógico.
7. Lista de verificación del diseño de un proyecto.

#### 1. CONCEPTO DE MARCO LÓGICO.

Consiste en un instrumento muy sencillo, para diseñar y elaborar documentos de programas y proyectos:

1. De acuerdo con análisis iterativos, entre:

- lo que se pretende (los objetivos), y
- los problemas que se detectan (causas-efectos).

2. Según unas matrices propias, que recogen y relacionan:

- objetivos,
- verificaciones de los logros, y
- riesgos de fracasos.

3. Y con un estilo de presentación que de una visión clara, concisa y rápida de lo que se quiere:

- con sus justificaciones,
- con sus requerimientos materiales y profesionales, y
- con sus costes económicos.

De esta manera, los organismos internacionales de ayuda económica y de cooperación, tales como:

- el Banco Interamericano de Desarrollo (el BID), y
- a mucho menor escala, las agencias de cooperación internacional,

verán facilitadas sus tomas de decisiones, en el financiamiento, en función de rentabilidades y viabilidades de los logros previstos (evaluables):

- tanto de investigación,
- como de desarrollo, con sus implicaciones socioeconómicas, para una región geográfica dada.

Por otra parte, el marco lógico:

- involucra aportaciones de los usuarios directamente afectados, normalmente a través de sus representantes,
- y hace que estos asuman las intervenciones propuestas.

Todo ello implicará que el discurso político (debates, encuestas, conferencias, etc.) juegue un papel decisivo.

## 2. JUSTIFICACIÓN DE UN MARCO LÓGICO.

En relación con los programas o proyectos de investigación y/o de desarrollo, los documentos estándares son los que se revisan a nivel técnico, pero la alta gerencia, de los organismos internacionales de financiamiento, tiene conocimiento de estos mediante la síntesis que representa un marco lógico.

Pero además, un marco lógico:

- a). Suministra las estructuras básicas (árboles de problemas y de objetivos), necesarias para los diseños correctos de programas y de proyectos.
- b). Proporciona información para la ejecución, monitoreo y evolución de programas y de proyectos.
- c). Y en relación con los objetivos y riesgos, desarrolla un formato de programa, o de proyecto, fácilmente asumible:
  - por las entidades solicitantes,
  - por equipo de diseño,
  - por las organizaciones de financiamiento,
  - por los consultores, y
  - por los ejecutores.

Desde otra perspectiva, un marco lógico:

- Hace que se detecte fácilmente aquellos proyectos carentes de precisión, con objetivos múltiples, que no están claramente relacionados con las actividades a realizar.
- Discrimina a aquellos proyectos de éxito dudoso en sus ejecuciones.
- Permite comparar, mediante una base objetiva, lo que se planea con lo que puede suceder en la realidad.
- Y, a consecuencia de la última consideración, proporciona una imagen clara de como luciría el proyecto, si se realizara con éxito.

Siguiendo un marco lógico, de abajo hacia arriba, el gerente del organismo de financiamiento puede hacer el seguimiento, la fiscalización, del desarrollo del programa, o del proyecto. Este seguimiento conlleva:

- a observar las fases que han sido cumplidas, y
- a aplicar, cuando sea necesario, las medidas correctoras.

### 3. SUPUESTOS PREVIOS: EL ANÁLISIS DE ACTORES, EL ÁRBOL DE PROBLEMAS Y EL ÁRBOL DE OBJETIVOS.

Se denominan *actores*, o involucrados, a los grupos de trabajos y a los representantes de instituciones, que conocen los problemas de la comunidad, y que estarán presentes en la redacción y en la realización de un proyecto o programa.

Los actores se distribuyen en distintos niveles:

- investigadores,
- planificadores,
- asociaciones de vecinos,
- organizaciones autónomas de usuarios,
- grupos políticos,
- productores agrícolas e industriales,
- comerciantes,
- grupos de ecologistas o de verdes,
- organismos de desarrollo (turísticos, industriales, agrícolas y otros),
- administraciones públicas,
- etc.

Mediante instrumentos del discurso político, que jugarán papeles decisivos, los actores expresarán:

- sus intereses y aspectos positivos que ven en la propuesta de un proyecto,
- los problemas que perciben si éste se realizara, con sus posibles conflictos potenciales,
- los recursos económicos que podrían aportar,
- etc..

Estos actores elaborarán el árbol de problemas.

Un *problema* se podría definir como una situación negativa, en este caso del territorio. Pero no sería una falta de soluciones. Por ejemplo:

- "*una plaga en un cultivo*" se identificaría con un problema y, en cambio,
- "*la no disponibilidad de insecticidas*" se correspondería con la no disponibilidad de medios y se entraría en el ámbito de las soluciones.

Un *árbol de problemas* (Seufert, 1991) es una radiografía estratificada, una estructura vertical interdependiente, con ramificaciones laterales, que describe, explica y relaciona las causas, procesos y efectos, que da lugar a una situación última no deseada, de un escenario geográfico dado. En realidad se obtiene un diagrama de flujo causas-efectos.

Un árbol de problemas se inicia identificando las causas primarias, con sus procesos y efectos. Unos efectos, dependientes de unas causas primitivas, pueden ser, a su vez, las causas de otros problemas, que precisan y describen mejor la situación del territorio. El conjunto de problemas concatenados conducirá, en definitiva, al problema principal. En consecuencia, se establece una jerarquización de problemas, que va armando el árbol, hasta llegar al macro problema, que se sitúa en su copa. El árbol obtenido permitirá determinar la prioridad de los distintos problemas detectados, que describe parcial o totalmente la calidad de vida del territorio. De esta manera, se identifica las causas que se quieren atacar con un programa o proyecto.

En resumen, y de una forma generalizada, un árbol de problemas estaría definido por cuatro estratos, que comprenden, cada uno, distintos niveles de síntesis. De base a copa habrían:

- Un estrato de las causas iniciales de los problemas.

- Un segundo estrato, que recoge los procesos y efectos generales que se crean, por las causas iniciales, y que son, a su vez, las causas de otros problemas mayores.
- Un tercer estrato correspondiente a los problemas mayores que se derivan de los problemas generales. En este estrato estarán, a un mismo nivel, las causas desencadenantes de problemas parciales.
- Y un cuarto estrato, que muestra las repercusiones en la calidad de vida del territorio, en los aspectos prioritarios que se quieren estudiar.

Cada estrato podría estar formado por varios sub-estratos, también en una disposición vertical, ramificados o no. Cuando entre ramas se establezcan interacciones colaterales, las causas, los procesos y/o efectos implicados estarán en un mismo nivel.

Entre los distintos estratos, o niveles de abstracción, se definen y sitúan los “*problemas centrales*”, con formulaciones muy generales, cada vez más amplias (leídas de abajo hacia arriba), y en donde convergen otros problemas previos desencadenantes.

Las inclusiones de estos problemas centrales, en sus correspondientes árboles:

- Pretenden evitar dispersiones colaterales, que reducirían las perspectivas idóneas, para concebir, de forma operativa, las situaciones en que se encuentra un territorio.
- Reconducen, periódicamente, a delimitaciones “efectivas” en las problemáticas generales.
- Y simplifican y aglutinan los “diagramas de flujo” entre “*problemas causantes*” y “*problemas de efecto*”, dentro de procesos de sucesivas abstracciones.

La importancia de un problema no está determinada por su ubicación en un árbol.

En un proceso didáctico, y para que una discusión fuese operativa, el diseño de un árbol de problemas podría arrancar de uno previo, confeccionado por un grupo de trabajo, interesado en el tema.

La elaboración del árbol de problemas requiere de tiempos de reposo, para que:

- se asienten ideas, y
- se den reflexiones.

Esto permitirá posteriores modificaciones, más finas y objetivas, del árbol.

A medida que avanzan y hay nuevas participaciones de actores, el árbol de problemas sufrirá sucesivas revisiones, hasta llegar a uno, en principio definitivo, que generará el árbol de objetivos.

A título de ejemplo, se diseña un posible árbol de problemas, para un lago de cuenca endorreica, concretamente para el Lago de Valencia (Venezuela), donde se detecta un deterioro de la calidad de vida:

- en el seno del cuerpo de agua,
- en la población circundante, y
- en el sistema en general.

El estrato base estaría constituido por seis problemas:

- por la ausencia de una política de distribución demográfica y de explotación de recursos (industriales, agrícolas y otros),
- por una ausencia de auditorías ambientales,
- por un elevado número de organismos intervinientes,

- por conflictos de competencias entre organismos intervinientes,
- por carencia de recursos para incrementar las políticas de mejora del Lago,
- por ausencia de una coordinación general efectiva,
- por un desconocimiento del problema de saneamiento del Lago de Valencia por los organismos intervinientes.

El segundo estrato, estaría configurado:

a). Por un sub-estrato inferior que recoge:

- por una parte los problemas generados por una ausencia de política de distribución demográfica y de explotaciones de recursos, y por una ausencia de auditorías ambientales. Esto daría lugar a una cuenca con una alta concentración poblacional y una explotación de recursos, que pueden entrar en conflictos e hipotecar las reservas ambientales significativas del territorio.
- y por otra parte por los restantes problemas iniciales, que implican la falta de coordinación y operatividad de los organismos gubernamentales con responsabilidades en el Lago.

b). El sub-estrato superior resulta de la convergencia de los dos anteriores procesos y efecto (en este caso más bien de efectos), que define los problemas particulares y que se puede leer como un deficiente desarrollo de la cuenca del lago.

El tercer estrato comprende siete ramificaciones en la vertical, que se desgajan del problema general detectado. Cada ramificación, que en ocasiones se encuentran diversificadas, abarca varios subniveles. Entre la ramificaciones laterales se pueden dar en paralelo interdependencias. Este estrato se describe de la siguiente manera:

a). Una primera ramificación que se bifurca:

- en aportes de desechos tóxicos industriales y agrícolas, y
- en sobre-explotación de acuíferos para riego y para consumo de aguas domésticas y para usos industriales.

La confluencia de éstas dos aumenta la probabilidad de un déficit de agua potable en la cuenca del Lago de Valencia para el año 2 005.

b). La segunda ramificación comprende dos niveles, para después interaccionar con el tramo superior de la tercera ramificación. Estos dos niveles son :

- eutrofización (eutrofización antrópica) del lago, y a consecuencia de esto,
- deterioro de la calidad del agua en el lago.

c). La tercera ramificación, antes de interaccionar con la anterior, consta de tres niveles:

- falta de control de los procesos contaminantes
- descarga de aguas servidas sin tratar, de origen industrial, agrícola y doméstico
- contaminación de suelos y cuerpos de agua por desechos industriales, agrícolas y domésticos.

Los tres niveles descritos juntos con los de la ramificación anterior determina un cuarto nivel en esta columna, que se podría formular como incrementos de los problemas sanitarios de la población por contaminación del agua.

d). La cuarta ramificación contiene un nivel de base que se desglosa en tres superiores, a una misma altura, para después confluir en otro de síntesis.

El problema de base corresponde a inadecuadas políticas del uso del territorio. De este se deriva:

- una ocupación urbana, industrial y agrícola desordenada en el espacio geográfico,
- una falta de definición en el uso turístico y recreacional del lago, y
- explotaciones mineras, que generan daños en el suelo y en el paisaje, sin adecuadas políticas de restauración.

El nivel de síntesis superior de ésta ramificación se formula como una falta de prevención y seguimiento de las actividades capaces de afectar al ambiente.

e). La quinta ramificación también parte con un nivel de base que posteriormente se desglosa en tres niveles superiores para finalmente definir un tercer nivel superior.

El nivel de base se refiere a una incorrecta regulación de los aportes de aguas al lago. Esta regulación depende de tres circunstancias (los niveles intermedios):

- de los ríos propios de la cuenca y de cómo se explotan estos ríos,
- del desvío del Río Cabrales, y
- de las aguas residuales (urbanas, industriales y de riego) por recursos de trasvases desde otras cuencas hidrológicas.

Los tres anteriores aspectos determinan un incremento de los niveles de agua en el lago.

Las ramificaciones cuarta y quinta confluyen para definir otro nivel superior de problemas, dentro de este estrato, referente a los conflictos de usos dentro de una ordenación, planificación y manejo del territorio.

Las ramificaciones uno, dos, tres, cuatro y cinco, configuran un nivel terminal de síntesis dentro de éste estrato, que traduce una aceleración del deterioro del ambiente, por una inadecuada ordenación, planificación y manejo del territorio, que requerirán nuevos trabajos de investigación y otras actuaciones administrativas, pero independientemente de una educación ambiental y de la puesta en práctica de los estudios ya realizados de investigación.

f). Esta última ramificación consta también de un nivel de base que se diversifica en cinco niveles intermedios a una misma altura, para culminar en un tercer nivel superior de síntesis.

El nivel de base trata del deterioro de la cuenca ambiental, por falta de una política de conservación y de mejora, de acuerdo con una educación ambiental y con la información ya disponible. De aquí nacen los siguientes cinco niveles:

- Deficiencias en educación ambiental.
- Violación de los reglamentos del Lago de Valencia, que protege a la flora y a la fauna.
- Desconocimiento de los efectos antrópicos en la calidad del agua del Lago, por la no consideración de los monitoreos llevados a cabo.
- Inexistencia de una base de datos efectiva, por estudios científicos ya realizados, por ausencia de un organismo centralizador "operativo" de la información. Esto determina una desinformación de la situación actual del lago.
- Ausencia de medidas correctoras efectivas, de los proyectos y programas de investigación realizados.

El nivel de síntesis que arranca de los anteriores cinco aspectos define la aceleración del deterioro del ambiente, por falta de una educación ambiental y por la no aplicación de los estudios científicos ya realizados.

El cuarto estrato se apoya en los dos pilares, correspondientes a los dos tipos de deterioros identificados:

- por causa de una precaria ordenación, planificación y manejo del territorio, y
- por falta de una educación ambiental.

Este estrato comprende tres sub-estratos de problemas. Un problema inferior dará lugar a la formulación del siguiente superior. De abajo a arriba, estos problemas se pueden leer como sigue:

- Uso no sustentable del Lago de Valencia.
- Elevado costo social, natural y económico por inadecuados aprovechamientos de los recursos del Lago. El uso inadecuado queda constatado por las deducciones de actividades no sustentables.
- Y, como consecuencia de lo anterior, deterioro de la calidad de vida de la población humana y del sistema.

Un árbol de objetivos consiste en redactar, en positivo, cada una de las situaciones, con sus causas, procesos y efectos, del árbol de problemas.

Estos árboles:

- describen las situaciones, que podrían existir después de solucionar los problemas, e
- identifican las relaciones entre los medios a aplicar y los objetivos que se pretenden.

En un árbol de objetivos:

- a). El estrato inferior encierra a los objetivos que se denominan "*actividades*" en el marco lógico.
- b). El segundo estrato, antes de sintetizarse, se corresponde con los "*componentes*" de proyectos, o de un programa.
- c). La base del tercer estrato define a los "*propósitos*" que pueden permitir el diseño de un programa (si se consideran en conjunto), o de proyectos (si se toman por separado).
- d). La copa del cuarto estrato configura el fin de un programa.

Entre actividades, componentes, propósitos y el fin pueden haber objetivos de transición, que faciliten el entendimiento de los posibles logros, a distintas escalas de abstracción, con el desarrollo de proyectos, o de un programa.

En un proceso de maximización del árbol de objetivos, habría una recalificación sectorial de estos objetivos, y los de transición implicados podrían pasar a niveles inmediatamente inferiores o superiores. En general, los cambios de escala permitirán las recalificaciones de los objetivos, estructurados dentro de un árbol.

Para el ejemplo del Lago de Valencia, los objetivos que se situarían en el primer estrato, conforme con el árbol redactado de problemas, serían:

- Establecer una política de distribución demográfica e inventariar los recursos en explotación .
- Hacer una auditoría ambiental.
- Proponer una limitación óptima del número de organismos intervinientes.
- Especificar las competencias de los organismos intervinientes para evitar los posibles conflictos entre ellos.

- Inventariar con sus presupuestos, los insumos necesarios que permitan unas actuaciones de mejora, en la calidad ambiental de la cuenca.
- Rediseñar un organismo efectivo de coordinación general de las actuaciones en la cuenca del Lago de Valencia.
- Dar a conocer a los organismos intervinientes el programa existente sobre el saneamiento del Lago de Valencia.

El segundo estrato de objetivos constará:

a). De un sub-estrato inferior, que recoge:

- Por una parte el objetivo que se deriva de establecer una política de distribución demográfica y de inventario de recursos, y de la realización de la auditoría ambiental. Esto daría lugar a *resolver los conflictos e hipotecamientos que suponen los actuales usos del territorio (poblacional, industrial y agrícola)*.
- Y a partir de los objetivos de base que solucionan la falta de coordinación y la operatividad de los organismos gobernantes, con responsabilidades en el Lago, se deduce el objetivo de *diseñar el modelo procedimental del desarrollo del territorio, que permita una coordinación operativa entre los organismos intervinientes*.

b). Y de un sub-estrato superior resulta de la convergencia de los dos anteriores objetivos, con lo que se formula *llegar a un diseño óptimo de desarrollo (ordenación, planificación y manejo) de la Cuenca del Lago de Valencia*.

El tercer estrato de objetivos comprende siete ramificaciones, como era de esperar del árbol de problemas. Aquí también se desarrolla en vertical. Asimismo, algunas ramificaciones se bifurcan y definen varios subniveles, con la posibilidad de establecerse interdependencias en paralelo. Este conjunto de objetivos se describe como sigue:

a). Una primera ramificación que se bifurca en dos objetivos:

- Implementar metodologías y técnicas que midan presiones ambientales en el Lago, con lo que se podría introducir los correctores adecuados para mitigar la caída de calidad en el agua.
- Racionalizar la explotación de los recursos acuíferos.

La confluencia de estos dos objetivos permite *eliminar el riesgo previsible de déficit de agua potable de la Cuenca el Lago en el año 2 005*.

b). La segunda ramificación desarrolla dos niveles, que posteriormente interaccionará con la tercera ramificación. Los objetivos de éstos dos niveles son:

- Proponer las medidas de control, que eviten la eutroficación del Lago.
- E implementar metodologías y técnicas que incidan en la mejora de la calidad del agua. Así se introduce una parte de correctores, adecuados para mitigar las caídas de calidad del agua.

c). La tercera ramificación de objetivos antes de que confluya la anterior, consta de tres objetivos a tres niveles. De abajo a arriba serían:

- Proponer medidas de control que evite la eutroficación y la contaminación del Lago y de su territorio circundante, por las actividades del hombre.

- Proponer las suficientes plantas de tratamiento de aguas industriales, agrícolas y domésticas. Las plantas deberán estar correctamente distribuidas en el espacio, conforme con los núcleos de producción de aguas residuales.
- Recuperar suelos degradados y aguas contaminadas por los desechos industriales, agrícolas y domésticos.

Los tres objetivos descritos, juntos con los de la rama anterior, determinan un cuarto objetivo a un nivel superior. Este se define como *resolver los problemas de contaminación en general, con sus incidencias sanitarias en el hombre, por los suelos contaminados y por el aprovechamiento de aguas no potables.*

- d). La cuarta ramificación contiene un objetivo inicial que se trifurca, a una misma altura, para después definir uno de síntesis.

El objetivo de base es dibujar una política del uso del territorio. De aquí se desprenden:

- Reubicar adecuadamente, las ocupaciones espaciales del territorio.
- Definir, conforme con la ordenación del territorio, el uso turístico y recreacional del Lago.
- Determinar el índice de uso de las explotaciones mineras conforme con una protección del suelo y del paisaje.

El objetivo de síntesis superior se expresa como *proponer las prevenciones y los seguimientos válidos para la protección del ambiente, en relación con las actividades que desarrolla el territorio.*

- e). La quinta ramificación también se inicia con un objetivo, que posteriormente se desglosa en otros tres superiores para concluir en un tercero, de mayor rango.

El objetivo de base se centra en optimizar la regulación de los aportes de aguas al Lago. Y para ello:

- Cuantificar los aportes de agua por ríos propios de la cuenca, teniendo presente como se explotan.
- Prever las repercusiones a corto, medio y largo plazo del desvío del Río Cabriales.
- Y cuantificar los aportes de aguas no fluviales desde otras cuencas.

Los tres objetivos anteriores permiten *seguir la evolución en los cambios de los niveles de agua en el Lago.*

Las ramificaciones cuarta y quinta confluyen para definir otro objetivo superior, dentro de éste estrato. El objetivo en cuestión se formularía como *resolver los conflictos de usos, dentro de una ordenación, planificación y manejo del territorio.*

Las ramificaciones uno, dos, tres, cuatro y cinco confluyen en otro objetivo de síntesis, en una posición más alta, que se formula, como *mitigar el deterioro del ambiente, por una adecuada ordenación, planificación y manejo del territorio, mediante nuevos trabajos de investigación y nuevas actuaciones administrativas.*

- f). Esta última ramificación se desarrolla asimismo a partir de un objetivo de base, que se diversifica en cinco objetivos intermedios, a una misma altura, para culminar en uno superior de síntesis.

El objetivo de base pretende *recuperar la cuenca, mediante una política de conservación y mejora, en función de una educación ambiental y de la información ya disponible.* De este objetivo nacen los cinco siguientes:

- Actualizar programas de educación ambiental.
- Hacer cumplir las regulaciones existentes, que protegen a la flora y a la fauna.
- Considerar los monitoreos que se han llevado a cabo, adecuadamente distribuidos en el espacio y en el tiempo, para tener un conocimiento de los efectos del hombre en el ambiente.
- Poner operativo un banco de datos, por un organismo centralizador, de los estudios científicos ya realizados.
- Reducir el deterioro ambiental de la Cuenca con medidas correctoras, de programas de investigación ya ejecutados.

El objetivo de síntesis de los anteriores se define como *Mitigar el deterioro ambiental de la cuenca mediante programas de educación ambiental, con el cumplimiento de la regulación existente y según con la información científica ya obtenida.*

El cuarto estrato se apoya en los dos pilares, correspondiente a los tipos de objetivos que mitigan los deterioros.

En éste último estrato se suceden, de abajo a arriba tres grandes objetivos generales, progresivamente de mayor rango. Estos se formulan de la siguiente manera:

- Llegar a un uso sustentable de la Cuenca del Lago de Valencia.
- Minimizar el costo social, natural y económico por un inadecuado aprovechamiento de los recursos.
- Y recuperar la calidad de vida del sistema y de la población.

Se podría llamar "itinerario lógico" al proceso de lectura de un árbol de problemas o de objetivos, de abajo hacia arriba. Estos tipos de itinerarios permiten:

- concatenar causas, procesos y efectos de problemas dependientes, cada vez más abstractos, o
- identificar los logros a pretender, a partir de unos objetivos determinados más específicos y menos ambiciosos.

#### 4. ELEMENTOS DE UN MARCO LÓGICO.

Estos elementos se agrupan:

- en objetivos, y
- en instrumentos de seguimiento.

De mayor a menor abstracción, se encuentran los siguientes objetivos:

- el fin,
- los propósitos,
- los componentes,
- las actividades,

Los instrumentos de seguimiento son:

- los indicadores verificables,

- los medios de verificación,
- los supuestos de riesgos, y
- los costes económicos, en facturas de pagos realizados o en proformas.

La ilustración de algunos de estos elementos se hace respecto al ejemplo de un lago degradado, por intervenciones antrópicas, enclavado en una cuenca endorreica.

El *fin* indica dónde se quiere llegar con un programa, que contribuirá a resolver problemas. Se identifica con una *tendencia a mejorar la calidad de vida*. Se suele considerar como una utopía, cuyo alcance es mas bien una *tarea de los responsables de las tomas de decisiones políticas*. Los investigadores sólo persiguen alcanzar los propósitos.

En el supuesto del lago degradado, con su cuenca hidrológica, un posible fin sería *determinar la situación del territorio, en estudio, respecto al equilibrio ecológico, para proponer estrategias de recuperación del sistema*.

El *propósito* corresponde a una hipótesis, que se admite de antemano: el resultado esperado al final del periodo de ejecución de un proyecto. Básicamente se le puede considerar como un objetivo general, que contribuirá a llegar al fin.

Cada objetivo general vendrá formulado por un sólo verbo en infinitivo.

Únicamente puede haber un propósito por proyecto. Cuando existen más de un propósito, se estaría desarrollando un programa. En este caso, habrá un marco lógico maestro y otros subordinados, con el mismo fin.

En el ejemplo, un propósito sería *resolver los problemas de contaminación en general, con sus incidencias sanitarias en el hombre, por los suelos contaminados y por el aprovechamiento de aguas no potables*.

Los *componentes* son los objetivos específicos, redactados en participio presente. Se formulan como trabajos ya ejecutados, donde los logros tienen fechas.

Un propósito puede englobar varios componentes. Si los componentes se producen adecuadamente, se logrará el propósito. Los componentes se ordenan en una lista, según sus importancias para la consecución del propósito.

En el ejemplo, y sólo para el cuerpo lagunar, se podrían indicar los siguientes posibles componentes:

- *Se han llevado a cabo medidas mitigadoras y/o eliminatorias de los efectos de la contaminación introducida, en sucesivas campañas, a lo largo de unos diez años.*
- *Se han eliminado los vertidos de los residuos industriales sin tratamientos, de acuerdo con unos plazos apropiados para las puestas a punto, al respecto, de las instalaciones implicadas (en principio, unos cinco años).*
- *Se han eliminado los vertidos de aguas negras urbanas. Para ello, se han construido y se han puesto en funcionamiento plantas depuradoras, debidamente mantenidas, por las administraciones que tienen competencias. La última de las plantas depuradoras entró en funcionamiento en el quinto año, desde el inicio del proyecto.*
- *Después de eliminar los vertidos y sus efectos, se ha regenerado el medio, con la introducción de especies vegetales y animales, propias del Lago, que hayan desaparecido, de acuerdo con los plazos que requieren el desarrollo de las redes tróficas, en dependencia con los ciclos biológicos de madurez, que indiquen los investigadores.*

Las *actividades* se refieren a las tareas previas, ligadas a fechas, que los ejecutores tienen que llevar a cabo, para poder producir los componentes. Aquí se incluyen las revisiones bibliográficas.

Cada componente se puede basar en varias actividades.

En el ejemplo, serían actividades, respecto al cuerpo lagunar, entre otras, las siguientes:

- las caracterizaciones del recipiente físico (incluido el cuerpo de agua y los ríos efluentes),
- las caracterizaciones de la biocenosis (flora y fauna) lagunar,
- las caracterizaciones de las presiones ambientales internas (en el cuerpo de agua), y
- las caracterizaciones de las presiones ambientales por actuaciones en el conjunto de la cuenca hidrológica.

El desglose de estas y otras actividades y el cronograma de sus realizaciones:

- dependerán de los ciclos físicos y biológicos, y de las pautas de las intervenciones antrópicas, y
- se establecerán conforme con el equipo multidisciplinario investigador.

Los indicadores verificables son las medidas y criterios, en términos objetivos, que indican si se han logrado el fin, los propósitos, los componentes y las actividades.

Aquí se incluyen los presupuestos, cuando da lugar a ello. Los presupuestos contemplan los costos de los insumos necesarios (de equipamientos y de profesionales) y de otros gastos a especificar.

Los indicadores de verificación serán distintos en los diferentes niveles del marco lógico, y deben medir los resultados en tres "dimensiones":

- cantidad,
- calidad y
- tiempo.

En el Lago de Valencia, sea el propósito de que las aguas ribereñas se ajusten a las normas sanitarias. Para este ejemplo, un indicador podría ser "*reducir el recuento promedio de coliformes totales* (calidad), *por debajo de 1 000* (cantidad), *en la ribera del Lago, antes del año 2 005* (tiempo).

Para este mismo Lago, pero ahora respecto a las actividades, otros ejemplos de indicadores estarían conformados por las estimaciones:

- de calidades,
- de vulnerabilidades y
- de sustentabilidades,

así como por las expresiones analíticas, que ligen los resultados de las anteriores estimaciones, y que dibujen, en cierta medida, la situación ambiental (en cierta forma el equilibrio ecológico). Esto sería el paso previo para proponer soluciones a los problemas creados.

Los medios de verificación constituyen unos mecanismos para descartar la desconfianza respecto a lo que se recoge en los indicadores. Es decir, son constataciones de los anteriores elementos. Se expresan como:

- pagos,
- visitas de chequeo,
- publicaciones de resultados y de discusiones,
- encuestas por muestreo,
- etc..

En relación con los componentes y las actividades, se dirá cómo se puede obtener información (el registro contable), para comprobar si el presupuesto se gastó como estaba planeado.

Para el Lago, los medios de verificación de las actividades corresponderían, entre otras, *a la confección y publicación, o presentación de informes de avance, de mapas temáticos (de calidades ambientales, de calidades paisajísticas, de vulnerabilidades y de sustentabilidades), que constatarán y chequearán a los indicadores. Los valores de los indicadores se deberían corresponder con las realidades que se plasmen en las cartografías.*

Los supuestos indican las posibilidades de fracaso que hay, respecto al logro de cada etapa, que se describe en el marco lógico. En otras palabras, lo que puede hacer fracasar la totalidad, o parte de un proyecto o programa y que no puede dominar el gerente del mismo.

Los supuestos representan riesgos:

- ambientales, incluidos los climatológicos,
- financieros,
- institucionales,
- sociales,
- políticos,
- y otros.

El riesgo, en su lectura positiva (en ausencias de fracasos), se expresa como un supuesto, que tiene que cumplirse, para alcanzar el nivel siguiente en la jerarquización de objetivos. En efecto, si se llevan a cabo ciertas actividades, y si sus supuestos se cumplen, entonces se producirán los componentes previstos. Si se producen los componentes diseñados, y con ellos se dan sus supuestos, entonces se logrará el propósito del proyecto. Si se alcanza el propósito del proyecto, y se constata la vigencia sus supuestos, se contribuirá al logro del fin.

Para los diseñadores del marco lógico, “los supuestos representan un juicio de probabilidad de éxito del proyecto, que comparten:

- el equipo de diseño,
- el prestatario,
- la representación,
  
- la administración del Banco, y
- el ejecutor”.

Los supuestos tienen también relevancia durante la ejecución del proyecto. Indicarán los factores que el gerente del proyecto deberá anticipar, tratar de influir y/o de encarar, con adecuados planes de emergencia.

En el ejemplo, supóngase que sobre el Lago tienen competencias dos administraciones regionales. *Un riesgo, a nivel de fin o de propósito, en la realización del proyecto de mejora estaría si esas dos administraciones subvencionan la investigación, y si en una de ellas se produce un cambio de política ambiental, tras unas elecciones, por las que hay una remoción de los responsables políticos. La realización del proyecto se quedaría sin una parte de sus recursos económicos.*

Los costes económicos, en la fase de proyecto, estarán presentados en facturas proformas anexas. De esta manera, la eliminación de sub-actividades, actividades o componentes, en un proyecto, se reflejará rápidamente en el abaratamiento global.

## 5. DEFINICIÓN DE PROYECTO Y DE PROGRAMA. EL CONCEPTO DE "AGENDA".

Un proyecto se refiere al diseño de una serie de actividades, para desarrollar unos determinados componentes, conforme con un sólo propósito. Cuando se consideran más de un propósito, se está ante un programa, que articula a un conjunto de proyectos.

En general, la concepción de un proyecto se debe apoyar, de forma directa:

- En un sólo objetivo "robusto", cuyas soluciones repercutan "visiblemente" en un fin. Tal objetivo se puede identificar con uno de los que se definen en el nivel de los propósitos, en un determinado árbol.
- Pero no en un objetivo muy específico y "puntual" (componente o actividad), cuyas soluciones tengan poca incidencia en un fin, al quedar demasiado diluidas en el conjunto de soluciones derivadas desde otros objetivos.

No obstante, el diseño de un proyecto se basará en los objetivos "menores" que, leídos desde abajo hacia arriba, conducen al propósito en cuestión (en actividades y componentes directamente vinculados).

Se entiende por "agenda", dentro de este contexto, un programa o proyecto, referente a prioridades socialmente detectadas o demandadas. Normalmente, una agenda reúne las siguientes características:

- Está orientado a un fin, a un objetivo general en concreto (por ejemplo, para optimizar la explotación y la comercialización del "cacao más fino del mundo"), o a una serie de objetivos anotados como "urgentes" y "pendientes de estudio" por los responsables políticos
- Y se ajusta a cronograma rígido, en lo relativo a la realización de sus diferentes fases.

## 6. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE UN MARCO LÓGICO.

Esta metodología se puede esquematizar en la siguiente secuenciación de pasos a seguir:

- Se identifican los actores.
- Se elaboran los árboles de problemas.
- Se obtiene el árbol de objetivos.
- Se seleccionan los objetivos. Se estaría en un proceso de programación, que se centra sólo en el problema a resolver
- Se proponen los programas y/o los proyectos, que serán necesarios desarrollar, para alcanzar los objetivos seleccionados.
- Se redactan los documentos, a partir de los objetivos que se pretenden alcanzar, bajo un formato de matrices 4x5.

Para un proyecto, sólo habrá una matriz. En cambio, para un programa, se precisarán tantas matrices como propósitos abordados. En todo caso, cada matriz siempre contendrá el fin del árbol de objetivos de referencia.

A partir de aquí, ya se está en la fase de identificación. Ésta considera los proyectos alternativos, que podrían contribuir a la solución del problema. La selección de la mejor alternativa constituye el llamado perfil I.

- Y, finalmente, se verifica si se ha hecho bien el diseño aceptado, respondiendo a las

preguntas de un cuestionario estándar.

Una matriz 4x5 consiste en una yuxtaposición de casilleros (tabla 10.1), donde:

a). La primera columna permite ubicar a los objetivos, conforme con los siguientes niveles de jerarquización:

- fin,
- propósito,
- componentes y
- actividades.

b). Y la primera fila recoge los encabezamientos que dan entrada:

- a las descripciones de los de objetivos distribuidos en los distintos niveles,
- a los indicadores,
- a los medios de verificación,
- a los supuestos de riesgos, y
- a los costes económicos, presentados en facturas proformas anexas.

	Descripción de objetivos	Indicadores verificables	Medios de verificación	Supuestos de riesgos	Costes económicos
Fin					
Propósito					
Componentes					
Actividades					

Tabla 10.1  
Matriz 4x5, para un marco lógico.

En realidad, define a una matriz de multicriterios, donde interaccionan:

- objetivos,
- acciones para la obtención de logros,
- modos de verificación, y
- análisis de riesgos, en el éxito del proyecto o del programa.

Estas matrices permiten:

a). Establecer las interacciones entre los elementos que intervienen en el marco lógico. En definitiva, habrá 12 casilleros de interacciones:

- indicadores del fin,
- medios de verificación del fin,
- supuestos riesgos del fin,
- indicadores del propósito,
- medios de verificación del propósito,
- supuestos de riesgos del propósito,
- indicadores de los componentes,
- medios de verificación de los componentes,
- supuestos de riesgos de los componentes,
- indicadores de las actividades,
- medios de verificación de las actividades, y
- supuestos de riesgos de las actividades.

b). Y examinar, en vertical, de abajo hacia arriba, los vínculos de dependencia, entre los objetivos

implicados.

Las interacciones indicadas:

- Recogen los criterios tenidos en cuenta en la selección de proyectos, entre las diferentes alternativas, con lo que se describen los perfiles I.
- Y son sumamente necesarias para la preparaciones de los perfiles II y para la orientaciones de los proyectos

En la selección de la mejor alternativa intervienen:

- análisis ambientales,
- análisis económicos,
- análisis institucionales y
- análisis financieros.

El análisis ambiental considera, de entrada, el coste de la mitigación de impactos y el posible coste de daños de las diferentes alternativas. El análisis económico trata de determinar la alternativa de mínimo coste. El análisis institucional identifica las alternativas más viables, en relación con la realización del proyecto. Y el análisis financiero examina la capacidad de aportar capital y de sostener la operación del proyecto, en el contexto de las demandas financieras de todo el sector.

Una buena parte de los análisis institucionales y financieros están relacionados con la columna de los supuestos.

La preparación de un perfil II consiste en dimensionar un proyecto, o un programa.

En el caso de un proyecto, el dimensionamiento diseña las actividades, los componentes, el propósito y el fin que se busca. Cuando se trata de un programa, se diseña, además, los restantes propósitos implicados, con sus respectivos componentes y actividades, que sirven de base.

La orientación es la fase:

- Donde se identifican a los indicadores y a los medios de verificación de los distintos niveles de jerarquización de los objetivos.
- Y en la que se precisan los supuestos que tienen que cumplirse, para lograr las actividades, los componentes, los propósitos y el fin.

Si el proyecto está bien diseñado, se deduce:

- Que las actividades específicas, que sustentan a cada componente, son necesarias para producirlo.
- Que los componentes resultan imprescindibles para lograr el propósito del proyecto.
- Y que si se logran los propósitos del proyecto, éste contribuirá a lograr el fin del programa de enmarque.

Después de redactados los documentos de los proyectos, según las matrices del marco lógico, y si son aceptados, se preparan:

- los planes de ejecución y
- los análisis y las preparaciones de los documentos de préstamo.

Cuando se alcanzan estas situaciones, se está en condiciones para ejecutar el proyecto, o los proyectos de un programa.

Durante la fase de realización:

- de un proyecto, o
- de varios, articulados en un programa,

se chequean las actividades y los componentes con los indicadores y medios de verificación. De esta forma, se puede detectar el grado de cumplimiento de los propósitos, o propósitos, que conducirán al fin.

## 7. LISTA DE VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DE UN PROYECTO.

Los autores del marco lógico prepararon el siguiente listado de verificación, respecto a la “bondad” de un proyecto:

1. El Fin está claramente expresado.
2. Los indicadores del Fin son verificables en términos de cantidad, calidad y tiempo.
3. El proyecto tiene un sólo Propósito.
4. El Propósito está claramente expresado.
5. Los indicadores del Propósito no son un resumen de los Componentes, sino una forma independiente de medir el logro del Propósito.
6. Los indicadores del Propósito sólo miden lo que es importante.
7. Los indicadores del Propósito tienen medidas de cantidad, calidad y tiempo.
8. Los indicadores del Propósito miden los resultados que se esperan al término de la ejecución del proyecto.
9. Los Componentes del proyecto están claramente expresados.
10. Los Componentes están expresados como resultados.
11. Todos los Componentes son necesarios para cumplir el Propósito.
12. Los Componentes incluyen todos los rubros, de los cuales el gerente del proyecto es responsable.
13. Los indicadores de los Componentes son verificables en términos de cantidad, calidad y tiempo.
14. Las Actividades incluyen todas las acciones necesarias para completar cada Componente.
15. Las Actividades identifican todas las acciones necesarias para recoger información sobre los indicadores.
16. Las Actividades son las tareas, cuyos costos incurre en el proceso que conduce a completar los Componentes.
17. La relación entre las Actividades y el presupuesto es realista.
18. La relación entre el Propósito y el Fin es lógica y no omite pasos importantes.
19. La relación entre Componentes y el Propósito es realista.
20. La lógica vertical entre las Actividades, los Componentes, el Propósito y el Fin es realista en su totalidad.

21. El Propósito más los supuestos a ese nivel describen las condiciones necesarias y suficientes para lograr el Fin.
22. Los Componentes más los supuestos a ese nivel describen las condiciones necesarias y suficientes para lograr el Propósito.
23. Los supuestos, a nivel de Actividad, no incluyen ninguna acción que tenga que llevarse a cabo antes de que puedan comenzar las Actividades. Las condiciones precedentes se detallan en forma separada.
24. La columna de medios de verificación identifica donde puede hallarse la información para verificar cada indicador.
25. El marco lógico define la información necesaria para la evaluación ex-post.

## CAPÍTULO 11

### ANÁLISIS DE PROYECTOS QUE SE ADAPTEN A LA ORDENACIÓN DE UN TERRITORIO.

#### ESQUEMA:

1. Recursos y presiones de uso.
2. Índices de uso de los proyectos de conservación, mejora y desarrollo.
3. Los impactos ambientales en superficie y en la vertical.
4. Guía procedimental para el estudio de los impactos ambientales.
5. Control ambiental.

#### 1. RECURSOS Y PRESIONES DE USO.

Se entiende por *recursos* al conjunto de explotaciones, reales o potenciales, de activos de un territorio.

Los activos ambientales podrán ser:

- de biodiversidad,
- de bienes naturales renovables,
- paisajísticos,
- edafológicos, con sus implicaciones agrícolas,
- étnicos, con sus contenidos arqueológicos,
- artísticos-urbanísticos,
- de lugares de eventos históricos,
- de bienes naturales no renovables,
- y otros,

Las explotaciones serán sustentables siempre que no se atenten a las reservas de los activos. Esto implicaría:

- que los recursos no quedasen hipotecados, y
- que pudieran usufructuarlos futuras generaciones.

Ciertamente habrán explotaciones que inevitablemente conllevarán el agotamiento de los activos, como ocurre con las explotaciones mineras. En tales circunstancias:

- Se tendrá el máximo cuidado de que, por rebote, no se hipotequen otros activos, o que los efectos en estos sean mínimos y factibles de corregir con medidas mitigadoras.
- Y que el terreno directamente afectado por las explotaciones mineras soporten, en una fase simultánea e inmediatamente posterior al cese de las actividades productivas, actuaciones de efectivas restauraciones.

Las *reservas* se definen como las “alimentaciones” de los recursos. Con las explotaciones sustentables, éstas aseguran la “productividad” de los activos, a lo largo de las futuras generaciones.

En términos generales, cuando una explotación afecta a la reserva de un activo, éste acaba agotándose y se estaría, en principio, ante una actividad insostenible, dentro de un esquema ecológico. Entonces, no se

descartaría que hubieran repercusiones negativas en todo el sistema, donde se ubica la intervención económica. De esto se deduce que, siempre que sea posible, de cualquier activo de un territorio, se pueden explotar sus recursos, pero no sus reservas.

Un símil ilustrativo sería comparar un activo ambiental con un activo bancario. Se puede disfrutar de los intereses (recursos) que generen las reservas, pero sin tocar el capital generador (las reservas). Cualquier disminución de las reservas implicaría una mengua en los recursos disponibles.

Por ejemplo, en un ámbito litoral, con playas y plataformas arenosas:

- serían recursos, en una explotación sustentable, los depósitos de áridos que se encuentren después de un sumidero (tras el talud de la plataforma litoral), y
- se comportaría como reservas las arenas del perfil de equilibrio de la plataforma litoral, controlado por los transportes y depósitos que soporta.

No habrían impactos físicos negativos si se explotara un banco de arenas, que se situara una vez rebasado el talud, que representaría a un sumidero.

En cambio, las extracciones de arenas sobre la plataforma litoral podrían afectar a las reservas. En determinadas circunstancias:

- con ciertas corrientes marinas, de velocidades y procedencias promediadas determinadas,
- y si las plataformas arenosas, sin continuos resaltes rocosos paralelos a la orilla, actuaran como "contenciones",

los impactos negativos, de estas explotaciones, podrían llegar, posiblemente, hasta las playas situadas aguas arriba, y se afectarían a las reservas de los depósitos arenosos playeros, al mismo tiempo que se impediría la llegada de áridos al depósito que se encuentra una vez que se rebasa el talud (el otro recurso).

El concepto de presiones de uso está muy próximo al de presiones ambientales.

Las presiones de uso definen los impactos ligados a una explotación, o a una actividad antrópica en general.

Estos impactos, que a su vez clasifican a las explotaciones, o a las actividades, y de acuerdo con Estruch (1992), pertenecerán a una de las siguientes categorías:

- impactos compatibles,
- impactos moderados,
- impactos severos, o
- impactos críticos.

Los impactos compatibles tienen poca identidad. El continente y/o contenidos afectados se recuperan en poco tiempo, si cesan las causas de la alteración. Se refieren, más bien, a la biomasa. Este tiempo corto no debe superar a un año.

Los impactos moderados se relacionan con acciones, que producen daños de poca magnitud. Pero a pesar de ello, la recuperación de la calidad ambiental, incluida la paisajística, es larga, se necesita varios lustros, una vez que cesan las causas.

Con los impactos severos, el continente y/o los contenidos vuelven a sus condiciones iniciales muy difícilmente. Se requiere, a menudo, la adopción y puesta en práctica de medidas correctoras, o de restauración.

Los impactos críticos superan un "umbral" determinado, a partir del cual, el ambiente no puede volver a las condiciones iniciales, respecto al equilibrio ecológico, o a las calidades que se pueden medir, aunque

intervengan medidas correctoras, o de restauración. Se identificarían con situaciones no sustentables. Desaparecen algunos componentes significativos del continente o del contenido del territorio en cuestión.

## 2. ÍNDICES DE USO DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACIÓN, MEJORA Y DESARROLLO.

Para el estudio de los índices de uso de los proyectos, se requiere desarrollar los siguientes epígrafes:

- Concepto de índice de uso y metodología para su cálculo.
- Ejemplos de cálculos y de sus interpretaciones.
- Propuesta de índices de uso, respecto a camaroneras, a modo de ejemplo.

### **1. Concepto de índice de uso y metodología para su cálculo.**

El “índice de uso” es un valor numérico, que traduce:

- el grado de aceptabilidad de un proyecto, o de un uso determinado del territorio, o
- la alternativa óptima, si la hubiera,

en relación con las calidades de una unidad territorial, o ambiental.

El índice representa a la cara inversa de otro, que midiera el impacto global.

El índice de uso se estima mediante unos parámetros significativos, que se clasifican como:

- de permisibilidad, y
- de idoneidad.

Estos serán específicos para cada proyecto, o uso del territorio, y de acuerdo con las características de la unidad territorial.

Los parámetros de permisibilidad traducen si un proyecto es:

- inadmisibles, o
- admisibles.

Luego se sub-clasifican en parámetros:

- excluyentes, o
- no excluyentes.

En cambio, los parámetros de idoneidad son conmensurables (se pueden comparar y sumar), y se refieren a la “bondad” del proyecto. Uno o varios de estos, con valores cero, no implican la inaceptabilidad del uso que se propone, o que tiene lugar. Pero sí repercutirá en la caída de su valor de idoneidad, que se deberá considerar, en la toma de decisiones, o en las recomendaciones.

El conjunto de parámetros de idoneidad medirán la optimicidad del proyecto, en el supuesto de que sea admisible.

La fórmula de cálculo, del índice de uso, se ajustará a las anteriores hipótesis de partida. Eso se consigue, entre otras alternativas, si se aplica una expresión, en donde:

1. Los parámetros de permisibilidad se encuentren como “multiplicadores” de toda la expresión matemática, y tomen los valores de:

- uno, cuando el proyecto es admisible, y
- cero, si el proyecto es inadmisibles.

De esta manera, un sólo parámetro excluyente (con un valor cero) determina un índice nulo (rechazo total), o inviabilidad.

2. Los parámetros de idoneidad aparezcan como “sumandos”. Los valores de estos estarán dentro de una escala arbitraria, por ejemplo, entre 0 y 10.
3. Como todos los parámetros de idoneidad no tienen la misma importancia, estos estarán afectados por coeficientes al respecto, en tantos por uno. Así, en el caso hipotético de una calificación máxima, en todos los parámetros, no se rebasa la escala establecida.

Según las premisas anteriores, la expresión matemática se configura como sigue:

$$I_u = \left[ \sum_{i=1}^n C_i N_i \right] \pi [M_j]_{j=1}^m$$

donde:

- $I_u$  = índice de uso,
- $C$  = coeficientes de importancia de los parámetros de idoneidad, en tantos por uno,
- $N$  = valores de los parámetros de idoneidad, en una escala de 0 a 10.
- $n$  = número máximo de parámetros de idoneidad,
- $M$  = parámetros de permisibilidad, con valores de 0 ó 1,
- $m$  = número máximo de parámetros de permisibilidad.

Un  $I_u$  con valor cero indica inadmisibilidad.

## 2. Ejemplos de cálculos y de sus interpretaciones.

Si bien para diseñar los parámetros del índice de uso se tiene que tener presente las características del proyecto y las peculiaridades del territorio, se pueden hacer, a priori, unas formulaciones generales de estos, que posteriormente se reajustarán, además de añadir unos nuevos o suprimir otros, de acuerdo con la realidad de lo que se quiere hacer e intervenir.

### Primer caso: Explotación de conos de picón.

Santos (1988) define el “índice de evaluación de la explotación de un cono de picón”, mediante una expresión, que equivale a un índice de uso. La estimación la hace, aunque ligeramente modificada, conforme con la siguiente formulación:

$$I_v = (0.6V + 0,3D + 0,1C) SHJKLMNQR$$

en donde:

- $I_v$  = Índice de valoración de uso,
- $V$  = Parámetro de visualización,
- $D$  = Parámetro de distancia al centro de consumo,
- $C$  = Parámetro de las características del cono a explotar, respecto a la idoneidad de uso,
- $S$  = Parámetro de singularidad geológica, recurso didáctico e interés científico,
- $H$  = Parámetro de la biocenosis rara, o en peligro de extinción, que soporta,
- $J$  = Parámetro de ubicación (en parques, parajes protegidos u otros lugares),
- $K$  = Parámetro en relación con la existencia de instalaciones militares,
- $L$  = Parámetro en relación con la existencia de zonas urbanizadas,
- $M$  = Parámetro del grado de explotación en que se encuentra el recurso,
- $N$  = Parámetro en relación con la existencia de estructuras de telecomunicaciones,

- Q = Parámetro en relación con cultivos, y  
R = Parámetro respecto a la presencia de industrias.

Segundo caso: Intervenciones en lagunas costeras.

En el manejo de lagunas costeras, o ambientes próximos (saladares, por ejemplo), el índice de uso de determinados proyectos se estimará, en principio, con una serie específica y peculiar de factores, o parámetros, exógenos, antropogénicos (extraños e introducidos por el hombre), frecuentemente inherentes a la ejecución de las intervenciones. Estos parámetros medirán, entre otras cosas, la sostenibilidad de los recursos biológicos y geológicos significativos del ecosistema. Un listado provisional, al efecto, sería:

*Factores o parámetros de la idoneidad de un proyecto:*

- a). Justificación socioeconómica de la intervención, o como repercutiría ésta en la protección y conservación del medio ambiente. Coeficiente de importancia: 0.25.
- b). Grado de impacto paisajístico. Cómo se visualiza la intervención, y/o vertidos ocasionados por el uso del territorio. Coeficiente de importancia: 0.10.
- c). Efectos sobre la biocenosis que producen el levantamiento, o la eliminación, de tendidos de cables sub-aéreos, u otras estructuras, en el borde o a través de la laguna. Se considera, básicamente, la mortandad, por choques, en una avifauna a proteger. Coeficiente de importancia: 0.35.
- d). Removilizaciones muy localizadas y transitorias de los sedimentos de la laguna. La turbidez no debe producir efectos significativos en la biocenosis. Coeficiente de importancia: 0.20.
- e). Actuaciones en el entorno próximo (en la vegetación de borde), que conlleven una caída en la aportación de materia orgánica a los mares vecinos, desde la laguna. La productividad y riqueza de los ecosistemas marinos dependen, en parte, de estas aportaciones. Coeficiente de importancia: 0.05.
- f). Características de la infra-estructura necesaria para el proyecto, previas y a realizar en el territorio circundante. Coeficiente de importancia: 0.05.

*Factores que determinan la permisibilidad, o no, de un proyecto:*

- A. Conformidad del proyecto con los usos y explotaciones regulados por la legislación, referente a la conservación de espacios naturales bajo protección.
- B. Todas aquellas perturbaciones que repercutan:
  - en las áreas de refugio (dormitorios) y reproducción animal, y
  - en las áreas de hibernada, para aves migratorias,del ecosistema lagunar.
- C. Destrucción, u ocultación, de singularidades geológicas, de interés por su rareza científica y/o por representar recursos didácticos muy interesantes, ausentes en entornos de carácter regional.
- D. Cambios físico-químicos (temperatura, contenido en oxígeno disuelto, salinidad, pH, etc.), que rebasen, por separado, o en conjunción, el umbral crítico de tolerancia, a partir del cual hay letalidad, en mayor o menor grado, en la biocenosis lagunar. Se tiene presente si se atenta:
  - a la singularidad biológica, y
  - a la supervivencia de unas posibles especies raras, o en peligro de extinción, del ecosistema.

De este factor general, se deriva una serie de factores particulares, que se recogen en los apartados que se enuncian a continuación.

E. Recepción de aguas residuales, tanto industriales como urbanas, en lagunas con restingas arenosas. Los cambios físico-químicos ligados:

- a la contaminación física, química y orgánica,
- a la turbidez que se origina, y
- a la obstrucción de la porosidad,

en el depósito arenoso, por los fangos de las aguas residuales, pueden:

- Crear condiciones desfavorables para los organismos filtradores. Las partículas tuyen los sistemas de alimentación y filtración de los mismos.
- Llegar al límite de la letalidad de muchas especies de la biocenosis lagunar, por las nuevas condiciones físico-químicas introducidas.
- Desarrollar condiciones poco propicias para el establecimiento de comunidades maduras.
- E impedir la renovación del agua, por una circulación lateral-vertical, por lo que perdura las condiciones adquiridas de letalidad.

F. Construcción de obras que alteren los aportes de agua a la laguna. Por ejemplo, abertura de una bocana. Con ello, cambiarían las características ambientales, que condicionan a la biocenosis.

G. Removilizaciones significativas de los sedimentos, por actuaciones mecánicas en el fondo. La turbidez puede producir efectos sensibles en determinadas especies de la biocenosis. De esta manera, se alteraría la cadena trófica del ecosistema.

H. Actuaciones en áreas próximas, o dentro del ambiente, que impliquen modificaciones en los aportes sedimentarios hacia la laguna y en la deposición de los áridos en ella. Por tales motivos, se alteraría la batimetría lagunar que, a su vez, provocaría cambios en los factores físico-químicos del medio acuático, que regulan la vida en el ecosistema.

I. Creación de barreras físicas internas, que perturben el diagrama de transporte de sedimentos, en el ámbito lagunar. Esto trae consigo cambios batimétricos, con sus efectos en la biocenosis.

#### Tercer caso: Obras marítimas en relación con playas arenosas.

En el supuesto de que se regenere una playa natural, o se construya una artificial, sin considerar la ordenación del territorio circundante, para el cálculo del índice de uso, se operará con una serie específica de parámetros. Muchos de éstos se pueden recuperar en otros proyectos, que requieran la construcción de obras marítimas. Éste sería el caso de algunas camaronerías.

En la secuenciación de los parámetros de idoneidad, éstos se analizan, en principio, de acuerdo con tres criterios. De mayor a menor importancia, son:

- Justificación socioeconómica del proyecto, y cómo repercute éste en la protección-conservación de medio ambiente.
- Características del territorio, que pueden impedir, en cierta medida, aunque no de forma excluyente, la ejecución del proyecto: la viabilidad ambiental del mismo.
- Y aspectos de la infraestructura subsidiaria, necesaria para el proyecto, previas y a realizar en el territorio circundante.

Se establece el siguiente inventario de parámetros de idoneidad.

*Primer bloque (aspectos socioeconómicos y situación ambiental):*

- a). Grado de inestabilidad sedimentaria en que se encuentra la playa a regenerar. Coeficiente de importancia = 0.105.
- b). Repercusiones socioeconómicas que pueden tener la ejecución y explotación del proyecto, en los núcleos urbanos próximos. Coeficiente de importancia = 0.105.
- c). Importancia habitacional de los núcleos urbanos usufructuarios y para el uso turístico. Coeficiente de importancia = 0.092.
- d). Distancia de núcleos urbanos usufructuarios. Coeficiente de importancia = 0.092.
- e). Caracterización de la climatología dominante, en relación con el uso y disfrute de la playa. Coeficiente de la playa = 0.079.
- f). Cómo se integra la obra marítima en el paisaje, y grado de recuperación de la calidad ambiental del entorno. Coeficiente de importancia = 0.079.
- g). Grado de alteración de recursos didácticos o de interés científico. Coeficiente de importancia = 0.079.

*Segundo bloque (viabilidad ambiental del proyecto):*

- h). Presencia de actividades agrícolas. Coeficiente de importancia = 0.066.
- i). Influencia de industrias próximas, que puedan perturbar el uso y disfrute de la playa. Coeficiente de importancia = 0.066.
- j). Presencia de un fondo inactivo, que no actúe de contención, dentro de la unidad territorial (playa sumergida), para la extracción de los áridos, que se utilizarán en la alimentación artificial. Coeficiente de importancia = 0.060.
- k). Distancia de un fondo inactivo o de una cantera, a cielo abierto, de donde se extraerán los áridos para la alimentación artificial. En el caso de que los áridos procedan de un fondo inactivo, se tendrá en cuenta la profundidad del depósito. Coeficiente de importancia = 0.039.

*Tercer bloque (infra-estructuras subsidiarias):*

- l). Características topográficas y geológicas de relieves emergidos, que condicionarán la creación y/o ampliación de redes viarias y de servicios (carreteras, conducción de agua, alcantarillado, tendidos eléctrico y telefónico, etc.). Coeficiente de importancia = 0.039.
- m). Existencia de infraestructura viaria, de acceso a la playa, previa a las obras. Coeficiente de importancia = 0.026.
- n). Características de la infra-estructura viaria previa, de acceso a la playa. Coeficiente de importancia = 0.026.
- ñ). Proximidad de las redes de servicio, previas a las obras. Coeficiente de importancia = 0.026.
- p). Características de las redes de servicio, previas a las obras. Coeficiente de importancia = 0.026.

En cuanto a los parámetros de permisividad, se considerarán, a priori, los siguientes, sin descartar posteriores exclusiones o inclusiones de otros :

- A. Intervención insostenible, en relación con los procesos sedimentarios en otros ambientes. Dicho de otra manera, si se alteran, o no, los aportes de áridos al resto de las playas, de su provincia

morfodinámica. También se incluyen aquí los posibles desequilibrios en el ambiente playero, ante intervenciones en la playa sumergida.

- B. Destrucción u ocultación, o no, de singularidades geológicas, de interés por su rareza y/o recursos didácticos muy significativos.
- C. Creación, o no, de infra-estructuras que interfieran la capacidad de recuperación sedimentaria de una playa, después de situaciones erosivas inusitadas. Por ejemplo, barreras viarias, con elementos edificatorios, que separen una playa de su campo de dunas.
- D. Sostenibilidad, o no, de los recursos biológicos significativos de la playa sumergida:
  - tanto intervenida,
  - como no intervenida directamente, pero sí influenciada.
- E. Grado de alteración en la biocenosis terrestre rara y/o en peligro de extinción.
- F. Existencia, o no, de:
  - enclaves arqueológicos,
  - edificaciones artístico-culturales, y
  - escenarios de eventos históricos, significativos para los lugareños.
- G. Existencia, o no, de instalaciones militares estratégicas próximas.
- H. Calificación, o no, del territorio como:
  - parque nacional, o
  - unidades ambientales de no intervención.
- I. Existencia, o no, de infra-estructuras sumergidas:
  - energéticas,
  - de comunicaciones, o
  - de servicios (emisarios).

Se entiende por intervención insostenible cuando se afectan, irreversiblemente, a factores ecológicos significativos, que impliquen el agotamiento y/o irrecuperabilidad del recurso, o recursos, de la unidad ambiental.

Luego, el índice de uso tomará la formulación:

$$I_u = [(0.105)a + (0.105)b + (0.092)c + (0.092)d + (0.079)e + (0.079)f + (0.079)g + (0.066)h + (0.066)y + (0.060)j + (0.039)k + (0.039)l + (0.026)m + (0.026)n + (0.026)ñ + (0.026)p]ABCDEFGHI$$

Como ilustración, sea una playa, objeto de un proyecto de obras marítimas. En ella, el área de intervención, y su entorno, se ajustan a las siguientes hipótesis:

1. La playa está degradada por vertidos sólidos.
2. Se trata de un ambiente arenoso, de 800 x 250 metros en bajamar viva, inestable, significativamente disipativa a lo largo de ciclos sedimentarios cortos. El depósito corresponde a un sistema sedimentario abierto, aunque los aportes externos son muy precarios.
3. Se encuentra ubicada, aguas arriba, junto a otras playas de reducidas dimensiones, en una amplia caleta, que define una provincia morfodinámica. Los aportes sedimentarios proceden, en su mayor parte, de un barranco localizado aguas arriba.

4. El territorio carece, y dista considerablemente, de una red adecuada de infra-estructuras de servicios (distribución de agua potable, alcantarillado, tendidos eléctrico y telefónico, etc.), que haga a la playa idónea como recurso lúdico y turístico, en general.
5. Las condiciones climáticas, el componente paisajístico y una vías de comunicación próximas, muy aceptables, permitiría el desarrollo de un importante turismo.
6. El relieve y sus características geológicas no crearían problemas en la ampliación de la red viaria.
7. Los terrenos colindantes con la playa son baldíos y tienen una vegetación escasa, pero contrastada en la zona. Así, quedan individualizados del resto. La fauna terrestre, poco abundante, se caracteriza por especies a extinguir. También destaca la nidificación de aves protegidas, en acantilados próximos.
8. En las cercanías no hay enclaves arqueológicos.
9. Estos terrenos han sido recalificados para uso urbanístico (residencial estacional, por ejemplo).
10. La flora y la fauna marina son poco significativas.
11. El núcleo poblacional usufructuario, que se encuentra a unos 25 kilómetros de la playa a regenerar, tiene unos 25.000 habitantes, y sufre una elevada tasa de paro (un 22%).

Las obras marítimas, diseñadas en el proyecto, consisten:

- a). En la construcción de estructuras fijas: dos apoyos laterales semi-sumergidos, armonizados con el entorno, que penetran mar adentro. La separación de estos espigones es la adecuada, de acuerdo con las dimensiones de las penetraciones de los mismos.

Los materiales necesarios para la construcción de las estructuras proceden de una cantera, a cielo abierto, de otro lugar muy lejano, que encarece de forma excesiva el metro cúbico de áridos.

- b). Y en una realimentación artificial de arena, desde otra playa sumergida inactiva, fuera de su provincia morfodinámica.

La restauración terrestre y la ornamentación paisajística se hace con una flora autóctona.

La playa soportará una clásica urbanización turística estacional.

A partir de la descripción del proyecto, y de las características del entorno a intervenir, se deduce lo siguiente:

1. En este supuesto, los parámetros de permisibilidad tienen todos el valor 1. De forma muy estricta, habría un parámetro excluyente, el que considera las alteraciones en otras playas de su provincia morfodinámica (parámetro A). Sin embargo, dado que estos ambientes sedimentarios, situados aguas abajo respecto a la intervención, son de dimensiones reducidas y, por consiguiente, de escaso interés, prácticamente no conllevan la inadmisibilidad del proyecto.
2. Los de idoneidad toman estas otras estimaciones, dentro de una escala de 0 a 10, como se recoge en la tabla 11.1:

a = 10	b = 10	c = 04	d = 04
e = 10	f = 08	g = 10	h = 10
i = 10	j = 00	k = 00	l = 10
m = 00	n = 00	ñ = 00	p = 00

Tabla 11.1  
Valores de los parámetros de idoneidad, en el ejemplo.

Se obtiene un índice de uso de 7.304. Este valor se calcula de acuerdo con la expresión:

$$I_u = [(0.105)10 + (0.105)10 + (0.092)4 + (0.092)4 + (0.079)10 + (0.079)8 + (0.079)0 + (0.066)10 + (0.066)10 + (0.060)0 + (0.039)10 + (0.026)0 + (0.026)0 + (0.026)0 + (0.026)0] \cdot 1 = 7.226$$

El índice calculado traduce una aparente buena aceptabilidad del proyecto. Sin embargo, su bondad, para una buena toma de decisiones, se determinará:

1. Con un análisis de la caída de la calidad ambiental, que implicaría su ejecución, en la unidad territorial afectada.
2. Mediante la aplicación de una matriz de evaluación de impactos, que identifiquen y cuantifiquen:
  - el grado y signo del impacto, de las distintas acciones, y
  - la alteración de los factores y procesos geo-ambientales, bio-ambientales y socioeconómicos.
3. Y, en definitiva, una discusión sobre la sustentabilidad de la intervención pretendida.

### 3. Propuesta de índices de uso, respecto a camaronerías, a modo de ejemplo.

Para las camaronerías, y a modo de marco de referencia, se pueden barajar los siguientes bancos de parámetros:

#### 1. Parámetros de idoneidad:

- a). Justificación socioeconómica de la instalación y explotación de la camaronería.

Coefficiente de importancia: 0.060.

- b). Efectos en el equilibrio ecológico acuícola, de la unidad territorial, y/o ecosistemas próximos:

- Por el empleo, en la camaronería, de biocidas (antibióticos), de otros productos bioquímicos-químicos, y de piensos. Los biocidas pueden provocar resistencias a una flora bacteriana patógena.
- Por materiales de desecho, provenientes de la actividad de la granja camaronería.
- Por escape de especies exóticas, que pudieran desplazar a otras especies locales de sus nichos, o producir la transmisión de enfermedades muy virulentas, en esas especies locales, al no estar preparadas para sufrirlas.
- Y por las resuspensiones sedimentarias, transportadas por las aguas de descarga, en las operaciones de mantenimiento de estas granjas.

Obviamente, en este parámetro, se tienen presente:

- Los cambios físico-químicos introducidos directamente en el medio acuático (temperatura, contenido en oxígeno disuelto, salinidad, pH, etc.).
- Y la eutroficación, controlada o no, de las aguas aledañas, que conlleva otros cambios físico-químicos, inducidos indirectamente.

La eutroficación puede:

- dar lugar a situaciones de anoxia, y/o

- poner en peligro determinadas especies, que desempeñan unas funciones específicas en el equilibrio ecológico, independientemente de que sean, o no, raras o en peligro de extinción.

En la valoración de este parámetro, se contemplarán, entre otras cosas:

- El tipo de tratamiento de las aguas servidas (residuales) efluentes, para reducir la eutroficación y la contaminación química-bioquímica y por resuspensiones sedimentarias.
- Y la probabilidad de que se llegara a situaciones de umbral crítico de tolerancia, por los cambios físico-químicos introducidos, por separado o en conjunción, a partir del cual habría letalidad en una biocenosis significativa

Coefficiente de importancia: 0.072.

- c). Perturbaciones en la biomasa de la zona ocupada, de borde e interpuesta, por la instalación de la propia camaronera y por la construcción de infra-estructuras viarias y de servicios.

Aquí, se considera la destrucción parcial, por desforestación, o por otras causas, del hábitat de una fauna, de cierto interés.

Coefficiente de importancia: 0.072.

- d). Efectos sobre la biocenosis, que produce el levantamiento de tendidos eléctricos, requeridos por la camaronera.

Se considera, básicamente, la mortandad, por choques, en una avifauna a proteger.

Coefficiente de importancia: 0.072.

- e). Posibles cambios en el micro-clima, por la instalación y explotación de la camaronera.

Los cambios se podrían deber, por ejemplo, a las desforestaciones efectuadas. Cabe la posibilidad que se pusiera en peligro, por estos cambios, una parte de la flora y fauna, o influir en sus vitalidades, de la unidad territorial intervenida. Como ilustración, sirve la sensibilidad de los manglares, frente a leves cambios de temperatura, en cuanto al contenido de número de especies arbóreas.

Coefficiente de importancia: 0.024.

- f). Caracterización del sustrato físico y de la climatología dominante, en relación con la optimicidad de la explotación de la camaronera.

Coefficiente de importancia: 0.096.

- g). Medida en que unas contaminaciones repercutirían en la productividad de la camaronera.

Las contaminaciones podrían darse a través del aire (como la lluvia ácida), o por medio de las aguas, que utilizaran la factoría.

Coefficiente de importancia: 0.096.

- h). Grado de distorsión paisajística, por la visualización de la instalación, en un entorno con una alta calidad de paisaje, que se utiliza como escenario recreacional-turístico.

Coefficiente de importancia: 0.090.

- i). Presencia de otros usos del territorio, y grado de conflictividad, que conllevaría la instalación y explotación de la camaronera.

Coefficiente de importancia: 0.078.

j). Alteraciones de los procesos y efectos de erosión y sedimentarios. Se contempla, principalmente:

- El aumento puntual de la erosionabilidad, en la zona ocupada. La causa podría estar en la deforestación.
- Y las consecuencias en los depósitos de áridos de las playas no significativas, ubicadas aguas abajo.

Coefficiente de importancia: 0.048.

k). Existencia previa de infra-estructuras viarias y de servicios, y sus estados de conservación.

Coefficiente de importancia: 0.102.

l). Características topográficas y geológicas del relieve, que condicionarán la creación y/o ampliación de redes propias viarias y de servicios.

Coefficiente de importancia: 0.083.

m). Proximidad, y estado de conservación, de redes principales viarias y de servicios.

Coefficiente de importancia: 0.107.

NOTA: Los coeficientes de importancia presentados son solamente tentativos. Habrán que ajustarlos conforme con una realidad concreta.

## II. Parámetros de permisibilidad:

A. Conformidad de la ubicación de la camaronera con los usos y explotaciones regulados por la legislación, respecto a territorios a proteger, como pueden ser los parques nacionales.

B. Atentado a una biodiversidad de muy alto significado, en relación con su contenido en especies vegetales o animales raras o en peligro de extinción, ante:

- La destrucción de biomasa (por ejemplo, de un manglar con especies endémica, propias o de cobijo).
- La ocupación o la instalación de infra-estructuras, en zonas de reproducción, refugio (dormitorio), o de hibernada (esto último para aves migratorias protegidas).
- La introducción de especies exóticas, que se pudieran escapar de las piscinas, en los procesos de mantenimiento (descargas). Las especies exóticas que se escaparan podrían:
  - a). Desplazar o dominar a las propias del lugar.
  - b). Cruzarse con estas, con la consiguiente pérdida de información genética.
  - c). O transmitir enfermedades exóticas, que produjeran efectos muy virulentos en las especies locales, por no estar preparadas para sufrirlas.
- U otras causas, como la eutroficación del medio acuático aledaño.

C. Probabilidad de que se llegara al umbral crítico de tolerancia, en relación con la letalidad de una biocenosis significativa a proteger, del ecosistema acuícola de la unidad territorial.

La letalidad se debería a los cambios físico-químicos (temperatura, oxígeno disuelto, pH, etc.), por separado o en conjunción, inducidos por la intervención.

D. Alteración o destrucción de ecosistemas acuícolas significativos periféricos, por enterramientos u otras causas, achacables a los procesos y efectos colaterales, que implicarían unas obras o actividades anexas a la camaronera.

Aquí entrarían, entre otras cosas, las repercusiones en unas formaciones coralinas próximas, cuando éstas se tuvieran que proteger y conservar, por una serie de razones específicas.

E. Construcción de obras marítimas, por exigencias de la camaronera, que impliquen obstaculizaciones significativas en los aportes sedimentarios, hacia áreas sensibles, de especial valor ecológico, como pueden ser ciertos manglares, con un alto grado de biodiversidad.

F. Obstaculización significativa, por las intervenciones realizadas, a requerimientos de la camaronera, de la alimentación sedimentaria de una playa arenosa, de interés, ubicada aguas abajo.

G. Retroceso generalizado de la línea de costa, en un tramo significativo del litoral, por las obras inherentes a la camaronera.

H. Destrucción, u ocultación, de singularidades geológicas, de interés por su rareza científica y/o por representar recursos didácticos muy interesantes, ausentes en entornos de carácter regional.

I. Ocupación de un área de especial significado etnográfico-histórico-artístico.

J. Proximidad de un foco contaminante (por ejemplo, una industria de refinados de petróleo), aguas arriba, que provocara contaminaciones nocivas en los camarones (por ejemplo, de mercurio), con repercusiones en sus consumidores.

K. Proximidad, o no, de instalaciones militares estratégicas.

### 3. LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN SUPERFICIE Y EN LA VERTICAL.

#### **a). Generalidades y escenario de los impactos.**

El concepto de impacto ambiental (I.A.) se refiere a la alteración que se produce en un territorio, ya sea medio natural o medio ambiente, con la ejecución de un proyecto o actividad del hombre.

Se entiende por *medio natural* un sistema, o territorio, donde no se deja sentir sensiblemente, y de forma directa, las intervenciones del hombre, con sus efectos. De una forma estricta, no existe en la actualidad ningún medio natural, ya que los efectos del hombre, indirectamente, llegan a todos los puntos de la Tierra (las alteraciones en el efecto invernadero, las modificaciones en la capa de ozono, la lluvia ácida, y otros efectos transfronterizos, a mayor o menor escala).

Un *medio ambiente* es un sistema que padece las intervenciones directas del hombre, con sus efectos.

Se puede intuir el concepto de impacto ambiental desde una perspectiva de la evolución de un territorio a lo largo del tiempo. Dentro de este enfoque, se puede partir:

- de un medio natural, o
- de un medio ambiente.

Un medio natural 1, sin unas intervenciones directas antrópicas, evolucionaría a un medio natural 2, con el transcurso del tiempo. Con unas intervenciones directas del hombre, se obtendría también una evolución, para transformarse en un medio ambiente. En un momento dado, las diferencias que se pudieran establecer entre el medio natural 2 y el medio intervenido, procedente del medio natural 1, corresponderían a las alteraciones calificadas como impactos ambientales.

Otro posible esquema, para aclarar el concepto de impactos ambientales, pudiera partir de un medio ambiente 1, que, así mismo evolucionara en el tiempo:

- por un lado, sin nuevas intervenciones antrópicas, y
- por otro, con nuevas intervenciones añadidas.

En otro momento dado, estas otras diferencias establecerán, también, medidas de impactos, que se sumarían a las residuales del medio ambiente 1.

Las alteraciones (impactos) pueden ser positivas o negativas, en cuanto que mejoren o dañen a los recursos que encierra un medio natural o medio ambiente.

Reciben el nombre de *impactos de permisibilidad* a los que producen alteraciones en los recursos que no se deben hipotecar. Un impacto negativo inadmisibile (*impacto excluyente de permisibilidad*) sería aquél que hipoteque, de forma irreversible, un recurso, de manera que no pueda ser usufructuado por futuras generaciones (un paisaje, una playa, un acuífero, etc.)

Los *impactos de idoneidad* son alteraciones que pueden beneficiar o perjudicar un recurso, pero si lo perjudica, el medio se recuperará cuando cese la intervención, de forma natural o con la ayuda del hombre. El recurso no quedaría hipotecado. El territorio habría sufrido una intervención sostenida o sustentable.

Se entiende por *sustentabilidad*, (o *desarrollo sostenido* o *sustentable*), las actuaciones que tienden a obtener el mayor "capital" de un recurso por el hombre, siempre que el sistema, donde tiene lugar la intervención, no quede hipotecado. Esto supone la preservación de la potencialidad de la biodiversidad y de la calidad del "recipiente" geológico.

Las áreas que presentan un alto grado de desarrollo, o de intervención del hombre y que, por lo tanto están más alteradas o contaminadas, son menos susceptibles de acusar los impactos que produciría la ejecución de un nuevo proyecto. En cambio, las zonas no intervenidas, o próximas a un medio natural, acusan más sensiblemente los efectos de una actuación. En este último caso, los cambios se producen de forma más intensa y rápida.

De todo lo anterior se derivan los conceptos de:

- fragilidad,
- capacidad de absorción y
- capacidad de regeneración.

La *fragilidad* y la *capacidad de absorción* son dos maneras diferentes de medir un determinado comportamiento del territorio. Una sería la inversa de la otra.

La fragilidad mide la capacidad de absorber impactos, de forma que, a mayor fragilidad, menor capacidad de absorción de impactos.

Las respuestas de una biocenosis, ante las presiones ambientales, van a depender:

- de las capacidades de resistencia y de adaptabilidad a unas nuevas situaciones en los hábitats, y
- de los papeles que desempeñan en los ecosistemas.

En principio, aunque hayan extinciones de especies, por las presiones ambientales, la evolución proseguiría y la biodiversidad continuaría dándose.

La *capacidad de regeneración* mide la potencialidad de las comunidades relicticas de flora y fauna, de un territorio, a llegar, de nuevo, a situaciones de climax. Por lo general, esta capacidad está asociada, inversamente, al impacto que soporta la unidad ambiental.

Un *estudio de impacto ambiental* (E.I.A.) tiene lugar cuando en las evaluaciones se pueden comparar:

Para simplificar la matriz, se reduce el número de factores y procesos y de acciones. Los primeros se limitan a los significativos de la unidad ambiental en cuestión. Las acciones (causas) son las propias del proyecto.

Los factores y procesos significativos, según Díaz y Martínez (1987), se corresponden con aquéllos:

- Que se alteran por algunas de las acciones del proyecto, incluida la explotación del mismo.
- Y/o que permiten la propagación de la alteración al resto del sistema, cuyo comportamiento queda modificado de manera sustancial.

Previamente al análisis de impactos, se describirán, de la forma más detallada posible, las características y cualidades de los factores y procesos significativos. Las descripciones no se restringirán a la zona de actuación, sino que abarcará a la totalidad de la unidad ambiental.

Una sistematización estándar, de los factores y procesos, se establece en función:

- a). De un ecosistema, o sistema, aunque, en la mayoría de los casos, la delimitación territorial se hace artificial o arbitrariamente.

En este grupo, se desarrollan siete niveles de síntesis, bajo dos epígrafes:

- factores y procesos abióticos, y
- factores y procesos bio-ambientales.

- b). Y de unas consideraciones socioeconómicas, en ocho niveles.

Los factores y procesos abióticos consideran tanto al “continente” (factores geo-ambientales), como a los aspectos físico-químicos del “contenido”. Estos se enumeran como siguen:

#### 1. Tierra:

- Recursos minerales/áridos. Fila 1.
- Suelo, en sentido edáfico . Fila 2. —
- Geomorfología, en el sentido de degradación o revalorización del relieve, en lo referente a riesgos para la seguridad del hombre, u obras ya construidas. Fila 3. —

#### 2. Agua:

- Explotabilidad de las aguas superficiales. Fila 4. —
- Explotabilidad de las aguas subterráneas. Fila 5. —
- Calidad físico-química del agua. Fila 6. —

#### 3. Atmósfera:

- Calidad: contenidos en gases, ruidos, olores, etc.. Fila 7. —

#### 4. Procesos físico químicos:

- Erosión geomorfológica, o destrucción de relieves. Fila 8. —
- Estabilidad de la orilla en un litoral, con las repercusiones en los balances sedimentarios de las playas afectadas directamente. Fila 9. —
- Creación de nuevos depósitos sedimentarios en el ámbito de estudio. Fila 10. —
- Modificaciones en las corrientes litorales. Fila 11.
- Modificaciones en la dinámica sedimentaria de otras playas o depósitos sedimentarios. Fila 12.

Los factores y procesos bio-ambientales forman esta otra enumeración:

5. Procesos ecológicos:

- Perturbación del ecosistema, o del equilibrio ecológico, y/o creación de barreras, que impidan la transmisión, e influencia mutua, de la biomasa. Fila 13.
- Destrucción del ecosistema. Fila 14.
- Creación de un nuevo hábitat. Fila 15.

6. Flora:

- Flora terrestre. Fila 16.
- Flora bentónica. Fila 17.
- Flora pelágica. Fila 18.

7. Fauna:

- Aves. Fila 19.
- Animales terrestres. Fila 20.
- Animales bentónicos. Fila 21.
- Animales pelágicos. Fila 22.

Los factores y procesos socioeconómicos se distribuyen en los siguientes apartados:

- Cultivos directos o indirectos. Fila 23.
- Empleo de mano de obra y de servicios. Fila 24.
- Paisaje. Fila 25.
- Uso del suelo: urbanístico residencial, deportivo, industrial, etc. Fila 26.
- Revalorización de la fachada costera, o del territorio en general. Fila 27.
- Aumento de recursos lúdicos o de explotación. Fila 28.
- Patrimonio: valor arqueológico, etnográfico, histórico, artístico, urbanístico, etc.. Fila 29.
- Especulación político-económica y conflictos sociales. Fila 30.

Cada uno de estos factores y procesos inician una fila en la matriz.

En el diseño de las matrices operativas, de amplias posibilidades de aplicación, se admite la siguiente secuencia de acciones (causas):

1. Acciones socioeconómicas:

- Expropiaciones. Columna 1.
- Discurso político: presiones sociales, intereses, debates, etc. Columna 2.

2. Acciones sobre la Naturaleza, por la actuación puntual. Se incluye el área de influencia fisiográfica, o morfodinámica:

- Operaciones previas de acondicionamiento del terreno. Se consideran, entre otras acciones, posibles talados en la zona de ocupación, movimientos de tierra, y desvíos y/o alteraciones de cauces de aguas superficiales. Columna 3.
- Operaciones de infra-estructuras subterráneas y sub-aéreas: servicios, excepto redes viarias. Columna 4.
- Construcción de redes viarias. Columna 5.

- Creación de estructuras fijas, u otras obras de ingeniería civil. Se excluyen las edificaciones de viviendas, de almacenes o de dependencias administrativas. Columna 6.
- Edificaciones anexas: viviendas, dependencias de servicios administrativos y almacenes. Columna 7.
- Toma de servicios y de desagües de las edificaciones anexas. Columna 8.
- Vertidos en general, por realización de obras, o por otras actividades. Se exceptúan los vertidos propios de las explotaciones y de los mantenimiento de las instalaciones. Columna 9.
- Explotación de recursos mineros. con sus acciones intrínsecas. Columna 10.
- Explotación de recursos energéticos blandos, como son los aéreogeneradores. con sus acciones intrínsecas. Columna 11.
- Explotaciones agrícolas, con sus acciones intrínsecas. Columna 12.
- Actividades forestales, con sus acciones intrínsecas. Columna 13.
- Instalaciones industriales, con sus acciones intrínsecas. Se incluye la acuicultura. Columna 14.
- Cambios fisico-químicos introducidos en el sistema. Se incluyen las modificaciones micro-climáticas, provocadas por el conjunto de acciones, que conlleva el proyecto o la actividad ya existente. Columna 15.
- Pantallas artificiales de vegetación. Columna 16.
- Medidas correctoras y/o restauración paisajística. Columna 17.
- Operaciones de explotación y mantenimiento. Podrían incluir la producción de ruidos, la salida de gases a la atmósfera, la probabilidad de escape de especies exótica, y la efluencia, al medio terrestre y/o acuícola, de resuspensiones sedimentarias, de desechos de biocidas, de nutrientes y de productos químicos-bioquímicos. Columna 18.

Cada una de estas acciones encabezan una columna en la matriz.

En algunas matrices, convendría duplicar las acciones sobre la Naturaleza bajo dos actuaciones diferentes:

- actuación puntual, y
- ordenación, planificación y manejo del territorio circundante, en dependencia con la anterior actuación.

Ello conllevaría a analizar y estimar los impactos, por separado:

- en la zona de ocupación del proyecto, y
- donde se realizarían los proyectos subsidiarios.

En el análisis de los impactos, dentro de las cuadrículas de interacción de una matriz específica, se pueden seguir criterios distintos. Quizás sea lo más aceptado optar por considerar los parámetros de:

- magnitud, e

- importancia.

La magnitud se representa en el triángulo izquierdo superior, en cada recuadro de intersección. Este parámetro:

- Mide el impacto, dentro de una escala relativa, de 0 a 10 (grado del impacto).
- Y puede ser positivo o negativo (beneficioso o perjudicial).

La medición del impacto corresponde al producto de la intensidad del mismo:

- Por la extensión de su área de influencia (totalidad de la superficie geográfica, donde se deja sentir una acción concreta, sobre un factor determinado). Se da en tantos por uno, en relación con la superficie de la unidad ambiental (coeficiente espacial).
- Por la probabilidad de presentación de la alteración. Define un coeficiente probabilístico, que tomará los valores entre 0 (probabilidad nula) y 1 (probabilidad de un 100 %).
- Y por un coeficiente temporal, que considere la duración del efecto introducido. Tendrá, asimismo, un valor entre 0 y 1.

Se entiende por intensidad del impacto el grado de daño, o de beneficio, que una acción tendrá sobre un factor ambiental. Se mide entre -10 y +10, de acuerdo con unos criterios de evaluación, válidos para cada casillero de interacción, es decir, para cada uno de los factores o procesos, frente a las distintas acciones recogidas en la matriz.

La importancia del posible impacto se indica en el triángulo derecho inferior. El parámetro:

- Define el marco de referencia de la alteración del factor, o proceso, desde una perspectiva de conjunto.
- Está referida a una unidad territorial en particular (ecosistema o sistema específico), y es válida sólo para ésta.
- Toma los valores de 1 a 10. El uno representa el valor mínimo, y el 10 el máximo. El cero no es válido, ya que supone una alteración en un factor o proceso que carece de interés y, en esas circunstancias, no aparecería inventariado en una matriz operativa simplificada.
- Y tiene un mismo valor a lo largo de una misma fila.

De acuerdo con Berenguer (1988), una alternativa, entre otras, a estos parámetros, sería hacer las estimaciones de los impactos en términos de intensidades:

- escasas o nulas,
- apreciables, o
- intensas.

Esto último:

- Supondría el empleo de una escala subjetiva, en tres grados.
- Y habrían serias dificultades para una posterior manipulación de los resultados parciales, en un marco de globalidad. Tales manipulaciones suelen tener bastante interés, en la discusión final de las evaluaciones de impactos ambientales.

La aplicación de estas matrices interesa en cuanto:

- Determinan índices de impactos globales.

- Establecen escalas de alteraciones, respecto a los factores y procesos ambientales considerados.
- Describen como producen las alteraciones las distintas acciones de los proyectos, que se evalúan, en los factores y procesos ambientales.
- Y, en definitiva, identifican a las intervenciones más correctas. Tales identificaciones deberán estar en coherencia con las estimaciones de los índices de uso.

Sin embargo, estas mediciones y sus interpretaciones serán de una primera aproximación, dada la simplificación del diseño.

Para todo lo anterior, a la matriz hay que añadirle tres filas y tres columnas adicionales.

La primera fila adicional lleva la sigla "a", y recoge las sumatorias parciales de las magnitudes e importancias, de cada una de las columnas. La primera columna adicional, que se le asigna también la sigla "a", recopila, asimismo, estas sumatorias parciales, pero ahora de cada una de las filas.

Se les asignan la sigla "b" a la segunda fila y a la segunda columna adicionales. En los casilleros, se encuentran factores específicos de corrección. Estos representan el tanto por uno de las sumatorias de las importancias de la primera fila o columna adicional, frente a la sumatoria del conjunto de sus valores.

La tercera fila o columna adicionales, con la sigla "c", encierran las magnitudes manipuladas del impacto. Éstas se obtienen como sigue:

- Se reajustan las sumatorias parciales de las magnitudes, respecto a la sumatoria de las importancias, tomada como 100, del conjunto de filas (columna adicional), o de columnas (fila adicional). O sea:

$$\sum M_p \rightarrow \sum I$$

$$x \rightarrow 100$$

Lo que implica que:

$$x = \frac{\sum M_p \pi 100}{\sum I}$$

x = magnitud semi-manipulada.

- Y las distintas sumatorias reajustadas se multiplican por sus respectivos factores de corrección, calculados en la fila o columna adicionales "b".

Es decir, las magnitudes manipuladas se calculan mediante la expresión:

$$M_m = \frac{\sum M_p \pi 100}{\sum I} F_i$$

donde:

$M_m$  = magnitud manipulada.

$\sum M_p$  = sumatoria de magnitudes de una fila o columna,

$\sum I_i$  = sumatoria de las importancias del conjunto de filas o columnas,

$F_i$  = factor de corrección de la fila o columna en cuestión (los valores respectivos de "b").

Luego, una magnitud manipulada, de un impacto, corresponde a una medida ponderada, que:

- tiene presente el valor total del conjunto de importancias de las otras magnitudes ponderadas, y
- está en dependencia con su propia importancia, referenciada a la sumatoria de la totalidad de importancias consideradas.

Además, se "suavizan" aquellas estimaciones que estén demasiado distorsionadas, tanto a la alta como a la baja, por la subjetividad.

La columna adicional "c" traduce en qué medida se alteraría positiva o negativamente, y, además, comparativamente, respecto a los restantes, un factor o proceso en concreto, ante el conjunto de acciones de un proyecto.

La fila adicional "c" permite identificar a las acciones que más alteración producirían en el conjunto de factores y procesos considerados. También aquí se da el doble signo y el carácter comparativo.

Para contrastar los impactos de las distintas alternativas de un mismo proyecto, o de diferentes proyectos, en un mismo territorio, se precisa definir el "índice de impacto global" ( $I_o$ ). Éste:

- corresponde a la suma de las evaluaciones, recogidas en la columna adicional "c", y
- mide el impacto del conjunto de las acciones sobre los factores y procesos ambientales inventariados.

La alternativa aconsejable correspondería, en principio, a la que tuviera el valor  $I_o$  menos negativo, o más positivo, y siempre que no conllevara parámetros excluyentes de uso.

De esta manera, se dispone de una información medio ambiental de retro-alimentación, ante posibles y/o sucesivas correcciones, o alternativas, en la redacción definitiva del proyecto, o ejecución del mismo.

La plantilla de matriz, a utilizar de forma estándar, podría ser la siguiente (tabla 11.2):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	a	b	c
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
11	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
12	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
13	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
14	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
15	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
16	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
17	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
18	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
19	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
21	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
22	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
23	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
24	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
26	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
27	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
28	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
29	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
30	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
a	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
b																					
c																					

$\sum I_i$  de la columna adicional "b" = .....  
 $\sum I_i$  de la fila adicional "b" = .....  
 $I_o$  = .....  
 Observaciones:

Tabla 11.2  
Matriz muda de causas-efectos, en versión simplificada operativa.

**3. Diseño de matrices operativas causas-efectos, específicas para las camaroneras, a modo de ejemplo.**

Para las camaroneras, se puede partir de una plantilla estándar, donde:

1. Se mantengan, en principio, los factores y procesos seleccionados.
2. Y, en cuanto a las acciones, se supriman algunas y se desplieguen otras.

Este nuevo desglose de acciones, se enumeraría como sigue:

- Expropiaciones. Columna 1.
- Discurso político: presiones sociales, intereses, debates, etc. Columna 2.
- Operaciones previas de acondicionamiento del terreno. Se consideran, entre otras acciones, posibles talados en la zona de ocupación, movimientos de tierra, y desvíos y/o alteraciones de aguas superficiales. Columna 3.
- Operaciones de infra-estructuras subterráneas y sub-aéreas, excepto redes viarias. Columna 4.
- Construcción de redes viarias, que podrían implicar posibles desforestaciones. Columna 5.
- Creación de estructuras fijas, u otras obras de ingeniería civil. Se excluyen las edificaciones de viviendas, de almacenes o de dependencias administrativas. Columna 6.
- Edificaciones anexas: viviendas, dependencias de servicios administrativos y almacenes. Columna 7.
- Toma de servicios y desagües de las edificaciones anexas. Columna 8.
- Vertido por realización de obras. Columna 9.
- Cambios físico-químicos introducidos en el sustrato terrestre. Columna 10.
- Cambios físico-químicos introducidos en el ambiente acuícola aledaño. Columna 11.
- Modificaciones micro-climáticas provocadas por el conjunto de acciones, que conllevan la instalación y explotación de la camaronera. Columna 12.
- Pantallas artificiales de vegetación. Columna 13.
- Medidas correctoras y/o restauración paisajística. Columna 14.
- Operaciones de explotación y de mantenimiento: Probabilidad de escape de especies exóticas, durante las descargas. Columna 15.
- Operaciones de explotación y de mantenimiento: Efluencia de resuspensiones sedimentarias, durante las descargas. Columna 16.
- Operaciones de explotación y mantenimiento: Desechos de biocidas y de otros productos químicos y/o bioquímicos, no nutrientes, durante las descargas. Columna 17.
- Operaciones de explotación y mantenimiento: Desechos de nutrientes (restos de piensos y de productos del metabolismo), durante las descargas. Columna 18.

Para hacer las estimaciones de las evaluaciones, y los cálculos de los índices de impactos, se rellenarán previamente los distintos casilleros de la plantilla, conforme con las características detalladas del proyecto de camaronera, y la realidad de un territorio a intervenir.

#### **4. Aplicación de las matrices diseñadas.**

Sea una supuesta playa, objeto de un proyecto de obras marítimas. El área de intervención y su entorno se ajustan a las siguientes hipótesis:

1. La playa está degradada por vertidos sólidos.

2. Se trata de un ambiente arenoso, de 800 por 250 metros en bajamar viva, inestable, significativamente disipativa a lo largo de ciclos sedimentarios cortos. El depósito corresponde a un sistema sedimentario abierto. El entorno presenta una alta cualificación paisajística.
3. Se encuentra ubicada, aguas arriba, junto a otras playas de reducidas dimensiones, en una amplia caleta, que define una provincia morfodinámica. Los aportes sedimentarios proceden, en su mayor parte, de un barranco, localizado aguas arriba.
4. El territorio carece de la infra-estructura adecuada, que haga a la playa idónea como recurso lúdico y turístico en general.
5. Las condiciones climáticas, el componente paisajístico y unas vías de comunicación próximas, muy aceptables, permitirían el desarrollo de un importante turismo.
6. Los terrenos colindantes con la playa son baldíos y tienen una vegetación escasa, pero contrastada en la zona. Así quedan individualizados del resto. La fauna terrestre, poco abundante, se caracteriza por especies a extinguir. También destaca la nidificación de aves protegidas, en acantilados próximos.
7. En las cercanías, no hay enclaves arqueológicos.
8. Estos terrenos han sido recalificados para uso urbanístico (residencial estacional, entre otros).
9. La flora y fauna marinas son poco significativas.
10. El municipio, de unos 25 000 habitantes, sufre una elevada tasa de paro (un 20 %).

Las obras marítimas, diseñadas en el proyecto, consisten:

- a). En la construcción de estructuras fijas: dos apoyos laterales semi-sumergidos, armonizados con el entorno, que penetran mar adentro. La separación de estos espigones es la adecuada, de acuerdo con las dimensiones de las penetraciones de los mismos. Se construye, además, una sustentación.

Los materiales necesarios, para la construcción de las estructuras, proceden de una cantera, a cielo abierto, de otro lugar, que no incide en la unidad ambiental que se interviene.

- b). Y en una realimentación artificial de arena, desde su playa sumergida.

La restauración terrestre y la ornamentación paisajística se hace con una flora autóctona.

La playa soportará una clásica urbanización turística estacional.

Dentro de un estudio de impactos ambientales, las anteriores hipótesis serán las que condicionarán los pesos de las evaluaciones, en una matriz causas-efectos.

En la tabla 11.3, que se acopla a la plantilla de la matriz simplificada descrita, se muestran las medidas estimadas y los cálculos de los impactos, de acuerdo con la opinión de un equipo multidisciplinar de profesionales, desarrollada durante un Curso de Postgrado (julio de 1992), en el Instituto Oceanográfico de Venezuela (Universidad de Oriente).

	1	2	3	4	6	9	17	18	a	b	c
1	/	/	/	/	+10/10	-02/10	/	+05/10	+13/30	0.0644	+0.180
2	/	/	-02/03	-01/03	/	/	+01/03	/	-02/09	0.0193	-0.008
3	/	/	/	/	+08/03	/	/	/	+08/03	0.0064	+0.011
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
6	/	/	/	/	-02/02	-02/02	/	/	-04/04	0.0086	-0.007
7	/	/	-02/03	-01/03	-02/03	-02/03	/	/	-07/12	0.0258	-0.039
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
9	/	/	/	/	+10/10	/	/	+05/10	+15/20	0.0429	+0.138
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
11	/	/	/	/	-03/10	/	/	/	-03/10	0.0215	-0.014
12	/	/	/	/	-10/03	/	/	/	-10/03	0.0064	-0.014
13	/	/	-03/08	-03/08	-06/08	-03/08	/	-01/08	-16/40	0.0858	-0.295
14	/	/	-01/10	-01/10	-02/10	-01/10	/	-05/10	-10/50	0.1073	-0.230
15	/	/	/	/	/	/	+02/01	+01/01	+03/02	0.0042	+0.003
16	/	/	-01/06	-01/06	/	/	+02/06	/	+00/18	0.0386	+0.000
17	/	/	/	/	-01/01	/	-01/01	-01/01	-03/03	0.0064	-0.004
18	/	/	/	/	-01/01	/	-01/01	-01/01	-03/03	0.0064	-0.004
19	/	/	-04/08	-04/08	-01/08	/	/	-01/08	-10/32	0.0687	-0.147
20	/	/	-03/08	-03/08	-06/08	-03/08	/	/	-15/32	0.0687	-0.221
21	/	/	/	/	-01/02	/	-01/02	-01/02	-03/06	0.0129	-0.008
22	/	/	/	/	-01/02	/	-01/02	-01/02	-03/06	0.0129	-0.008
23	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
24	/	/	+06/07	+06/07	+06/07	/	+01/07	+01/07	+20/35	0.0751	+0.322
25	/	/	-04/10	-04/10	+04/10	-01/10	+06/10	+05/10	+06/60	0.1288	+0.166
26	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
27	/	/	+01/08	+01/08	+04/08	-01/08	+06/08	+04/08	+15/48	0.1030	+0.331
28	/	/	-03/08	-03/08	+10/08	/	+05/08	+07/08	+16/40	0.0858	+0.295
29	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
30	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
a	/	/	-16/79	-14/79	16/114	-15/59	+19/49	+17/86			
b			0.1695	0.1695	0.2446	0.1266	0.1052	0.1846			
c			-0.582	-0.509	+0.840	-0.407	+0.429	+0.673			

$\sum I_i$  de la columna adicional "b" = 466

$\sum I_i$  de la fila adicional "b" = 466

$I_0 = +0.447$

Observaciones:

Tabla 11.3  
Ejemplo de estimaciones y de cálculos, en una matriz simplificada operativa de causas-efectos.

De esta plantilla, se obtienen las siguientes deducciones:

1. El balance de las alteraciones, en los factores y procesos abióticos y bio-ambientales resulta negativo. Este balance toma un valor de - 0.667.

En cambio, el cómputo de las evaluaciones de las alteraciones, en los factores y procesos socioeconómicos, alcanza un valor alto positivo: +1.114.

2. Las acciones físicas, que producen perturbaciones positivas, o una mejora del entorno, con valores significativos, son:

- en primer lugar, la creación de estructuras fijas,
- en segundo, las operaciones de mantenimiento, y
- por último, las medidas correctoras y/o restauración paisajística.

3. Las acciones perjudiciales, obviamente con valores negativos, de mayor a menor importancia, forman la secuencia:

- operaciones previas de acondicionamiento del terreno,
- operaciones de infra-estructuras, y
- vertidos, en general, por la realización de las obras.

4. En lo concerniente a como se alteran los factores y procesos, positivamente:

- El más beneficiado es la revalorización de la fachada costera.
- Le sigue, a muy corta distancia, las repercusiones en el empleo de la mano de obra y de servicios.
- Y en tercer lugar, con valores muy próximos a los anteriores, está el aumento de recursos lúdicos y de explotación.

5. Y en cuanto a los efectos negativos, asimismo en los factores y procesos ambientales, se llegan a estas otras inferencias:

- La perturbación mayor se da en el ecosistema inicial, en su conjunto, con sus secuelas en el equilibrio ecológico.
- En segunda posición, se encuentra la destrucción parcial de este ecosistema.
- En tercer lugar, se perjudica a la fauna terrestre, como consecuencia de la intervención.
- Y en una cuarta posición, quienes padecen las consecuencias del proyecto son las aves.

Los valores negativos de estos cuatro cálculos tienen el mismo orden de magnitud. Los correspondientes a los restantes factores y procesos se encuentran a bastante distancia de éstos.

6. La interpretación de cada una de estas evaluaciones, de los impactos ambientales, hay que hacerla:

- Desde una perspectiva de conjunto.
- Conforme con lo que significa, y el peso que tiene, el factor o el proceso alterado en la calidad ambiental.
- Y a partir de la condición de parámetro de idoneidad o permisividad, que pueda adquirir el factor o proceso que se considere.

7. El índice de impacto global toma un valor positivo de 0.447. Pero este valor aquí carece de significado, en un sentido muy estricto, ya que no se contrasta con otros valores de alternativas diferentes del proyecto, o de proyectos alternativos. De todas maneras, y en una primera lectura, traduce que la resultante del impacto es ligeramente beneficiosa. El balance negativo, respecto a los

factores y procesos abióticos y bio-ambientales, se compensa con las repercusiones positivas en los aspectos socioeconómicos. No hay que llegar a situaciones límites de olvidar que el hombre forma parte del entorno natural, transformado en medio ambiente, sin que quiera decir esto que está capacitado, éticamente, para hipotecar la Naturaleza, en referencia a futuras generaciones.

## CAPÍTULO 12

### LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL LITORAL, POR OBRAS MARÍTIMAS.

#### ESQUEMA:

1. Clasificación de las obras marítimas.
2. Causas-efectos de impactos físicos en el litoral, por obras marítimas.
3. Los impactos en los procesos y efectos físicos del litoral, por obras inherentes a la instalación y explotación de recursos en el litoral.
4. Secuencias significativas concatenadas de procesos naturales, actuaciones antrópicas y sus efectos inducidos.

#### 1. CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS MARÍTIMAS.

Enríquez y Berenguer (1986) admiten que la clasificación de las obras marítimas, de defensa de costas, se puede hacer según los siguientes criterios:

##### 1. Conforme con los objetivos que se persiguen:

- obras de protección de terrenos,
- obras de estabilización de la línea costera, y
- obras de estabilización de golas y canales.

##### 2. De acuerdo con criterios estructurales:

- defensas longitudinales,
- obras transversales,
- diques exentos,
- alimentación artificial de áridos, y
- otras (“cajón de sastre”).

En el “cajón de sastre” se encontrarían:

- sembrado de algas artificiales,
- barreras neumáticas o hidráulicas,
- elementos flotantes, en general,
- contenciones ancladas,
- etc..

##### 3. A partir de consideraciones medio-ambientales:

- soluciones duras, y
- soluciones blandas (“light” o “descafeinadas”).

##### 4. En relación con la modalidad funcional:

- estabilización de zonas arenosas frente a la acción del viento,
- defensa por aportación artificial de sedimentos,
- defensa por interferencias con la dinámica litoral, normalmente del oleaje incidente, y
- defensa por interposición tierra-agua.

Entre las obras por interposición tierra-agua, se encontrarían:

- muros,
- pantallas,
- revestimientos,
- y acúmulos de gravas.

De todas estas posibles clasificaciones, quizás la estructural sea la que mejor sirva de hilo conductor, en el estudio de impactos, por obras de defensa costera.

Los términos empleados en la clasificación estructural, con la exclusión de los que forman el “cajón de sastre”, se pueden definir como sigue:

#### Defensas longitudinales.

Consisten en obras marítimas de interposición entre la tierra y el agua, de manera tal que impiden la acción directa del oleaje sobre el terreno. Éste queda dotado de un frente resistente.

Un sucinto inventario de defensas longitudinales sería:

- muros,
- pantallas,
- revestimientos, y
- acúmulos de gravas.

#### Obras transversales.

Son estructuras unidas ortogonalmente a la orilla. Las más significativas corresponden a los espigones y diques.

Los espigones, en sentido estricto, definen obras fijas que no determinan aguas abrigadas, mientras que los diques sí.

#### Diques exentos.

Corresponden a obras marítimas fijas y emergentes, paralelas a la orilla, mar adentro. Cuando se encuentran muy rebajados, sumergidos, se denominan sustentaciones, o mejor aún, contenciones.

#### Alimentaciones artificiales de áridos.

Consisten en aportaciones de áridos, sobre todo de gravas y/o de arenas, a un determinado ambiente. Aquí se podría incluir el by-passing: transvase de arena, dentro de una misma playa.

## 2. CAUSAS-EFECTOS DE IMPACTOS FÍSICOS EN EL LITORAL. POR OBRAS MARÍTIMAS.

### **a). Procesos y efectos sedimentarios en playas, y análisis de impactos físicos, en relación con defensas longitudinales.**

Las obras marítimas de defensa longitudinal, tienen por objetivos:

- Sustituir, en parte, la protección natural del entorno, allí donde ésta sea insuficiente.
- Y detener la acción erosiva del mar, por detrás de la obra.

Estos aspectos positivos pueden conllevar impactos físicos negativos. Tales impactos tienen lugar en los dos siguientes supuestos:

- que las obras estén en una zona sumergida, o
- en una zona emergida, pero donde llega ocasionalmente el oleaje sobre-elevado, por mareas meteorológicas (durante temporales).

Entre las obras longitudinales, las más usuales son los muros. Ante estas intervenciones, caben identificar, describir y evaluar los impactos físicos, en dependencia con:

- Las removilizaciones de sedimentos y transportes de los mismos.
- Las acreciones y/o erosiones a balomar y sotamar de la obra.
- Las repercusiones sobre las corrientes de deriva. Aquí se incluyen las posibles creaciones de barreras energéticas transversales.
- La prolongación, aguas abajo, de los procesos y efectos sedimentarios, determinados por la actuación.
- Muy ligado a lo anterior, las repercusiones sedimentarias en otras playas, aguas abajo.
- Y hasta donde se dejan sentir los procesos y efectos de estas obras, a lo largo del litoral.

Unas consideraciones sucintas, a una parte de los impactos reseñados, se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Se describen removilizaciones de los sedimentos, al pie de la obra y traslado de éstos hacia mar adentro.
2. Y ante un oleaje de incidencia oblicua hay:
  - procesos de acreción, aguas arriba, y
  - erosión, seguida de la formación de una baja, aguas abajo.

Se produce la removilización de sedimento arenoso y/o su transporte, hacia mar adentro, cuando:

- la energía del oleaje reflejado se suma a la del incidente, hecho que siempre ocurre, y
- la "resonancia" resultante supera un determinado umbral energético, circunstancia que se da con mucha frecuencia.

Los procesos de acreción, a balomar, y de erosión a sotamar, se entienden a partir de la resultante vectorial de la energía incidente y reflejada. Habría acreción cuando la resultante es menor que la energía incidente. En caso contrario, aparecería erosión.

Dentro de las defensas longitudinales, están también los revestimientos. En relación con estas obras, convendría investigar:

- ¿Cómo influyen las intervenciones en las barras de arena, cuando una playa evoluciona entre estadios morfodinámicos?.
- ¿Qué repercusiones habrían de esperarse, en el sector más interno de una playa, cuando se influye en las barras?.

En principio, los revestimientos interfieren la formación de barras sumergidas de erosión, si la obra ocupa superficies arenosas significativas, que hagan frente a la dinámica del oleaje de temporales.

Tales barras, potencialmente, actúan a modo de filtro ante la energía de otros temporales del sub-ciclo erosivo. Por ello, los impedimentos al desarrollo de estas formas sedimentarias menores acarrearían la acentuación de la erosión, en los sectores más internos de los ambientes arenosos en cuestión.

**b). Procesos y efectos sedimentarios en playas, y análisis de impactos físicos, en relación con obras transversales.**

Estas obras marítimas tienen por objetivos, entre otros:

- Provocar la formación de una playa.
- Evitar, o retardar, la erosión en playas existentes (defensa y/o regeneración).
- Proteger las bocanas de los puertos, ante aterramientos.
- Canalizar zonas navegables.
- Soportar bocas de tomas de agua o de desagües.

Los efectos físicos colaterales de las actuaciones, acorde con los anteriores objetivos, se pueden analizar según que el litoral esté, o no, afectado por un transporte longitudinal neto significativo. La mayoría de estos efectos son alteraciones negativas, aunque también las hay de carácter positivo.

Impactos físicos ante un transporte neto de deriva.

Con un espigón transversal, con campos de espigones, o con obras marítimas portuarias, que se comportan a modo de macro-diques transversales, la investigación iría dirigida hacia éstas otras cuestiones:

- ¿Cómo se interfieren los transportes de deriva?.
- Un espigón aislado, o el primero, aguas arriba, de un campo de espigones, ¿en qué medida provoca rip currents, con transportes de áridos, hacia fondos inactivos? ¿Cómo influye el diseño morfológico, en planta, en el desarrollo de éstos rip currents?.
- Cuando se construyen campos de espigones, ¿cómo influye la parametrización de estas obras, para que se formen rip currents internos, con sus consiguientes implicaciones en las inestabilidades de los depósitos de arena?.
- ¿Qué procesos y efectos habrían de esperarse, a barlomar y sotamar de la estructura, o del conjunto de estructuras? ¿Bajo qué circunstancias?.
- En general, ¿cómo repercuten las obras en las playas de aguas abajo? ¿Hasta dónde?.

De acuerdo con una premisa de partida, que suponga la existencia de una plataforma litoral, idónea para permitir el desarrollo de un transporte de deriva, unas respuestas muy generales apuntarían, más o menos, hacia las siguientes pautas:

1. La intercepción del transporte de deriva es la causa más general que determina la aparición de un conjunto de alteraciones, en la dinámica sedimentaria.
2. Normalmente, se forma un depósito sedimentario de barlomar, delante:
  - de una obra transversal aislada, o
  - de la primera estructura de un campo de espigones.
3. Se produce un retroceso de la orilla arenosa, a sotamar, a partir del último espigón construido.
4. A medida que se estabiliza la orilla sometida a retroceso, avanza la erosión, aguas abajo, hasta donde finalice la playa, o su provincia morfodinámica.

5. Se canalizan corrientes de retorno (rip currents), frente a situaciones de oleaje oblicuo, a barlomar de un primer espigón transversal.
6. Cuando el depósito sedimentario de barlomar rebasa la estructura, se produce un proceso deflector de la corriente sólida, hacia aguas profundas, donde ya no se deja sentir la acción del oleaje. Sin embargo, una parte de los áridos contornea la obra y se incorpora a la dinámica sedimentaria de la orilla.
7. Con separaciones exiguas entre los elementos de un campo de espigones, se potencializa un sistema de corrientes de retorno. Esto originaría la separación del flujo sedimentario de la orilla, y su posible desvío hacia profundidades poco activas.
8. Por el contrario, con un exceso de separación entre los elementos de un campo de espigones, aparecerían irregularidades en la configuración de la planta, en cada unidad de compartimento, en sus sectores de barlomar, que quedan más desprotegidos.

En un campo de espigones, la distancia óptima de separación entre estructuras, debe ser de uno a tres la distancia de penetración. De esta manera, se evitarían las alteraciones descritas en los dos apartados anteriores.

Además, se recomienda que las penetraciones de los espigones sean lo menos profunda posible, para que interfieran en lo mínimo en el transporte longitudinal.

#### Impactos físicos por un transporte nulo de deriva.

El transporte nulo se puede deber:

- a una inexistencia de transportes longitudinales de áridos, o
- a una compensación de transportes brutos, de direcciones opuestas.

En estas circunstancias, el investigador se preguntaría:

- ¿Cuáles serían ahora las respuestas al anterior bloque de preguntas?.
- ¿Qué pasa ante ocasionales situaciones de temporales?.
- ¿Podrían quedar tramos de playas aislados sedimentariamente?.

El conjunto de impactos, antes reseñados, se atenúa. En general, la erosión, en una sotamar “remanente” pierde mucha intensidad y, con ello, su alteración negativa.

Los elementos de un campo de espigones, como no pueden retener los sedimentos de un “transporte resultante” ausente, sólo atrapa y da estabilidad a los aportes artificiales.

A pesar de todo, pueden aparecer impactos negativos. Éstos tienen dependencias:

1. Con los temporales aislados, que determinan derivas esporádicas importantes.
2. Y con la posibilidad de dejar aislados ciertos tramos de playas de sus fuentes sedimentarias, a causa de la modificación, en mayor o menor grado:

- de la propagación y características del oleaje incidente, y
- de las corrientes esporádicas de deriva.

Todo lo anterior puede determinar deformaciones en un depósito sedimentario, en la planta y perfil de una playa, principalmente en las proximidades de las obras marítimas.

**c). Procesos y efectos sedimentarios en playas, y análisis de impactos físicos, en relación con diques exentos y arrecifes artificiales emergentes.**

Estas obras marítimas tienen por objetivos, entre otros:

- Obtener una atenuación de la energía del oleaje. Se pretende crear una zona de sombra energética tras ella. Con ello, se consigue disminuir la acción erosiva del mar. Así se evita, o retarda, la erosión de playas.
- Y provocar la formación de una playa, ante un aporte sedimentario.

En cuanto a estas obras, las preguntas de la investigación se agrupan, básicamente, en cuatro bloques:

- ¿Cuándo los gradientes de sobre-elevación, del agua del mar sobre el estrán, son efectivos para el transporte de arenas? ¿Cuáles son las velocidades umbrales mínimas, en unas condiciones muy generales, sin considerar la muy activa participación de variables, tales como pendientes topográficas y valores granulométricos de los áridos, entre otros?. En esas condiciones muy generales, ¿cuáles son las alturas mínimas del oleaje?.

En realidad, no se precisa de un determinado umbral de gradiente de sobre-elevación. Por pequeño que éste sea, siempre se desarrolla un transporte  $Q_s$  a causa de las turbulencias que crea el oleaje en el estrán. Las turbulencias ponen en movimiento a las arenas. Ésto hace que las arenas se sometan, en mayor o menor medida, a un transporte de corrientes de sobre-elevación.

- La parametrización del diseño del dique exento ¿qué papel juega en la formación de hemitómbolos y tómbolos? ¿Cómo sería la evolución de a orilla, en estos depósitos, para que se lleguen a situaciones de equilibrio entre los transportes  $Q_a$  y  $Q_s$ ?
- ¿Cómo se interfieren los transportes de deriva? ¿A causa de qué? ¿Crean barreras energéticas transversales que determinen transporte de áridos hacia fondos inactivos?.
- ¿Qué repercusiones habrán en otras playas aguas abajo? ¿Hasta dónde?.

El primer bloque de respuestas está en íntima dependencia con la “Teoría del Tensor de Radiación”.

Para un estudio de los impactos físicos, que puedan provocar los diques exentos, se precisa, necesariamente, parametrizar estas obras. Gómez y Ramírez (1992) han desarrollado un trabajo al respecto, a partir de un inventario de diques arrecifales de España.

La parametrización parte de una secuencia de aspectos a tener en cuenta. Sean los siguientes, entre otros:

- Relaciones geométricas existentes más importantes, para la formación y estabilidad de hemitómbolos. Esas relaciones dependen de una serie de variables, tales como el periodo y la longitud de onda de las olas, y la profundidad y pendiente de la playa, entre otras muchas. En principio, se podría admitir que se favorecería la formación de depósitos, si la longitud de la obra es tres veces la distancia a la orilla. Sin embargo, a partir de unas cinco veces esta distancia, aparecerían serios problemas en el depósito sedimentario. Cuando dista mucho de la orilla (cuando la longitud es reducida respecto a su separación del borde del mar), no se forma el depósito sedimentario.
- Respuestas de la línea de costas, ante estas relaciones geométricas. Por ejemplo, la relación entre lo que avanza la orilla y la longitud del dique. La anterior relación da un valor en torno a 0.35.
- Distribución y volúmenes atrapados de arena.
- Y perfiles afectados por el dique: delimitación espacial operativa de los efectos directos en la planta de la playa.

En el caso de que hayan dos diques exentos, lateralmente enfrentados, Berenguer y Enríquez (1988) establecen esta otra relación empírica:

$$A_0 = 2 A_1$$

donde:

$A_0$  = distancia que separa a los centros geométricos de los diques exentos.

$A_1$  = distancia entre la orilla y el centro geométrico de la bocana.

Esta nueva relación geométrica se utiliza en litorales sometidos:

- a rangos muy bajos de mareas (menores a 20 centímetros),
- y a oleajes promediados, que recuerdan al del Mediterráneo español.

La orilla, que queda resguardada por este par de estructura, describe:

- un sector central,
- y dos sectores laterales.

De acuerdo con un ajuste, sobre la base de la espiral logarítmica de Yasso (1965), y cuando concurren ciertas circunstancias geométricas muy restringidas, la orilla del sector central adquiere una planta casi en arco de circunferencia, pero de un recorrido muy corto. Para esta configuración, el condicionante geométrico más decisivo es la situación del polo de la espiral: debe estar cerca del centro de la bocana.

Los impactos físicos, más generales, que lleven implícitos estas obras, se esquematizan de la siguiente forma:

1. El transporte longitudinal queda obstaculizado, con todos sus efectos, en las playas de aguas abajo, de su provincia morfodinámica

La obstaculización se debe a la deposición sedimentaria, en la zona de sombra energética, que crea el dique exento.

Estos depósitos determinan:

- hemitómbolos, o
- tómbolos.

Con los hemitómbolos, hay barreras parciales al transporte de deriva, cuando éste logra superar el depósito de la zona de "sombra". Mientras que los tómbolos suponen impedimentos totales, si no hay transporte por delante de la estructura.

2. Con el desarrollo de un tómbolo, que abrace a la totalidad del dique exento, se podría esperar la canalización de corrientes de retorno, frente a situaciones de oleaje oblicuo. Con esto, se produce también un posible efecto deflector del transporte longitudinal, hacia aguas profundas, cuyos fondos son inactivos a la dinámica sedimentaria del oleaje.
3. En relación con la parametrización de los diques exentos, se infiere, entre otras muchas cosas, que puede ocurrir, por lo menos potencialmente, una erosión en los sectores laterales de la playa a optimizar, cuando se la alimenta artificialmente de forma deficitaria. La alimentación deficitaria supone que no se llega a alcanzar la relación de 0.35, entre el avance de la orilla y la longitud de la estructura. En ese supuesto, el sector central atrae aportes desde sus laterales, con el consecuente retroceso de la franja intermareal, en los márgenes de la playa.

La erosión se situaría tanto aguas arriba como aguas abajo de la obra, con transportes de sobre-elevación, aunque se acentuarían con oleajes cambiantes, procedentes de cuadrantes diferentes. La inestabilidad sedimentaria se detendría cuando el hemitómbolo creciera hasta su umbral específico, donde la relación en cuestión tomará el valor adecuado.

**d). Procesos y efectos sedimentarios en playas, y análisis de impactos físicos, en relación con alimentaciones artificiales.**

La alimentación artificial de playas consiste, esencialmente, en la aportación, con la utilización de medios artificiales, de arena a una zona costera, que tiene un balance sedimentario negativo, o a una franja seca e intermareal de playa, que presenta unas dimensiones inferiores a las que se desean.

El objetivo primero de la alimentación artificial es la recuperación, o formación, de una playa, que reúna unas condiciones mínimas de estabilidad y duración. Con ello, se pretende conseguir un espacio lúdico, en la propia playa. O bien que, como consecuencia de la disipación de la energía del oleaje, en el depósito sedimentario, se llegue a una protección efectiva de los terrenos costeros, situados directamente detrás.

Respecto a la alimentación artificial, la investigación se plantearía:

- ¿A qué se debe el déficit sedimentario de una playa, que gozaba de buena salud sedimentaria, y que ahora precisa de una alimentación artificial? ¿Se pueden corregir las causas, para evitar esa alimentación, y para que entre en funcionamiento una regeneración natural, con efectos apetecibles en un plazo de tiempo razonable?.
- ¿Qué ocurre si se pretende optimizar una playa, mediante una alimentación artificial, sin analizar las causas que han determinado la degeneración del depósito sedimentario?.
- ¿Cuál sería la cuantía de una alimentación artificial, para llegar a un depósito óptimo? ¿Con qué variables y estimaciones se tendría que jugar?.
- ¿Qué tasa media de pérdidas de arenas se espera que hayan? ¿Con qué periodicidad, y en qué cuantía, habría que hacer realimentaciones, para tener una playa con un depósito en condiciones óptimas? ¿En qué se basarían las predicciones?.
- ¿Qué características deben reunir las arenas para una alimentación artificial?.
- El conocimiento y la comprensión de los diagramas de transporte, en la playa, ¿se tendrá presente en la metodología de la alimentación artificial?.
- ¿Se espera que hayan repercusiones, con la alimentación artificial de una playa, en otras, aguas abajo?. Una intervención dada, ¿provocará impactos estéticos, y físicos en general, en otras playas, si llegaran los áridos de la alimentación a estas? ¿Se debería a que se pretenda emplear áridos de características diferenciadas, respecto a los de la provincia morfodinámica, en que se encuentra la playa a optimizar?.
- Las fuentes de aportes, ¿están en la propia playa a regenerar? ¿O habría que recurrir a fondos sumergidos alóctonos? ¿Qué problemas presentarían, en el usuario, el empleo de áridos de machaqueo, procedentes de una cantera? ¿Y en relación con la dinámica litoral?.
- ¿Cómo se afectarían los fondos a explotar? ¿Se destruirían praderas de vegetación, como las de posidóneas? ¿Se tiene presente la hidrodinámica, que genera el oleaje, entre la zona de rompientes y la orilla, y que explica basculaciones sedimentarias, entre el estrán y la playa sumergida?.
- La explotación de unos fondos, ¿tendrán repercusiones en los procesos y efectos físicos de sus playas próximas?. En el caso de darse esas repercusiones, ¿en qué medida se deben a destrucciones totales o parciales de praderas de vegetación? ¿Cómo participa la hidrodinámica, de las oscilaciones atrapadas? ¿Cuáles serían otras causas?.
- El diseño de la planta de una orilla, ¿cómo repercutiría en la estabilidad de la alimentación artificial? ¿Según qué metodologías se configuran las plantas en proyectos?.

Unas respuestas someras, a algunas de las anteriores cuestiones, se resumen como siguen:

La generación de una playa, y su estabilidad en el tiempo, dependen de la llegada hasta ella de sedimentos, en cantidades suficientes para compensar las pérdidas que pueden tener. Es preciso, por lo tanto, que exista una o varias fuentes de material, que tengan a la citada playa en su zona de influencia.

En los últimos tiempos, el tratamiento de los recursos, en el ámbito litoral, ha tenido un desarrollo tendente:

- A alterar y disminuir la llegada de los sedimentos continentales, a la zona costera, a causa de: regulación de cauces, repoblaciones forestales, protección de acantilados, extracciones en ríos y barrancos, etc..
- A coartar su redistribución a lo largo de la costa, por las construcciones de obras marítimas.
- Y a sustraer o inutilizar las reservas sedimentarias existentes, por la ocupación de campos de dunas y extracciones en playas, para usos diversos, entre otras acciones.

Tal actitud ha motivado que, en numerosas zonas, el balance sedimentario adquiera signo negativo, al no poderse compensar, de forma natural, las salidas o pérdidas de material sedimentario. Como consecuencia inmediata, han surgido procesos erosivos, de difícil corrección.

Desde esta perspectiva, la alimentación de arenas a la costa, por medios artificiales, constituye, por lo tanto, una actuación, que pretende suplir la deficiencia natural. Con estas intervenciones, se modifica el balance sedimentario, de forma instantánea, con el incremento de entrada de áridos.

La alimentación artificial de una playa, que se encuentra en erosión, puede retrasar, o dejar larvado, durante un cierto tiempo, el retroceso de la orilla, pero no modifica las causas que provoca dicha erosión. De persistir éstas, el relleno se verá sometido a un proceso de inestabilidad sedimentaria, por lo menos, al mismo ritmo de erosión que la playa original. La desaparición de los aportes de alimentación artificial será cuestión de tiempo. Si bien es cierto que las arenas pasarán, en gran parte, a suavizar la plataforma costera o a alimentar playas, aguas abajo, de su provincia morfodinámica. Por lo tanto, resulta imprescindible analizar, detenidamente, la estabilidad del relleno, en función de los ritmos de erosión, que en mucho depende de las acciones del oleaje. Así se evaluará la duración de la alimentación artificial, y los volúmenes de aportación periódica, que se precisen en el futuro, tras el relleno inicial.

El relleno inicial se habría estimado mediante criterios y metodologías, donde tenga especial relevancia el índice de sustentabilidad sedimentaria. Éste se calcula conforme con la definición de playa como un sistema tendente a un equilibrio, entre valores granulométricos, pendientes topográficas y energías de los oleajes incidentes.

En línea con lo anterior, otro aspecto cobra importancia, en la evaluación de los cambios físicos, que se pueden derivar de una actuación de regeneración, con aportación artificial. Se trata de la compatibilidad entre la arena existente en la zona y la de aportación. Al respecto, hay que tener en cuenta algunas de las hipótesis, que suelen aceptarse en las teorías sobre la estabilidad de los terrenos. Sin que se generalicen plenamente, existen más indicios y pruebas que las convalidan, que otros en sentido contrario. Estas hipótesis restringidas, se pueden enunciar como sigue:

1. La distribución granulométrica de la arena, que constituye originariamente la playa, se considera como la óptima y más estable, en su caso particular.
2. Una vez realizado el relleno artificial, todo el volumen de arena aportado es clasificado por el oleaje. En este proceso, el depósito tiende a adquirir una distribución de tamaños, similar a la existente inicialmente.
3. En el proceso de clasificación y asimilación, se produce la pérdida de un cierto volumen de la arena aportada.

De estas formulaciones, se deduce la importancia que reviste la selección de las características de la arena de aportación, a la hora de asegurar el éxito funcional y económico de la regeneración, y la conveniencia de no regatear esfuerzos para la búsqueda y explotación de las fuentes más idóneas.

Los aportes artificiales suelen depositarse:

- a profundidades entre 5 y 8 metros, o
- en la misma playa, a través de tuberías.

En el primer caso, se confía en la acción de la dinámica marina, para la incorporación de la arena, a la zona superior de la playa. En el segundo, una vez vertida la mezcla en la playa, el diagrama de corrientes del oleaje incidente, redistribuye los sedimentos. Se modifica, paulatinamente el perfil de la playa. El depósito cada vez se ajusta más a un perfil de equilibrio, compatible con un sistema de equilibrio entre valores granulométricos, energía del oleaje y pendiente topográfica.

### 3. LOS IMPACTOS EN LOS PROCESOS Y EFECTOS FÍSICOS DEL LITORAL, POR OBRAS INHERENTES A LA INSTALACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS EN EL LITORAL.

Sea el caso de la instalación y explotación de una camaronera.

De entre las obras marítimas de defensa, las que podrían estar implicadas, en las camaroneras, serían:

- las longitudinales, y
- las transversales.

En cualquier caso, los impactos serán de especial consideración cuando las camaroneras se encuentren en litorales donde hayan, aguas abajo, ambientes en los que se den y requieran aportes sedimentarios, desde aguas arriba. Estos ambientes de aguas abajo corresponderían, por ejemplo, a manglares y/o playas arenosas.

Un manglar, en una fase de conquista del mar, precisa de la llegada de sedimentos para formar nuevo sustrato. Pero también los manglares estabilizados requieren aportes de sedimentos, para compensar las pérdidas, que provocarían los ocasionales oleajes energéticos, en estos ambientes.

En cuanto a las playas arenosas, se obvia cualquier comentario para comprender las repercusiones que habrían en sus estabilidades sedimentarias, ante perturbaciones en la dinámica sedimentaria de contorno.

Unas consideraciones generales, en estos tipos de litorales, se resumirían de la siguiente manera:

1. Las obras longitudinales tendrían sentido cuando las instalaciones estuvieran muy próximas a una orilla, que sufriera los efectos de un oleaje incidente erosivo, de carácter dominante, reinante u ocasional.

En estos supuestos, se utilizarían bien revestimientos o bien acúmulos de gravas, pero, sobre todo, se construirían muros. Esta última alternativa es la más usual, ya que las dos primeras retendrían los efectos de la erosión en la orilla, pero no evitarían el deterioro de las instalaciones, por el oleaje erosivo.

En relación con los revestimientos o acúmulos de gravas, aparentemente sólo podrían esperarse los impactos descritos para estos tipos de actuaciones. Sin embargo, la realidad sería más acusante, debido a que a los efectos inherentes habrían que añadirles los que se derivarían de las propias instalaciones, cuyos frentes externos actuarían a modo de pantallas deflactoras de energía, en el medio marino, con la creación de barreras transversales energéticas, que podrían impedir los transportes de deriva. Ésto tendría lugar cuando se diesen las circunstancias de unos oleajes importantes, que llegasen a las instalaciones, ante una significativa marea meteorológica.

En cuanto a los muros, los impactos físicos se corresponderían con los descritos, en su momento, en el epígrafe precedente.

2. Las obras transversales, normalmente, servirían para soportar las tomas de agua y los desagües, en las operaciones de mantenimiento de las camaroneras.

Por otra parte, si estas instalaciones se ubicaran en la proximidad de una orilla arenosa inestable, se justificaría la realización de un campo de espigones. De esta manera, se mitigaría el retroceso de la orilla, y no se pondría en peligro las obras de explotación.

Tanto los espigones aislados, como los campos de éstos, llevarán consigo sus correspondientes impactos físicos, inventariados en el epígrafe anterior. Estos impactos se analizaban y evaluaban conforme con el comportamiento de la costa: de transportes netos, o nulos, de deriva.

#### 4. SECUENCIAS SIGNIFICATIVAS CONCATENADAS DE PROCESOS NATURALES, ACTUACIONES ANTRÓPICAS Y SUS EFECTOS INDUCIDOS.

Estas secuencias se limitan a ciertos escenarios litorales particulares. Sea el supuesto donde se suceden, desde aguas arriba:

- acantilados erosionables y/o bajas, que actúan como fuentes de aportes sedimentarios,
- un área de manglares, en una fase de conquista del mar, y
- una playa arenosa.

Al establecer una secuencia desde “aguas arriba”, se admite que incide un oleaje oblicuo, cuya componente “vectorial longitudinal” (paralela a la orilla), apunta hacia el sentido del orden indicado.

En una situación inicial del litoral, sin ningún tipo de actuación antrópica, llegarían a la playa aportes mitigados de arenas. Las causas de esta mitigación se encontrarían en la presencia de una densa trama de raíces zancudas del manglar rojo, y de una tupida “empalizada” formada por los neumatóforos del manglar negro, así como en la existencia de posibles praderas de gramíneas marinas y de macro-algas, asociadas al manglar en su frente externo. Todo ello, bajo las circunstancias de conquista del medio marino, lo que requiere, progresivamente, de más sustrato físico.

Los componentes de vegetación reseñados atraparían gran parte de los aportes de áridos procedentes de los acantilados y/o bajas. Ésto equivaldría, respecto a la playa de aguas abajo, a una “evacuación o sumidero efectivo” de sedimentos. La zona de manglar se comportaría a modo de una singularidad másica negativa (“m”).

Podría darse el caso de que, por esta mitigación de aportes, se hubiera roto el equilibrio entre las ganancias y pérdidas de arena en la playa. De esta forma, el depósito definiría un balance cada vez más deficitario, que traduciría una inestabilidad, con el consecuente retroceso de la orilla, en este tramo del litoral.

Se podría dar el supuesto de que se instalara y explotara una camaronera en el área del manglar, por el hecho de que, en estos ambientes, desovan preferentemente los camarones adultos y se desarrollan sus larvas y postlarvas. Normalmente, si no se disponen de hatchery (semilleros de larvas de camarones), las camaroneras recogen estas larvas y postlarvas, para iniciar un cultivo intensivo.

Respecto a esta actuación, y sin descartar la posibilidad de casos mixtos, cabrían tres alternativas, que se ajustarían a las siguientes simplificaciones:

1. Los estanques se instalan tierra adentro, fuera del manglar, aunque en su proximidad. Las tomas de agua y los desagües se hacen de forma tal, que no precisan de obras marítimas, que interceptasen el transporte de deriva.

2. Los estanques ocupan toda la superficie del manglar. Podrían quedar restos, en degradación, en el sector más interno. En la fachada más externa, se encontrarían retazos del manglar rojo, muy degradados. Corresponderían a los pioneros, en la conquista del medio marino. Las tomas de agua y los desagües no necesitan de espigones transversales, ni de ningún otro tipo de obras, que interrumpieran el transporte de deriva.
3. Los estanques invaden parte del medio marino. Una parte de ellos se construyen en terrenos ganados al mar. Se utilizan espigones transversales, para las tomas de agua y para los desagües.

Con el primer caso, no se modifican, sensiblemente, los procesos naturales físicos, que acontecen en el litoral en cuestión.

Con el segundo caso, desaparece, en gran medida, el “sumidero sedimentario efectivo”, que causaba la progresiva creación de sustrato, en el proceso expansivo externo del manglar rojo. Sólo queda el atrapamiento dependiente de las macro-algas y de las praderas de gramíneas marinas. Por estos nuevos hechos, se refuerzan los aportes de arenas a la playa, que puede mitigar o bloquear la inestabilidad sedimentaria, o incluso invertir el proceso.

Y con el tercer caso, no sólo se mantendría la hipotética inestabilidad sedimentaria de la playa, sino que quizás se hiciese más intensa. En el debilitamiento añadido de los aportes sedimentarios, jugarían papeles decisivos:

- Los muros laterales, a barlomar, de los estanques externos. Éstos interrumpirían los transportes de deriva.
- Los espigones. También habrían interrupciones en el transporte de deriva, pero ahora de forma más drástica, por las mayores penetraciones de las obras.
- Y los muros frontales externos de los estanques. El transporte de deriva se impediría, en mayor o menor cantidad, a causa del efecto deflector-barrera energética, que provocarían estas obras, ante oleajes que superen una cierta energía.

## CAPÍTULO 13

### LA SUSTENTABILIDAD DE LOS PROYECTOS DE UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.

#### ESQUEMA:

1. Definición de sustentabilidad y consideraciones generales.
2. Descriptores de sustentabilidad: Conceptos, clasificaciones y evoluciones.
3. Los procesos y efectos geodinámicos, con sus causas, para la definición y configuración de los geodescriptores de sustentabilidad en ecosistemas.
4. Lista base de descriptores de sustentabilidad.
5. Ejemplos de aplicabilidad de descriptores generales de sustentabilidad.
6. Los indicadores de sustentabilidad: Conceptos y clasificaciones.
7. Metodología de cálculo de indicadores específicos.
8. Ejemplo de estimación de un indicador de sustentabilidad, en un ecosistema dado.
9. Diseño de un prototipo de camaronera, para un escenario geográfico específico, y estimación de su indicador de sustentabilidad.

#### 1. DEFINICIÓN DE SUSTENTABILIDAD Y CONSIDERACIONES GENERALES.

Se entiende por sustentabilidad la obtención del mayor “capital” de un recurso por el hombre, siempre que el sistema, donde tiene lugar la intervención, no quede hipotecado para generaciones futuras. Esto supone la preservación de la potencialidad de la biodiversidad y de la calidad del “recipiente” geológico.

De la anterior definición conceptual, se deduce, de una forma directísima, que la sustentabilidad está muy vinculada a los impactos ambientales, que ha provocado y provoca el hombre.

En relación con el área de influencia de estos impactos, se puede hablar:

- de sustentabilidad “planetaria”, y
- de sustentabilidad “doméstica”.

Además, hay otra manera de enfocar la sustentabilidad, a gran escala, bajo unos parámetros macroeconómicos. Esta sustentabilidad conllevaría una macro planificación, que implicara tanto a los países desarrollados como subdesarrollados. Los impactos inherentes del manejo global interdependiente del conjunto del sistema Tierra, que contempla esta otra perspectiva de la sustentabilidad, serían, obviamente, planetarios.

La sustentabilidad “planetaria” está íntimamente en dependencia con grandes grupos de mega-impactos, denominados transfronterizos, que convergen, para muchos autores, en tres aspectos sobresalientes:

- degradación de la capa de ozono,
- alteraciones en el efecto invernadero, y

- destrucción de masas boscosas por la lluvia ácida, en conjunción con otras causas más complejas

Pero a los mega-impactos, que han dado y dan lugar a las modificaciones y efectos indicados, habría que unirles otros no menos significativos, asimismo de carácter transfronterizo, y con repercusiones, a mayor o menor largo plazo, en la totalidad de la Tierra.

Sin ser demasiado exhaustivos, en este listado se deberían incluir:

- Los grandes derrames de productos petrolíferos (sobre todo crudos y fuel-oil), por accidentes, en áreas oceánicas y en zonas portuarias, con todas sus consecuencias en ecosistemas marinos, en sentido amplio, y en los litorales sensibles correspondientes a dominios internacionales o a ámbitos multi-estatales.
- Las contaminaciones en las macro-redes hidrológicas. Por ejemplo, la mercurización por prácticas mineras, en la obtención intensiva de oro, en la cuenca de la Amazonía. La contaminación de las aguas superficiales puede inducir a otra, en las aguas subterráneas.
- Los incendios "provocados", a escalas regionales inusitadas, como los ocurridos en la Amazonía, para la reclasificación de suelos, y en dependencia con otras actuaciones, que llevaban a especulaciones del territorio. Con estos incendios, se incorporaban a la atmósfera cantidades significativas de CO<sub>2</sub>, metano, ozono y otros productos, con sus efectos colaterales en la evolución de la capa estratosférica de ozono y en los cambios del efecto invernadero, entre otros. Pero además, estas grandes deforestaciones, como todas, inciden en la caída de los procesos de evaporación de las aguas de lluvia, con sus implicaciones en la probabilidad de presentación y caracterización de las precipitaciones, a escalas regionales, tanto en las zonas implicadas como en otras, más o menos próximas. Aquí no habría que olvidar la desaparición de una parte de los "sumideros" de CO<sub>2</sub>, al quemarse los bosques tropicales, y sus implicaciones en los cambios climáticos del conjunto de la Tierra.

La sustentabilidad "doméstica" está ligada a los impactos que derivan de la ejecución de proyectos puntuales, en unidades ambientales concretas. Por ejemplo, de los impactos referentes a la instalación y explotación de una camaronera, en un territorio de manglar.

La sustentabilidad "doméstica" no pierde interés por el hecho de su localismo. La suma e interacciones de impactos ambientales locales, producidos de forma intensiva en el espacio y en el tiempo, con sus posibles efectos acumulativos, muchos de ellos prácticamente irreversibles, pueden desembocar en alteraciones de los factores y procesos abióticos y bióticos, en sistemas mucho más amplios, susceptibles de llegar a regionales, según los casos. Las repercusiones finales podrían o pueden llegar a niveles planetarios.

## 2. DESCRIPTORES DE SUSTENTABILIDAD: CONCEPTOS, CLASIFICACIONES Y EVALUACIONES.

Los descriptores de sustentabilidad corresponden a las respuestas, valoradas semi o cuantitativamente, de forma numérica, de las perturbaciones (impactos positivos o negativos) en los procesos y efectos, y/o en sus causas, que rigen la formación y el equilibrio de los sistemas ambientales, ante determinados proyectos de desarrollo, o usos ya existentes.

Como ejemplo de descriptor de sustentabilidad, se puede indicar el conjunto de inestabilidades sedimentarias que se crearan ante la rotura del perfil de equilibrio, por profundización (extracción de áridos), de un fondo de arenas sueltas, que actúe a modo de contención de una playa, más o menos disipativa, y que forme parte de un sistema sedimentario, donde se encuentre una formación dunar solidaria.



Los descriptores de sustentabilidad, referentes a proyectos de desarrollo, pasan a ser parámetros en los cálculos de índices de uso.

Estos descriptores deben tener enunciados amplios, pero de forma tal que permitan:

- recoger, con precisión, las especificidades de un sistema en estudio, y
- valorar los desequilibrios que se desencadenarían, si se modificaran las causas, procesos y efectos que regulan al sistema en cuestión

Los descriptores se pueden clasificar de acuerdo con diferentes criterios o niveles de síntesis:

- en primarios y en secundarios.
- de idoneidad y de permisibilidad,
- generales y específicos.

Un mismo descriptor puede pertenecer a varios de estos niveles de síntesis.

Los descriptores primarios corresponden a las alteraciones directas, por las acciones del proyecto o uso. En cambio, los secundarios, o de entrecruzamientos, representan a las alteraciones que provocan unos descriptores primarios. Ésto es, no dependen directamente de las acciones antrópicas.

Los descriptores de idoneidad traducen el grado de "bondad" de las acciones del proyecto o uso. Descriptores de este tipo no hacen rechazable la intervención antrópica, aún en el caso de que alcancen las valoraciones más bajas posibles. De darse estas circunstancias de escasa o nula idoneidad, no implicarían una puesta en peligro de la sustentabilidad del territorio.

Los descriptores de permisibilidad son muy radicales. Describen si las repercusiones de las intervenciones antrópicas son admisibles o no, en el sentido de que impliquen impactos no excluyentes o excluyentes, en relación con la sustentabilidad de la unidad ambiental, ante un determinado proyecto o uso.

Los descriptores generales son aquellos que se podrían identificar en un número significativo de unidades ambientales, y sólo con ligeras matizaciones diferenciales, frente a una variedad considerable de proyectos o usos del territorio. En tanto que los específicos son los propios de una unidad territorial en concreto, respecto a un determinado proyecto o uso del territorio.

Cada descriptor de sustentabilidad se valorará numéricamente, mediante criterios muy concisos, expresados claramente, en relación con:

- el proyecto, o uso, que se trate, y
- el sistema específico, a intervenir.

En la tabla 13.1, se recogen, a modo de ejemplo, los criterios de valoración, con sus puntuaciones, de los descriptores de idoneidad, válidos para lagunas costeras, y en relación con la protección y/o con la recuperación de sus ambientes.

Criterios.	Puntuación
No se detecta ningún tipo de degradaciones, y se favorece a la estabilidad de la biocenosis, dentro de un equilibrio ecológico	10
No se detecta ningún tipo de degradaciones, ni se favorece a la biocenosis	0
Se detectan degradaciones en el "recipiente físico", sin aparentes repercusiones en las presiones ambientales y en la biocenosis	-2.5
Se detectan degradaciones en el "recipiente físico" y en las presiones ambientales, que a la larga repercutirán en la biocenosis.	-5.0
Se detecta degradación en la biocenosis	-7.5
Se detectan degradaciones en el "recipiente físico", en las presiones ambientales y en la biocenosis	-10.0

Tabla 13.1  
Ejemplos de valoración de descriptores de idoneidad para lagunas costeras.

En la evaluación de descriptores de sustentabilidad, se debe tener presente que el impacto negativo, en el caso de que se dé este signo, no es la alteración en sí, sino el grado de degradación que supone. Esto está de acuerdo con la expresión de que “el veneno no es la sustancia, sino la dosis” (Paracelso, in Lovelock, 1992).

En estudios de sustentabilidad, lo difícil es calcular la “dosis” admisible que, por interacciones con otras alteraciones, en principio tomadas como mínimas, no determinen “umbrales críticos” inadmisibles, simplemente por efectos acumulativos.

Principalmente hay que determinar si el ecosistema, o mejor, el sistema “acotado”, está críticamente equilibrado o no. En la primera de esas circunstancias, y a partir de un determinado grado de “saturación” de desequilibrio, un ligero cambio, una ligera alteración introducida gradualmente, en “dosis” aparentemente admisibles, podría producir, muy probablemente, y según las ideas de Lovelock (1992), una secuencia de eventos bruscos (Teoría del Caos).

Lo anterior, y en cierta medida, se oponen a los conceptos de “capacidad de absorción” y de “grado de fragilidad”, con todas sus implicaciones, a la hora de manejar un territorio.

De aquí que se deba hacer un análisis “cruzado” entre causas, procesos y efectos que se alteran y el conjunto de factores y procesos geoambientales, bioambientales y de presiones ambientales del sistema que se afecta.

Así, y en coherencia con todo lo anterior, la evaluación de una sustentabilidad no debería estar en dependencia con la calidad ambiental del territorio, sino con su equilibrio ecológico. Pero resulta mucho más difícil medir grados de desequilibrios que estimaciones de calidades.

Las medidas de desequilibrios suponen abstracciones más complejas y discusiones sobre tópicos más desconocidos, que llevarían a resultados quizás bastante alejados de la realidad. Con ello, se caería en exposiciones retóricas, más o menos bonitas, pero de una operatividad “práctica” que dejaría mucho que desear.

### 3. LOS PROCESOS Y EFECTOS GEODINÁMICOS, CON SUS CAUSAS, PARA LA DEFINICIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS GEODESCRIPTORES DE SUSTENTABILIDAD, EN ECOSISTEMAS.

En principio, cabría descartar que el hombre pueda influir en los procesos geodinámicos, o en sus causas, dado que éstos tienen lugar a escala de “tiempos geológicos”, donde pierde significado, normalmente, las escalas de “tiempos históricos”. Sin embargo, hay casos de interés, perceptibles en tiempos históricos, en que se dan estas modificaciones, que hipoteca al medio físico.

Entre los ejemplos de causas, procesos y efectos geológicos, que puede modificar el hombre, se encuentran los siguientes:

- Disminución de los recursos de un acuífero.
- Cambios geoquímicos en suelos y en sedimentos en general.
- Aborto de formaciones coralinas arrecifales.
- Erosión generalizada en los litorales.
- Debilitamiento de la alimentación sedimentaria de las playas.
- Modificaciones drásticas de entornos lacustres.
- Modificaciones drásticas de desembocaduras de ríos.
- Y otros.

#### **a). Disminución de los recursos de un acuífero.**

Se podrían describir múltiples ejemplos que conlleven una disminución de los recursos de agua en un acuífero. Entre ellos, están, en zonas caribeñas, las actuaciones de sustitución del bosque tropical, que facilita la infiltración, por determinadas explotaciones agrícolas, como pueden ser las plataneras. Ante

estos tipos de proyectos, progresivamente pierden caudales los arroyos y se secan fuentes, aparte de otros procesos ligados a esta dinámica de las aguas subterráneas.

Un efecto similar, de modificación de un acuífero, se podría dar al disminuir la permeabilidad del acuífero, ante una contaminación a gran escala, provocada por el hombre:

- de derivados del petróleo, o de su propio crudo, y
- de fangos, en medios arenosos.

Para el segundo supuesto, imagínese la rotura de una gran represa, que contenga una gran cantidad de limos y arcillas, en un entorno formado, aguas abajo, por un relieve llano y de naturaleza arenosa, que permite el desarrollo de un acuífero libre. El escenario descrito se da, con relativa frecuencia, en el levante peninsular español. Tras la rotura, los finos llegarían a las arenas y taponarían gran parte de los poros. Ello traería consigo que quedara muy menguada la capacidad de infiltración en estos materiales. Consecuencia de ello, sería que el acuífero quedaría bastante hipotecado. La obstrucción de los poros sería un efecto muy perdurable.

#### **b). Cambios geoquímicos en suelos y en sedimentos en general.**

Un suelo y un depósito sedimentario están caracterizados, entre otras cosas, por su geoquímica. En función de esta, tendrán determinadas utilidades para el hombre y representarán un recurso.

Por otra parte, algunas actuaciones del hombre, como, por ejemplo:

- abuso de pesticidas y fertilizantes,
- inadecuados sistemas de riego,
- deforestaciones,
- etc.,

y determinados impactos transfronterizos, como la lluvia ácida, entre otros, pueden provocar efectos, que desencadenen cambios geoquímicos en suelos y en sedimentos. Estos cambios pueden llevar implícitos que los medios físicos afectados dejen de tener utilidad para el hombre, o queden muy alterados en el papel que juegan en el ecosistema. De esta forma, quedarían hipotecados por intervenciones antrópicas.

#### **c). Aborto de formaciones coralinas arrecifales.**

Las formaciones coralinas arrecifales se desarrollan en mares someros, de aguas limpias, agitadas y cálidas.

Determinadas intervenciones del hombre, en el litoral, pueden hacer que cambien algunos de estos condicionantes, indispensables para el desarrollo de las formaciones coralinas arrecifales. Frente a tales cambios, se produciría el hipotecamiento de unos de los tipos de "formaciones sedimentarias organógenas". Ejemplo de estas actuaciones hipotecantes serían:

- Construcción y uso de un puerto-isla.
- Construcción de pedraplenes (terraplenes de enlaces) entre cayos en entornos arrecifales coralinos activos. Sean algunos casos de las actuaciones en la Cayería del Norte, en Cuba. Las aguas quedan, normalmente, muy resguardadas.
- Los vertidos masivos al mar.
- La tala intensiva de bosques litorales y de manglares. Estas actuaciones provocan la erosión del sustrato litológico y el aporte de materiales hacia el mar arrecifal, que aumenta su turbidez.

- Y otros.

**d). Erosión generalizada en los litorales.**

Los litorales retroceden ante un aumento del nivel medio del mar. Con esta transgresión, se destruyen las formaciones litológicas, que hacen frente a la acción erosiva del mar, y entran en inestabilidad sedimentaria las playas arenosas, que es otra forma de erosión.

La elevación del nivel medio del mar se puede deber, en parte, al incremento del efecto invernadero, correspondiente a actuaciones antrópicas. Concretamente, a la producción de CO<sub>2</sub>, por la quema de combustibles fósiles y de biomasa vegetal actual.

Con esta acción erosiva del borde del mar, quedan hipotecados muchos espacios físicos litorales.

**e). Debilitamiento de la alimentación sedimentaria de las playas.**

Cuando se interviene en las laderas de las cuencas hidrológicas, cuyos ríos, o barrancos, desembocan en el mar, se puede modificar la llegada de aportes sedimentarios al litoral. Esto ocurre, fundamentalmente, ante dos tipos de intervenciones:

- con la construcción de presas, y
- con las repoblaciones forestales.

Frente a estos tipos de actuaciones, todas aquellas playas, que se alimentaran, básicamente, de los áridos transportados por las aguas encauzadas, que desembocaran en el mar, se verían afectadas, deficitariamente, en sus solicitudes sedimentarias, y podrían llegar a situaciones de inestabilidades, tales que implicaran la insostenibilidad de estos medios físicos.

Sin embargo, se podrían llegar a circunstancias totalmente opuestas, en relación con procesos de talados incontrolados de bosques, incendios forestales provocados por el hombre, abandono de cultivos, entre otras actuaciones. A pesar de beneficiarse los ambientes de playa, por estas intervenciones, aparecen otros efectos insostenibles, en determinadas áreas geográficas, como sería el avance de los procesos de desertificación, por ejemplo.

**g). Modificaciones drásticas de entornos lacustres.**

Como ejemplo, sea el escenario lacustre endorreico del Mar de Aral, que se localiza en el Asia Central. Este Lago, en su día, era el cuarto más grande del mundo, con una extensión de 65 000 kilómetros cuadrados. Sólo en la tercera parte del vaso se superaban los 10 metros de profundidad, lo que explica el grado, relativamente alto, de salinidad de sus aguas.

Los programas agrícolas de la antigua U.R.S.S. convirtieron este entorno en un área especial de producción de algodón, con aguas de regadío procedentes del Lago.

La sobre-explotación de agua para el riego trajo consigo que se redujera drásticamente el volumen de agua almacenada. Actualmente, el Mar de Aral supone un 40 % de lo que era.

Progresivamente, se produjo un aumento de la salinización:

- en las tierras desérticas que se regaban, y
- en el propio Lago.

La doble salinización se explica fácilmente, en un contexto de cuenca endorreica. Las tierras se salinizaban, gradualmente, debido a la fuerte evaporación. Las aguas de escorrentía, retomaban las sales depositadas en la superficie y las llevaban al Lago. De esta forma, el Lago se salinizaba también. Los posteriores regadíos se realizaban con agua cada vez más salada, con lo que se acentuaba este proceso doble de salinización.

Llegó el momento en que las tierras de cultivo se abandonaron, por problemas de calidad del agua de riego y del propio suelo.

Con estas actuaciones, lo que ha quedado hipotecado son:

- El volumen relicto del agua del Lago, por el aumento de salinidad. Esto ha hecho desaparecer gran parte de sus recursos biológicos. Ahora, la pesquería es prácticamente inexistente.
- Y la parte del vaso desecado, en cuanto que en la actualidad no puede soportar ningún tipo de utilidad por sus contenidos en sales. Antes era el soporte de unos recursos biológicos, del medio lagunar, que ya no se pueden dar.

En cambio, aunque aparentemente aparece hipotecado, no lo es el área de desierto, que se aprovechó en su momento para el cultivo del algodón. Se ha pasado de un desierto inaprovechado a otro salino, que no permite su utilización agrícola. Estrictamente sí ha habido un cambio del ecosistema, con todas las repercusiones que ello supone.

#### **b). Modificaciones drásticas de desembocaduras de ríos.**

Todos los deltas son construcciones recientes en la desembocadura de los grandes ríos, siempre que supongan fuertes acarreo de sedimentos, y otras circunstancias de contorno.

Los deltas representan a escenarios donde los procesos geodinámicos de erosión, transporte y depósito dan lugar a geomorfologías muy jóvenes, móviles y cambiantes.

Para que se formen deltas se precisan:

- Caudales elevados en los ríos.
- Millones de toneladas de materiales erosionados.
- Y el concurso de mares poco agitados, de mareas mínimas.

Últimamente, casi todos los deltas están amenazados por la generalización de los embalses. En algunos casos, se identifican, incluso, catástrofes ambientales, que traducen la ejecución de proyectos de desarrollo, de nula o de escasa sustentabilidad.

Un ejemplo de estos casos catastróficos está en la región deltaica del Nilo. La insostenibilidad se relaciona con el Represamiento de Assuán, que, entre otras cosas:

- Hace que disminuyan los aportes sedimentarios en la desembocadura del Nilo. Los áridos quedan atrapados en la represa.
- Y que decaiga la capacidad de transporte del Río, al disminuir su caudal.

Todo ello implica que se rompa el equilibrio entre la erosión en la desembocadura, el transporte y el depósito, que determinan el progreso del Delta del Nilo. Con la rotura del equilibrio, el Delta entra en una fase de retracción (de erosión neta), con todas sus consecuencias, básicamente de pérdida del biotopo, que sustenta a su biocenosis.

#### **4. LISTA BASE DE DESCRIPTORES DE SUSTENTABILIDAD.**

##### **a). Descriptores de sustentabilidad, en relación con lagunas costeras.**

En el manejo de lagunas costeras, o ambientes próximos, el estudio de la sustentabilidad, de determinados proyectos, se estimará, en principio, conforme con una serie específica y peculiar de descriptores, de carácter general respecto a un conjunto de intervenciones, obviamente exógenas antropogénicas (extraños e introducidos por el hombre).

Muchos de los descriptores diseñados para las lagunas costeras, se pueden rescatar, redefinir y extrapolar a escenarios de cayerías:

- cuando algunos de los cayos se unan entre sí, y a la isla "mayor", mediante pedraplenes (terraplenes con "ojos" de comunicación marina, sobre fondos someros), creándose aguas más o menos cerradas, donde cambian drásticamente ciertas presiones ambientales, como las que tienen lugar en el medio oceanológico, y
- cuando se intervenga, antrópicamente, sobre los recintos insulares y sobre sus entornos.

Un listado provisional, válido para las lagunas costeras y para casos particulares de cayerías, sería:

Descriptores de idoneidad:

- a). Cómo repercutiría la intervención en la protección-conservación del medio ambiente en su conjunto. Coeficiente de importancia: 0.20.
- b). Grado de impacto paisajístico: Cómo se visualiza la intervención, y/o vertidos ocasionados por el uso del territorio. Coeficiente de importancia: 0.10.
- c). Efectos sobre la biocenosis que producen el levantamiento, o la eliminación, de tendidos de cables sub-aéreos, u otras estructuras, en el borde o a través de la laguna. Se considera, básicamente, la mortandad, por choques, en una avifauna a proteger. Coeficiente de importancia: 0.35.
- d). Removilizaciones muy localizadas y transitorias de los sedimentos, en el fondo de la laguna. La turbidez no debe producir efectos significativos en la biocenosis. Coeficiente de importancia: 0.20.
- e). Actuaciones en el entorno próximo (en la vegetación de borde), que conlleven una caída en la aportación de materia orgánica a los mares vecinos, desde la laguna. La productividad y riqueza de los ecosistemas marinos dependen, en parte, de estas aportaciones. Coeficiente de importancia: 0.05.
- f). Alteraciones en la unidad territorial por las características de la infra-estructura subsidiaria para el proyecto, previas y a realizar en el territorio propiamente dicho y/o en su área circundante. Coeficiente de importancia: 0.05.
- g). Modificaciones en el usufructo de la laguna. Coeficiente de importancia: 0.05.

Descriptores de permisibilidad.

- A). En el supuesto de que el humedal esté protegido legalmente, conformidad del proyecto con los usos y explotaciones regulados por la legislación, referente a la conservación de espacios naturales bajo protección.
- B). Todas aquellas perturbaciones que repercutan:
  - en las áreas de refugio (dormitorio) y reproducción animal de interés, y
  - en las áreas de hibernada, para aves migratorias,del ecosistema.
- C). Destrucción, u ocultación, de singularidades geológicas, de interés por su rareza científica y/o por representar recursos didácticos muy interesantes, ausentes en entornos de carácter regional.
- D). Cambios físico-químicos (temperatura, contenido en oxígeno disuelto, salinidad, pH, etc.), que rebasen, por separado, o en conjunción, el umbral crítico de tolerancia, a partir del cual hay letalidad, en mayor o menor grado (desde total a parcial), en la biocenosis lagunar. Se tiene presente si se atenta:

- a la singularidad biológica, y
- a la supervivencia de unas posibles especies raras, o en peligro de extinción, del ecosistema.

De este factor general, se deriva una serie de factores particulares, a modo de despliegue de un menú, que se recogen en los descriptores que se enuncian a continuación.

E). Recepción de aguas residuales, tanto industriales como urbanas, en lagunas con restingas arenosas. Los cambios físico-químicos, ligados:

- a la contaminación,
- a la turbidez que se origina, y
- a la obstrucción de la porosidad, por los fangos "negros",

en el ambiente arenoso y en las aguas embalsadas pueden:

- Crear condiciones desfavorables para los organismos filtradores. Las partículas tuyen los sistemas de alimentación y filtración de los mismos.
- Llegar al límite de la letalidad de muchas especies de la biocenosis lagunar, por las nuevas condiciones físico-químicas introducidas.
- Desarrollar condiciones poco propicias para el establecimiento de comunidades maduras.
- E impedir la renovación del agua, por una circulación lateral-vertical, por lo que perdura las condiciones adquiridas de letalidad. La circulación lateral se relaciona con el intercambio con el mar abierto y la vertical en relación con la llegada de aguas dulces o salobres, a través de surgencias.

F). Incrementos artificiales de áridos en la "barra" de sellado de la laguna, de forma tal que se impidan los reboses naturales de agua desde el mar y la formación de inlets, o comunicaciones naturales, entre mar abierto y aguas retenidas, con los temporales. La obstaculización de estos intercambios pueden repercutir en las condiciones físico-químicas, que regulen la vida de la biocenosis lagunar.

G). Construcción de obras, que modifiquen las peculiaridades naturales del biotopo, y con ello, muchos de los condicionantes de su biocenosis. Un caso particular sería las obras que alteren los aportes de agua a la laguna. Por ejemplo, abertura de una bocana. Esto último implicaría cambios en las características ambientales, con sus repercusiones en los organismos vivos del medio.

H). Removilizaciones significativas de los sedimentos, por actuaciones mecánicas en el fondo. La turbidez puede producir efectos sensibles en determinadas especies de la biocenosis. De esta manera, se alteraría la cadena trófica del ecosistema.

I). Actuaciones en áreas próximas, o dentro del ambiente, que impliquen modificaciones en los aportes sedimentarios hacia la laguna y en la deposición de los áridos en ella. Por tales motivos, se alteraría la batimetría lagunar, que, a su vez, provoca cambios en los factores físico-químicos del medio acuático, que regula la vida en el ecosistema.

J). Creación de barreras físicas internas, que perturben el diagrama de corrientes y de transportes de sedimentos, en el medio lagunar. Esto trae consigo cambios batimétricos, y en otras muchas presiones ambientales, con sus efectos en la biocenosis.

En un contexto de lagos no "costeros", se tendría que eliminar muchos de los anteriores descriptores generales, e introducir otros. Sirva de ejemplo, de un nuevo descriptor, los efectos contaminantes, tanto de la masa acuosa como del sustrato, por vertido de aguas residuales, ya sean domésticas como industriales, respecto a los recursos de disponibilidades hídricas, del propio cuerpo de agua como de los acuíferos subsidiarios, para actividades antrópicas.

**b). Descriptores de sustentabilidad, en relación con instalaciones y explotaciones de camaroneras.**

El soporte de formulación, de estos descriptores, podría estar en muchos de los parámetros del índice de uso, de las instalaciones y explotaciones de las camaroneras. Según los casos concretos, se eliminarían algunos de éstos y se introducirían otros.

Conforme con estos parámetros extrapolables, una primera batería provisional de descriptores se diseñaría como sigue:

Descriptores de idoneidad.

- a). Efectos en el equilibrio ecológico acuícola, de la unidad territorial, y/o en ecosistemas próximos.

Coeficiente de importancia: 0.190.

- b). Perturbaciones en la biomasa de la zona ocupada, de borde e interpuesta, por la instalación de la propia camaronera y por la construcción de infra-estructuras viarias y de servicios.

Coeficiente de importancia: 0.190.

- c). Efectos sobre la biocenosis, que produce el levantamiento de tendidos eléctricos, requeridos por la camaronera.

Coeficiente de importancia: 0.190.

- d). Posibles cambios en el micro-clima, por la instalación de la camaronera.

Coeficiente de importancia: 0.064.

- e). Grado de distorsión paisajística, por la visualización de la instalación, en un entorno con una alta calidad del paisaje, que se utiliza como escenario recreacional-turístico, o tiene potencialidad para ello.

Coeficiente de importancia: 0.238.

- f). Alteraciones de los procesos y efectos de erosión y sedimentarios.

Coeficiente de importancia: 0.128.

Descriptores de permisibilidad.

- A). Atentado nulo o efectivo a una biodiversidad de muy alto significado, en relación con su contenido en especies vegetales o animales raras o en peligro de extinción, por ocupación física del sustrato, que llevaría a la destrucción de biomasa, por introducción de especies exóticas o por otras causas.

- B). Probabilidad de que se llegara al umbral crítico de tolerancia, en relación con la letalidad de una biocenosis significativa a proteger, del ecosistema acuícola de la unidad territorial.

- C). Alteración o destrucción, nula o efectiva, de ecosistemas acuícolas significativos periféricos, por enterramientos u otras causas, achacables a los procesos y efectos colaterales, que implicarían unas obras o actividades propias o anexas a la camaronera.

- D). Construcción de obras marítimas, por exigencias de la camaronera, que impliquen obstaculizaciones significativas en los aportes sedimentarios, hacia áreas sensibles, de especial valor ecológico, como pueden ser ciertos manglares, con un alto grado de biodiversidad.

- E). Obstaculización significativa, por intervenciones realizadas, a requerimientos de la camaronera, de la alimentación sedimentaria de una playa arenosa, de interés, ubicada aguas abajo.
- F). Retroceso generalizado de la línea de costa, en un tramo significativo del litoral, por las obras inherentes a la camaronera.
- G). Destrucción, u ocultación, de singularidades geológicas, de interés por su rareza científica y/o por representar recursos didácticos muy ilustrativos, ausentes en entornos de carácter regional.
- H). Ocupación de un área de especial significado etnográfico-histórico-artístico.

Las descripciones oportunas y las peculiaridades del conjunto de estos descriptores, de idoneidad y de permisibilidad, son prácticamente las mismas que las correspondientes a los parámetros, con enunciados homólogos, del índice de uso.

**c). Descriptores de sustentabilidad, en relación con el manejo de playas.**

La guía procedimental, para el estudio de los impactos físicos en una playa, en lo referente:

- tanto a los procesos,
- como a los efectos sedimentarios,

se diseña de acuerdo con baterías de preguntas, conforme con las acciones de proyectos de desarrollo, o de usos ya existentes.

Los impactos se miden e interpretan según metodologías específicas.

Las identificaciones, con sus evaluaciones, de estos impactos, constituyen descriptores para estudiar la sustentabilidades de los proyectos, en la playa a intervenir.

En principio, para los ambientes de playa, se podrían formular las preguntas “guiadas”, que deben permitir el diseño de los descriptores más significativos de sustentabilidad, en relación con las obras marítimas. Los bloques de preguntas se hacen en función de la clasificación estructural de las obras de defensa de las costas. Unas tentativas de estos bloques de preguntas serían:

a). Interrogaciones para el diseño de descriptores de sustentabilidad en relación con los muros.

1. ¿Habrían removilizaciones de sedimentos y transportes de los mismos?.
2. ¿Tendrían lugar acreciones y/o erosiones a barlomar y sotamar de la obra?.
3. ¿Cómo serían las repercusiones sobre las corrientes de deriva?. Aquí se incluyen las posibles creaciones de barreras energéticas transversales.
4. ¿Se propagarían, aguas abajo, los procesos y efectos sedimentarios, determinados por la actuación?.
5. ¿Hasta dónde llegaría la propagación de los anteriores procesos y efectos?.
6. ¿Afectarían a otras playas, de aguas abajo?.

b). Interrogaciones para el diseño de descriptores de sustentabilidad en relación con los revestimientos.

A los descriptores del epígrafe anterior, habrían que añadirles estos otros si, además, hubiera una intervención de revestimiento:

1. ¿Cómo influye esta otra intervención en las barras de arena, cuando una playa evoluciona entre estadios morfodinámicos, más o menos disipativos y reflectivos?.

2. ¿Qué repercusiones habrían de esperarse en el sector más interno de un depósito de arenas, cuando se influye en las barras de una playa, que evoluciona de disipativa a reflectiva, y viceversa?.

c). Interrogaciones para el diseño de descriptores de sustentabilidad, en relación con obras transversales, en un litoral con transporte neto de deriva.

Las preguntas a hacerse serían:

1. ¿Cómo se interfieren los transportes de deriva?.
2. Una obra transversal aislada, o la primera, aguas arriba, de un campo de estructuras transversales, ¿en qué medida provocan rip currents, con transportes de áridos, hacia fondos inactivos?.
3. ¿Cómo influye el diseño morfológico, en planta, en el desarrollo de esos rip currents?.
4. Cuando se construyen campos de obras transversales, ¿cómo influye la parametrización de estas obras, para que se formen rip currents internos, con sus consiguientes implicaciones en las inestabilidades de los depósitos de arena?.
5. ¿Qué procesos y efectos habrían de esperarse, a barlomar y a sotamar de las estructuras, o del conjunto de estructuras? ¿Bajo qué circunstancias?.
6. Y, en general, ¿cómo repercuten las obras en las playas de aguas abajo? ¿Hasta dónde?.

d). interrogaciones para el diseño de descriptores de sustentabilidad, en relación con obras transversales, en un litoral con transporte nulo de deriva.

Bajo estas circunstancias de transporte nulo, las interrogaciones se formularían como sigue:

1. ¿Cuáles serían ahora las respuestas a la anterior batería de preguntas?.
2. ¿Qué pasa frente a ocasionales situaciones de temporales?.
3. ¿Podrían quedar tramos de playas aislados sedimentariamente?.

e). Interrogaciones para el diseño de descriptores de sustentabilidad, en relación con los diques exentos y arrecifes artificiales emergentes.

La batería de preguntas sería:

1. ¿Habrá algún umbral de gradiente de sobre-elevación, del agua del mar sobre el estrán, para que se produzca un transporte de arena, a lo largo de la playa?.
2. En el supuesto de una respuesta afirmativa, en la pregunta anterior, ¿cuáles serían las velocidades umbrales mínimas, en unas condiciones muy generales, sin considerar la muy activa participación de las variables topográficas y valores granulométricos de los áridos, entre otros?.
3. En el caso de darse esas velocidades umbrales mínimas, ¿cuáles son las alturas mínimas del oleaje?.
4. La parametrización del diseño del dique exento, ¿qué papel juega en la formación de hemitómbolos y tómbolos?.
5. ¿Cómo se interfieren los transportes de deriva? ¿A causa de qué? ¿Crean barreras energéticas transversales, que determinen transportes de áridos hacia fondos inactivos?.

6. ¿Qué repercusiones habrán en otras playas de aguas abajo?.
7. ¿Cómo repercute en la plantas de la playa la ecuación de equilibrio, que relaciona los transportes  $Q_{\text{es}}$  y  $Q_s$ ?

f). Interrogaciones para el diseño de descriptores de sustentabilidad, en relación con la alimentación artificial de playas.

Las preguntas se ajustarán, más o menos, a los siguientes estilos:

1. ¿Se debe a una intervención antrópica el déficit sedimentario de una playa, que gozaba de buena salud sedimentaria, y que ahora precisa de una alimentación artificial?.
2. Si se corrigen esas causas, para evitar la alimentación artificial, y para que entre en funcionamiento una regeneración natural, con efectos apetecibles en un plazo de tiempo razonable, ¿qué otras posibles repercusiones habrían en el conjunto del litoral?.
3. ¿Qué ocurriría si se pretendiera optimizar una playa, mediante una alimentación artificial, sin analizar las causas que han determinado la degeneración del depósito sedimentario?.
4. ¿Cuál sería la cuantía de una alimentación artificial, para llegar a un depósito óptimo? ¿Con qué variables y estimaciones se tendría que jugar?.
5. ¿Qué tasa media de pérdidas de arenas se espera que haya? ¿Con qué periodicidad, y con qué cuantía, habría que hacer realimentaciones, para tener una playa con un depósito en condiciones óptimas? ¿En qué se basarían las predicciones?.
6. ¿Qué características deben reunir las arenas de una alimentación artificial, para que no se produzcan impactos en el ámbito de regeneración?.
7. El conocimiento y la comprensión de los diagramas de transporte, en la playa, ¿se tendrán presentes en las metodologías de la alimentación artificial, para minimizar los impactos negativos?.
8. ¿Se esperarían repercusiones, con la alimentación artificial de una playa, en otras, de aguas abajo? Una intervención dada, ¿provocaría impactos estéticos, y físicos en general, en otras playas, si les llegaran los áridos de la alimentación? ¿Se debería a un empleo de áridos de características contrastadas, respecto a los de la provincia morfodinámica, en que se encuentra la playa a optimizar?.
9. La alimentación artificial, ¿provocaría el aterramiento de praderas de algas o de graminias marinas, instaladas en la playa sumergida del territorio a intervenir? ¿O sólo se enturbiaría el medio físico de estas praderas?. La turbidez, ¿provocaría la regresión de una pradera de algas o de graminias?. Con la destrucción de praderas, ¿se atendería a la defensa física de las playas?.
10. ¿Qué problemas presentarían, para el usuario, el empleo de áridos de machaqueo, procedentes de una cantera? ¿Y en relación con la dinámica litoral?.
11. El diseño de la planta de una orilla, ¿cómo repercutiría en la estabilidad de la alimentación artificial? ¿Según que metodologías se configuran las plantas en proyectos?. Esas configuraciones, ¿podrían producir impactos?.
12. Las fuentes de aportes, ¿estarían en la propia playa a regenerar? ¿O habría que recurrir a fondos sumergidos de otras playas?. En cualquier caso, ¿qué repercusiones físicas colaterales podrían darse?.

**d). Descriptores de sustentabilidad, en relación con la extracción de áridos, desde bancos sumergidos, para las alimentaciones artificiales de playas.**

Los descriptores que se precisan para el estudio de la sustentabilidad de una extracción de áridos, desde un banco sumergido, se podrían obtener a partir de esta otra serie de interrogantes:

1. ¿Cómo se afectarían los fondos a explotar? ¿Habría de esperar que evolucionara el perfil de equilibrio, conforme con la “Regla Bruun” u otra similar? ¿Actuarían las corrientes litorales y/o las oscilaciones infragravitarias como mecanismos en el reajuste del perfil de equilibrio?.
2. ¿Se identificaría un efecto de “excavación remontante”, a causa del reajuste del perfil de equilibrio? ¿Cabría prever otros efectos?.
3. Cualquiera de los efectos de reajuste del perfil de equilibrio, ¿llegaría hasta la orilla de una playa? ¿Cuáles serían las repercusiones en este sector de playa? ¿Podrían provocar una inestabilidad sedimentaria, o que se acentúe esta, si es que ya se daba?.
4. ¿Se alterarían los procesos de erosión y de transporte de áridos, lo que a su vez repercutiría en los efectos de deposición sedimentaria, en el conjunto del área de influencia de la intervención de extracción?.
5. ¿Se destruirían las contenciones, o sustentaciones, de los depósitos playeros de áridos? ¿Se daría el caso particular de la destrucción de barras sumergidas, que actúen como contenciones de los depósitos sedimentarios, y/o como mitigantes de la energía del oleaje?.
6. ¿Se verían afectadas la destrucción total o parcial de praderas de vegetación, como las de posidóneas (Posidonea oceánica) ? ¿Qué repercusiones, y en qué medida, tendrían en la dinámica sedimentaria de las playas, la destrucción de praderas de vegetación?.
7. En el caso de que las playas “donantes” sean sistemas sedimentarios abiertos o cerrados, y de que las zonas a explotar se encuentren en ámbitos disipativos, o no, ¿habrían, o no, desequilibrios sedimentarios, cuyas repercusiones alcanzaran a las zonas más internas de las playas? ¿Se explicarían basculaciones sedimentarias entre el estrán y la playa sumergida, que tengan características de impactos físicos provocados?.
8. La explotación de unos fondos, ¿tendrán repercusiones en los procesos y efectos físicos de otras playas próximas?.

## 5. EJEMPLOS DE APLICABILIDAD DE DESCRIPTORES GENERALES DE SUSTENTABILIDAD.

### **Primer caso.**

Sea el descriptor “cambios físico-químicos”. Por convenio, en este descriptor queda excluida la turbidez por removilizaciones u otras causas, y los contenidos en nutrientes.

Este descriptor, referido a una laguna costera, comprendería las características estándar de:

- temperatura,
- contenido en oxígeno disuelto,
- salinidad, y
- pH.

Para valorar numéricamente al descriptor, después de una intervención antrópica, se utilizaría un cuadro de referencia. En el caso más general, este cuadro tendría en cuenta un doble efecto:

- Cómo repercuten las alteraciones introducidas en los procesos de sedimentación, básicamente en la sedimentación por precipitación química.
- Y cómo influyen estas alteraciones sobre la biocenosis, sin obviar que la precipitación química puede influir, a modo de descriptor secundario, en el desarrollo de los organismos vivos.

Dentro de un contexto de simplificación, de forma provisional, y a modo de propuesta de pauta a seguir, se diseña un cuadro de referencia, tabla 13.2, conforme con los efectos sobre la biocenosis. Este se deberá modificar, después de haber sido discutido por un equipo multidisciplinar. De todas formas, cualquier cuadro de referencia será operativo, o válido, siempre que su confección se haga en función de un proyecto en concreto, y para un escenario geográfico determinado.

CRITERIOS	PUNTUACIÓN
Se favorece la restauración de especies propias del ecosistema, que habían desaparecido por unas condiciones desfavorables.	de +10 a + 08
Se favorece la recuperación de especies significativas, que se encontraban en situación precaria, y que intervienen decisivamente en el equilibrio ecológico.	de + 07 a + 05
Se favorece la recuperación de unas pocas especies, que aparentemente carecen de importancia en el equilibrio ecológico.	de + 04 a 00
No se producen alteraciones en la biocenosis.	0
Se llega casi al límite de la letalidad de muchas especies de la biocenosis.	de 00 a - 05
Letalidad de algunas especies de la biocenosis	de - 06 a - 08
Letalidad total de la biocenosis.	de - 09 a - 10

Tabla 13.2  
Cambios físico-químicos en las aguas de lagunas costeras. Efectos sobre la biocenosis.

#### Segundo caso.

Sea la turbidez que se crea en un medio acuoso.

Este descriptor se podría aplicar, de nuevo, a una laguna costera.

Supóngase que esta laguna:

- Está completamente cerrada, separada del mar por un brazo de arena (una “restinga” o “barra”, dependiente, o no, de una flecha). Sin embargo, esta “restinga” es fácilmente rebasada por oleajes, y puede romperse (desarrollar inlets), en algunos sectores y durante ciertos intervalos de tiempo, ante fuertes temporales. Además, se da una circulación lateral de agua, en un doble sentido, a través de las arenas de la barra, en relación con los cambios de mareas y otras circunstancias oceanológica.
- Encierra surgencias de aguas dulces-salobres.
- Recibe aguas residuales (servidas), de unas urbanizaciones cercanas.
- Se encuentra en la desembocadura de un barranco, que esporádicamente lleva aguas.
- Tiene en sus proximidades una camaronera, que vierte aguas con suspensiones de finos, en relación con las operaciones de mantenimiento.
- Y soporta actuaciones mecánicas antrópicas, en su fondo.

De acuerdo con las hipótesis asumidas, la turbidez podría tener una cuádruple causa:

- Las suspensiones de finos (limos y arcillas), acarreados por el barranco y por los desagües de la camaronera.
- Las descomposiciones de materia orgánica.
- Las removilizaciones, por las obras mecánicas, en el lecho de la laguna. La turbidez dependería de la puesta en suspensión de sedimentos.

- Y los vertidos de aguas residuales. La turbidez se debería a la presencia de los fangos “negros”.

Los efectos de la turbidez se dejarán sentir:

- en el depósito de las arenas,
- en la columna de agua, y
- en la biocenosis lagunar.

Luego, se precisaría de un triple cuadro referencial, para evaluar la sustentabilidad del descriptor. La estimación cuantitativa, numéricamente, corresponderá, en principio, al valor integrado de las tres medidas, según sus coeficientes de importancia relativa, espacial, temporal y de probabilidad de presentación. Aquí, se habrían obviado posibles repercusiones cruzadas, que se establecerían entre estos tres aspectos, y que ciertamente se tendrían que considerar.

Específicamente, para los efectos en el depósito de arena, se propone evaluar al descriptor, en una primera tentativa, de acuerdo con el cuadro referencial, que se recoge en la tabla 13.3

CRITERIOS	PUNTUACIÓN
La circulación inter-granular del agua tiene la intensidad suficiente como para impedir la obstrucción lateral y la vertical	0
Se produce una obstrucción parcial lateral entre los granos de la arena.. El fondo de la laguna queda muy fuertemente obstruido	de 00 a - 07.5
Se produce una obstrucción total entre los granos de las arenas del fondo. La obstrucción lateral puede llegar a ser completa. La renovación del agua, por infiltraciones, se encuentra muy debilitada, o incluso es nula.	de -07.5 a -10

Tabla 13.3  
La turbidez en las aguas de las lagunas costeras. Efectos sobre los depósitos de arena.

Entre los efectos en la biocenosis, que afectan al equilibrio ecológico, y respecto sólo a secuelas de las intervenciones antrópicas, están:

- Los cambios físico-químicos, que implican las perturbaciones en las renovación de las aguas, por la obstrucción, entre los granos de arena.
- La obstrucción de los conductos de los organismos filtradores, por las partículas en suspensión. Queda alterado uno de los eslabones de la cadena trófica.
- Formación de pantallas a la luminosidad, que afecta a los productores primarios.
- Protección de ciertos organismos, ante los predadores.
- Y otros.

En el cuadro, o cuadros, de referencia, para la evaluación de los efectos que se producen en la biocenosis, en dependencia con actividades antrópicas, se tendrá presente todo lo anterior.

## 6. LOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD: CONCEPTOS Y CLASIFICACIONES.

Un indicador de sustentabilidad corresponde al valor que toma una expresión analítica, que combina, mediante las opciones operacionales apropiadas, las mediciones numéricas de los descriptores de sustentabilidad, con sus respectivos coeficientes.

Un indicador de sustentabilidad traduce, globalmente, el “riesgo” de perderse el equilibrio en un sistema, o de hacerse más desequilibrado, con hipotecas de sus recursos, por las intervenciones antrópicas. Los descriptores, de este indicador, sólo muestran “riesgos” parciales de hipotecas, pero que pueden provocar

repercusiones generales, por concatenaciones cruzadas, entre las alteraciones provocadas por el hombre, en las variables, los condicionantes, las dependencias y las causas que definen y hacen evolucionar al sistema, hacia un equilibrio.

Un indicador de sustentabilidad, en general, y sus descriptores, en particular, permiten valorar las acciones de un proyecto concreto de desarrollo, en un sistema determinado. Un análisis de esta valoración debe conducir a la calificación del proyecto como sustentable o no. Si se diera el último de estos supuestos, un análisis del indicador precisaría qué acciones, y en qué medida, se tendrían que modificar, para alcanzar la sustentabilidad (un desarrollo sostenido).

Un sub-indicador estaría configurado por ecuaciones parciales, que intervendrán en otras más complejas o completas.

En principio, los indicadores de sustentabilidad serán generales o específicos, según partan, respectivamente, de unos descriptores válidos, que se puedan aplicar a situaciones:

- genéricas, o
- particulares.

En ambos casos, se opera de la misma manera.

## 7. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE INDICADORES ESPECÍFICOS.

En la estimación de indicadores de sustentabilidad, previamente se han de seguir los siguientes pasos:

1. Se seleccionan, o diseñan, los descriptores a considerar.
2. Se analizan cada uno de los descriptores, para clasificarlos como de idoneidad o de permisibilidad, respecto al proyecto o uso en cuestión, en un territorio dado.
3. Se evalúan numéricamente cada uno de los descriptores clasificados, de acuerdo con unos criterios claros, que tiendan, en la medida de lo posible, a la objetividad, establecidos por un equipo multidisciplinar.
4. Se atribuyen a los descriptores sus correspondientes coeficientes de importancia, espaciales, temporales y de probabilidad de presentación, en tantos por uno.

Para el cálculo de un indicador específico de sustentabilidad, se puede aplicar una expresión donde:

- a). Los descriptores de idoneidad, con sus coeficientes, aparezcan como sumandos. Los valores de estos estarán dentro de una escala arbitraria, por ejemplo, entre -10 y +10.

En el caso hipotético de una calificación positiva máxima, en todos los descriptores, los coeficientes de importancia relativa harán que no se rebase la escala establecida

- b). Y donde los descriptores de permisibilidad se encuentren como multiplicadores de toda la expresión matemática. Los valores de estos descriptores serán:

- "+1", cuando describan una garantía de sustentabilidad, tras la realización del proyecto, y
- "-1", si el proyecto llevara a un hipotecamiento.

Según las premisas anteriores, la expresión matemática se configura como sigue:

$$I_s = \left[ \sum_{i=1}^n k_i e_i t_i p_i N_i \right] M$$

donde:

$I_s$  = indicador de sustentabilidad.

$k_i$  = coeficiente de importancia parcial, en tantos por uno.

$e_i$  = coeficiente espacial, en tantos por uno.

$t_i$  = coeficiente temporal, en tantos por uno.

$p_i$  = coeficiente de probabilidad de presentación, en tantos por uno.

$N_i$  = valores de los descriptores de idoneidad, en una escala de -10 a +10.

$n$  = número máximo de descriptores de idoneidad.

$M$  = Parámetro de permisibilidad, que tomará los valores de +1 ó -1.

En relación con el parámetro de permisibilidad  $M$ , el valor de +1 querrá decir que todos los descriptores de permisibilidad son positivos. El valor de -1 significará que por lo menos hay un descriptor negativo de permisibilidad.

Después de operar, las interpretaciones se harán según los siguientes criterios:

- a). Si  $M$  es igual a -1, no se acepta el proyecto, y no tiene sentido el valor de  $I_s$ .
- b). Si  $M$  es igual a +1, entonces se puede hacer una interpretación de  $I_s$ , cuyo valor podrá ir desde -10 (proyecto no idóneo, de forma absoluta), hasta +10 (proyecto óptimo o de gran idoneidad).

Para el apartado b, se admiten las siguientes matizaciones:

- Después de operar, un valor por encima de cero, traduce que no hay una caída generalizada de la calidad. Los aspectos positivos que se introducen superan a los posibles negativos "asumibles". No hay aspectos negativos excluyentes, que hipotequen o comprometan contenidos para el futuro.
- Un valor de +10 se debe leer como que no hay ningún tipo de caída de calidad en la unidad ambiental, de acuerdo con los descriptores considerados, y que, además, se ha optimizado la unidad ambiental en cada uno de sus aspectos.
- En el supuesto de que la sumatoria fuese cero, el proyecto se realizará si el parámetro  $M$  es positivo. En este caso, la sumatoria "nula" indica que el proyecto ni hipoteca ni optimiza el territorio. Los aspectos negativos "recuperables", que traducen algunos descriptores de idoneidad, serían compensados por los aspectos positivos de otros.
- Si la sumatoria es negativa, el proyecto sería rechazable, independientemente del valor del parámetro  $M$ . Los aspectos positivos no compensarían a los negativos, y la acumulación de estos últimos, aunque sean "asumibles" por separado, harán que el proyecto o uso se clasifique como inadmisibles.

La metodología gozaría de "bondad" siempre que los indicadores, en un mismo sistema, discriminen, significativamente, y en relación con sus valores numéricos, distintos proyectos o usos, que tendrían evaluaciones de impactos bastante diferenciados o distanciados, por estimaciones apriorísticas.

## 8. EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE UN INDICADOR DE SUSTENTABILIDAD, EN UN ECOSISTEMA DADO.

### **Escenario geográfico del ejemplo.**

Sea el caso de la Charca de Maspalomas. Esta se localiza en el extremo meridional de la Isla de Gran Canaria (Canarias, España). Sus coordenadas son:

27° 44'00'' N y  
11° 35'00'' W.

Se trata de una depresión costera ubicada en la desembocadura del Barranco de Fataga. Tal depresión determina una pequeña laguna de aguas salobres, con una superficie aproximada de 54 314 m<sup>2</sup>. La profundidad no rebasa los 2 metros.

El sistema lacustre forma parte del espacio natural protegido de las Dunas de Maspalomas, y limita con un bosque de palmeras y una área turística de alta densidad urbana, ambas imbricadas entre sí.

### **Caracterización del ecosistema.**

Se podría considerar a la Charca de Maspalomas como una laguna litoral, de aguas salobres, próxima a una albufera. La geomorfología antecedente, una "caleta", corresponde a la desembocadura del Barranco de Fataga.

La restinga sería una flecha arenosa apoyada, como respuesta a transportes de orilla, ciertamente debilitados, de sentido E-W, en dependencia con el oleaje refractado del N-NE. La singularidad negativa, que provocó el desarrollo inicial de la flecha, está en el extremo del brazo oriental de la barra, que taponaba a la desembocadura.

En el entorno de Canarias, el oleaje del N-NE tiene su dominancia, normalmente, desde primavera hasta mediados de otoño.

Con los temporales habituales, la restinga se solía romper localmente, lo que facilitaba la renovación de las aguas de la Charca. Sin embargo, en los últimos años, estos procesos no tenían lugar, ya que se dificultaba la rotura, a causa de la acumulación artificial de arenas, para su ocupación por hamacas (tumbonas). No obstante, los temporales inusitados provocaban y provocan la rotura de esta barra, con lo que las aguas de la Charca se acercaban o acercan, ocasionalmente, a su equilibrio natural.

Las aguas de la Charca son salobres y resultan de los siguientes procesos:

- infiltraciones laterales del agua del mar, relacionadas con las mareas,
- reboses superficiales, en periodos de temporales, y
- surgencias de aguas subterráneas, incrementadas por aportes procedentes de aguas de riego.

Las infiltraciones laterales y las surgencias se dificultaban, de forma natural, por tupimientos de las porosidades entre las arenas, a causa de:

- La deposición de fangos, procedentes de la descomposición y fermentación de restos orgánicos, procedentes de vegetales y animales, propios de la Charca.
- La deposición de limos, transportados por las aguas del Barranco de Fataga.
- Y por la floculación en el interior del ambiente.

La floculación se realiza, en principio, a partir de materiales arcillosos, partículas menores a 1/256 mm, que se comportan como coloides, con cargas eléctricas. Los iones Na<sup>+</sup>, del agua del mar, neutralizan las

cargas eléctricas negativas de las arcillas en disolución, y provocan su separación del agua y caída por gravedad. Dado el pequeño tamaño de estas partículas, se rellenan los huecos disponibles entre las arenas.

Las arcillas podrían proceder de los transportes, por las aguas del Barranco.

Como consecuencia de estos tres procesos, se reduce drásticamente la permeabilidad del vaso y, como consecuencia, el doble flujo entre la Charca y el exterior.

A lo largo de ciclos anuales, las variaciones del nivel del agua denotan pronunciados ascensos y descensos. Si se toma como representativo lo acontecido entre mayo de 1994 y marzo de 1995, la evolución normal del nivel del agua determina un máximo en mayo, y un decrecimiento progresivo durante el verano, con el pico de descenso más acusado en octubre. La diferencia, entre estas dos situaciones extremas, describe una variación de volumen, del agua contenida, de 8 157 m<sup>3</sup> aproximadamente.

A estas estimaciones, hay que añadir las variaciones que provocan las avenidas ocasionales del Barranco de Fataga y los reboses del mar, con los temporales.

Las características físico-químicas del agua, medidas entre marzo de 1994 y marzo de 1995, a las 12.00 y 18.00 horas solares, se resumen de la siguiente manera:

- a). Salinidad: entre 22<sup>o/oo</sup> y 43<sup>o/oo</sup>
- b). pH: entre 7.57 y 9.51.
- c). Oxígeno disuelto: entre 1.12 y 8.70 mg/l.
- d). Temperatura: entre 19.0 y 32.2 grados centígrados.

El contenido botánico de la Charca de Maspalomas está formado, significativamente;

1. Por algas verdes, de la familia de las Charáceas, concretamente por:

- La Chara globularis, que soporta una alta salinidad marina, y que existía antes de la recuperación.
- Y la Lamprotamiun succintun, que, por lo contrario, no soporta una alta salinidad marina. Apareció después de la limpieza de 1987, sin una siembra antrópica.

2. Y por Fanerógamas marinas, la Rupia marítima, que se desarrolla antes y después de la limpieza, pero que actualmente se encuentra en regresión: de cubrir toda la Charca, ha pasado a representar pequeñas manchas.

El contenido zoológico, del medio acuático, más significativo, antes y después de la limpieza de 1987, queda restringido a los peces:

- Liza aurata (70.8 % de la biomasa total),
- Chelon labrosus (18.1 %),
- Diplodus sargus (5.4 %), y
- Dicentrarchus punctatus (3.9 %).

La biomasa total de peces está en torno a 230 kg. (1993 - 1995).

#### **El proceso de degradación antrópica de la Charca.**

Hasta las proximidades del año 1972, la Charca gozaba de una salud relativamente aceptable. Los tarajales penetraban en las aguas, desde las dunas próximas, y, puntualmente, se tenían estampas que podían hacer recordar a iniciales manglares.

El biotopo sostenía:

- Una flora y fauna intrínseca, constituida por especies raras y en peligro de extinción, junto a otras más comunes.
- Y una fauna exógena (las aves migratorias), en determinadas épocas del año. El lugar se comportaba como una zona de refugio y/o descanso, de ciertas aves de paso.

Con el inicio de la ocupación urbanística, aparece una contaminación, fuertemente acústica y luminosa, que hace que la Charca deje de ser un lugar de paso de aves migratorias. Esto ya hace que el ambiente pierda calidad.

Por otro lado, se vertían las aguas residuales, de las urbanizaciones próximas. Esto traía consigo la aparición de fangos "negros", que tujian, aún más los intersticios de las arenas y dificultaban los flujos de infiltración, al disminuir, considerablemente, la permeabilidad del vaso. Se superponían los tupimientos naturales y los inducidos por las actividades antrópicas. Todo lo anterior determinaba problemas en la renovación del agua, lo que, a su vez, repercutía en las condiciones físicas, que regulaban la estabilidad del ecosistema.

En la actualidad, los vertidos no se dan y, por otra parte, se realizó (otoño de 1987), una eliminación artificial de gran parte de los anteriores fangos (tanto orgánicos como "negros").

En 1995, por la utilización de una ducha pública próxima, de los usuarios de la Playa de Maspalomas, hay un aporte de agua con productos "bronceadores" y similares, a la Charca, que podrían reproducir, en sectores muy puntuales de esta, efectos no deseables, parecidos a los originados, antaño, por las aguas residuales. Y no hay que olvidar que la suma de pequeñas actuaciones, de por sí solas poco importantes, podrían ocasionar la aparición de efectos significativos, para el conjunto del ecosistema (Teoría del Caos).

#### **El proyecto de recuperación de la Charca.**

Para resolver los problemas de contaminación de la Charca, en 1987 se llevó a cabo un Proyecto de Recuperación. Éste consistió, básicamente:

- En una desecación temporal de la Charca, mediante bombeo.
- En una extracción de arenas contaminadas del fondo y de los laterales.
- En una reposición de arenas limpias, que se extrajeron de las dunas próximas.
- Y, finalmente, en una abertura transitoria de la barra, para el llenado acuático de la Charca.

Se mantuvo el superávit sedimentario artificial sobre la barra, que dificultaba los reboses del agua del mar.

A partir de esta recuperación, periódicamente, casi todos los años, hasta 1992, durante el mes de abril o mayo, en coincidencia con la floración algal, se abría la barra (se labraban pasos o canales), para evitar problemas de anoxia, que producían la muerte masiva de peces. Un error en el cálculo de estas aberturas provocaba "catástrofes" en la biocenosis de este ecosistema degradado, y tenía lugar la muerte masiva de los peces, que no podían resistir la degradación. Desde 1992, hasta mayo de 1995, no hubo mortandades masivas, y no se precisó abrir la barra.

Estas mortandades están muy ligadas a las floraciones algales. Con la llegada de la primavera, se produce un incremento sensible de la temperatura, que permite la producción de floraciones vegetales, especialmente del fitoplancton. La floración reviste especial importancia cuando existen nutrientes (nitrógeno y fósforo), sin limitaciones iniciales. Las muertes del mes de mayo de 1995 posiblemente se relacionen con las lluvias, que acontecieron en el mes de marzo, y que determinaron la introducción, en la Charca, de cantidades suficientes de nutrientes, como para permitir la explosión de las floraciones algales. Cuando se produce una alta densidad de las microalgas, como ocurre en los periodos de mortandades, el agua toma una coloración marrón verdosa, y se impide que la luz solar pueda penetrar hasta el fondo. A consecuencia de ello, se produce la muerte de la vegetación, que soporta el fondo. La vegetación muerta consume una gran cantidad de oxígeno, durante el proceso de putrefacción.

Otros procesos, ciertamente secundarios, de consumo de oxígeno, son:

- La respiración de las microalgas durante las horas de oscuridad. Durante este proceso, además, los vegetales dejan de producir oxígeno.
- Y el escape del oxígeno, disuelto en forma de burbujas, desde la masa de agua a la atmósfera, al mismo tiempo que se impide la incorporación del oxígeno atmosférico al medio acuoso, a causa de las altas temperaturas, que empiezan a reinar con la primavera.

La conjunción de todos estos procesos pueden conducir a episodios de anoxia (falta de oxígeno en el agua).

Evidentemente, los primeros organismos que sufren las consecuencias de falta de oxígeno son los peces. Primero aquellas especies más sensibles, y luego las restantes.

### **Soluciones actuales.**

En estos momentos, se barajan tres alternativas de intervenciones:

1. En el caso de que no se consiga la regeneración natural de las poblaciones ícticas, y se considere necesaria la presencia de los peces, como atractivo de este espacio, quizás la estrategia pasaría por favorecer la comunicación periódica con el mar, para permitir la renovación de las poblaciones.
2. Si lo que se pretende es recuperar, de forma natural, un ecosistema en que, posiblemente, todos los componentes del mismo no respondan de igual modo a los intercambios naturales con el medio marino, se considera más acertado no intervenir en la dinámica de la Charca, y continuar llevando a cabo un seguimiento y control de su evolución. Esta alternativa de “intervención cero” es la que ha adoptado, hasta el momento, la Consejería de Medio Ambiente, del Gobierno de Canarias.
3. Una tercera posibilidad, que ya está en consideración, consiste en proveer artificialmente, y sólo en circunstancias muy concretas, de oxígeno al fondo de la Charca, mediante bombeo o inyección forzada, para evitar situaciones de anoxia.

### **La sustentabilidad de la Charca.**

En este escenario, se pueden calcular y discutir descriptores e indicadores de sustentabilidad, al menos para cinco situaciones o proyectos significativos, a saber:

- Para la presión urbanística turística de las décadas de los años 60 y 70.
- Para el Proyecto de Recuperación del año 1987.
- Para la alternativa de optimización, conforme con las comunicaciones periódicas de la Charca con el mar.
- Para la “alternativa cero”.
- Y en relación con inyecciones artificiales y esporádicas de oxígeno.

Desde una perspectiva de ilustración, el estudio de la sustentabilidad se puede simplificar. Para esto, sólo se considerará el Proyecto de inyecciones artificiales y esporádicas de oxígeno.

De una forma sucinta, el Proyecto se podría describir de la siguiente manera:

1. La instalación de una red de difusores intercomunicados y localizados en el fondo de la Charca, para permitir la salida forzada de oxígeno, cuando se prevean situaciones de anoxia.

Esta red no debe suponer unos significativos resaltes sobre el lecho, para que no pueda interferir las débiles corrientes de fondo, que se producen en la Charca, con todas sus implicaciones. Posiblemente la red se encontraría sobreelevada, apoyada en pilotes.

2. La construcción de una caseta, donde colocar unos compresores, con motores de explosión, que inyecten oxígeno. Esta caseta se encontraría en el palmeral o en las dunas limítrofes. Tendría una tipología edificatoria, incluida la coloración, que interfiriera lo menos posible en la morfología del entorno. Así, los impactos paisajísticos adquirirían una mínima incidencia.

3. Y unas tuberías enterradas, que conecten los compresores con la red de difusores.

Después del enterramiento, habría tenido lugar una adecuada restauración del espacio físico, para que estas obras pasen totalmente desapercibidas.

Pero antes de las pertinentes estimaciones, inferencias e interpretaciones de la sustentabilidad de este proyecto, y como punto de partida, se debe seguir la siguiente guía procedimental:

a). Establecimiento, en un mapa, como paso previo, de los límites externos del sistema lacustre y de la franja seca envolvente.

Por otra parte, se delimitará el área de influencia del Proyecto, dentro de la unidad territorial.

b). Diagnóstico rápido de calidades naturales, actual e inmediatamente antes de 1987, correspondientes a la Charca y a su más inmediato entorno.

En las estimaciones de calidades, se debe jugar con coeficientes espaciales y temporales, y con probabilidades de presentación de procesos y efectos.

Se especificarán los criterios seguidos.

c). Medición de la caída de la calidad ambiental, en términos porcentuales, en relación con el Proyecto.

d). Formulación de parámetros de idoneidad y de permisibilidad.

Se propondrá un banco de los anteriores parámetros, que sean válidos para la estimación del índice de uso del Proyecto.

e). Cálculo del índice de uso. Obviamente se tendrán presentes los parámetros de idoneidad y los de permisibilidad.

f). Identificación, evaluación y secuenciación de las acciones, que han determinado los impactos positivos y negativos más significativos.

g). Identificación, evaluación y secuenciación de los factores y procesos, que se han mejorado y degradado de forma relevante.

h). Estimación y discusión del índice de impacto global, según la matriz causas - efectos, que se haya utilizado.

i). Proposición de recomendaciones, a manera de conclusiones.

En este ejemplo, se utilizan los descriptores de sustentabilidad, que se han inventariado en este mismo capítulo, en relación con las lagunas costeras.

Los descriptores en cuestión, y sus coeficientes, toman los valores que se condensan en la tabla 14.4, pero, en relación con los de importancia, reajustados después de haber eliminado los que no tienen sentido en este ejemplo.

Algunas peculiaridades de la valoración, se resumen de la siguiente manera:

- En el descriptor "a", al coeficiente temporal se le da el valor de 1.00, ya que se computa no sólo el tiempo de actuación sino también aquél en que perduran los efectos, dentro de una evolución equilibrada del ecosistema.
- El descriptor "b" interviene en cuanto que se tienen que construir algunas instalaciones de infraestructura, para alojar a la maquinaria necesaria.

Estas instalaciones, necesariamente, se tendrán que ubicar en el palmeral anexo, o en las dunas limitrofes. En cualquier caso, constituirán impactos periféricos, que tendrán unas endorrepercusiones, desde puntos singulares de observación meridionales del entorno de la Charca. Desde estos puntos singulares, el impacto periférico y su endoproyección ocuparían casi un 25 % de la cuenca visual de la Charca.

- En el descriptor "d", se supone que se afecta a la 1/50 parte de la superficie del fondo. Esto daría un coeficiente espacial de 0.02. El coeficiente temporal no tiene sentido, y se le da el valor unidad, para que no afecte al resultado final.
- El descriptor "f" se refiere, sobre todo, a los posibles ruidos que pueden producir los compresores, para la inyección del oxígeno, y sus repercusiones sobre la avifauna. El coeficiente temporal considera los impactos sólo en el periodo de funcionamiento (dos meses al año).
- El descriptor "g" tiene en cuenta el "bienestar síquico" que produce el observar comunidades maduras, y no contemplar una charca con los efectos de mortandades masivas, por anoxia.

1	2	3	4	5	6	7
a	10.00	0.330	1.000	1.000	1.000	3.300
b	-2.00	0.170	0.250	1.000	1.000	-0.085
c	-	-	-	-	-	-
d	-4.00	0.330	0.020	1.000	1.000	-0.026
e	-	-	-	-	-	-
f	-8.00	0.080	1.000	0.170	1.000	-0.101
g	10.00	0.080	1.000	1.000	1.000	0.800
Valor de las filas de idoneidad						3.888
A	1					1
B	1					1
C	1					1
D	1					1
E	1					1
F	1					1
G	1					1
H	1					1
I	1					1
J	1					1

1 = siglas del descriptor. 2 = valoración del descriptor. 3 = coeficiente de importancia. 4 = coeficiente espacial. 5 = coeficiente temporal. 6 = coeficiente de probabilidad de presentación. 7 = valor de la fila.

Tabla 13.4

Valores de los descriptores de idoneidad, con sus coeficientes, y de los de permisibilidad, para el caso de la Charca de Maspalomas en relación con un proyecto de inyección artificial de oxígeno

Del conjunto de descriptores evaluados, el indicador de sustentabilidad, de la intervención que se estudia, sería:

$$I_s = [(0.33)10 - (0.17) \pi (0.25)2 - (0.33) \pi (0.02)4 - (0.08) \pi (0.17)8 + (0.08)10] \pi 1 = + 3.88$$

Las estimaciones se han hecho según una escala de -10 a + 10.

El valor obtenido traduce que se lograrían aumentar los aspectos positivos del territorio. Los negativos, inherentes a la intervención, quedarían enmascarados por estos. Además, estarían ausentes los descriptores que implicaran el hipotecamiento de la Charca. En conjunto, se enriquece el "patrimonio" a heredar. Y todo esto es lo que interesa en un análisis de sustentabilidad.

## 9. DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CAMARONERA, PARA UN ESCENARIO GEOGRÁFICO ESPECÍFICO, Y ESTIMACIÓN DE SU INDICADOR DE SUSTENTABILIDAD.

### **Escenario de la ubicación.**

Supóngase El Yemen, en la Península de Arabia, con todas sus implicaciones climáticas. El proyecto se realizaría en el entorno de una hipotética bahía, de este espacio geográfico, que llevara adosada una laguna costera periforme, de unos seis kilómetros de penetración, por cuatro de anchura, en el fondo del saco. Se admite que la profundidad media del vaso lagunar fuera de unos tres metros, respecto al nivel medio del mar. La bocana, que comunica con el mar abierto, se encontraría en el lado oriental, y tendría una abertura de unos doscientos metros. Rebasada la bocana, aguas abajo, en la fachada de mar abierto, y sin ningún promontorio de interposición, que interfiriera la dinámica litoral, se habría desarrollado una larga y ancha playa significativa de arenas, que podría tener interés en el esparcimiento recreativo-deportivo de los lugareños y en el usufructo turístico.

Las restantes características, de la unidad ambiental, se describirían como sigue:

1. El rango medio de las mareas semidiurnas oscila alrededor de los dos metros, y asegura un flujo y reflujo del agua, desde y hacia el mar, con sus correspondientes diagramas de corrientes, que afectan a la totalidad de la laguna. El oleaje dominante, con situaciones de temporales, procede del NE. Hay también oleajes reinantes del SE, que rara vez adquieren energías propias de temporales.
2. El ecosistema lagunar no define una biodiversidad de una especial carga genética, si se contrasta la zona con su entorno regional.

La fauna del último nivel de la red trófica está formada, significativamente, por ostras, peces y cangrejos comerciales.

3. El borde septentrional de la laguna corresponde a un relieve plano, que se clasifica como loma suave, con una pendiente inferior a un 15 %, hacia tierra adentro. La loma arranca en la coronación de un acantilado, de poca altitud, de unos 8 metros, que se sitúa en la fachada marítima.

Los materiales de este terreno están constituidos, a partes iguales, por arenas, limos y arcillas, que determinan una buena impermeabilidad.

4. Los terrenos colindantes con el límite septentrional de la laguna, la loma, soportó unas salinas artesanales, construidas en la Edad Media, por excavación. Se identifican 35 estanques de explotación, con plantas de 130 metros por 77 metros. Las profundidades son de 1 metro. En la cabecera de las salinas hay un viejo molino de viento, que se utilizaba para el bombeo del agua del mar.

Todas estas instalaciones actualmente se encuentran abandonadas, y bastante deterioradas. Suponen un patrimonio etnográfico y cultural a preservar.

5. En la orilla meridional de la laguna, se levanta un pequeño núcleo poblacional de pescadores. Sus actividades proceden, en buena parte, de la laguna.
6. En el litoral regional, y hacia aguas arriba, las ubicaciones industriales y de otros focos contaminantes, superan una distancia "crítica", que impide efectos negativos en la calidad de las aguas del dominio marítimo, limítrofe a la laguna, en relación con muchos usos, como sería la instalación y explotación de camaroneras, y el aprovechamiento recreacional turístico del territorio.
7. Todo este territorio no tiene ningún tipo de protección legal.

#### **Características y explotación de la camaronera.**

Las cuatro ideas básicas de la instalación y explotación de la camaronera son:

- a). Preservar el patrimonio etnográfico y cultural, que representan las salinas del medievo.
- b). Desarrollar, como efecto colateral, una explotación semi-intensiva, de los recursos vivos renovables de la laguna, sin producir significativos desequilibrios ecológicos.
- c). Evitar desequilibrios sedimentarios, por la construcción de las instalaciones marítimas anexas, en las playas arenosas de aguas abajo, que podrían soportar potenciales actividades recreativas-deportivas y una industria turística.
- d). No provocar impactos paisajísticos, y/o de cualquier tipo.

Si se admiten las anteriores premisas, la instalación de la camaronera y su explotación, así como el aprovechamiento de la propia laguna, se regirán conforme con las siguientes descripciones y fases:

1. Reconversión de las salinas en piscinas para la camaronicultura. Ello requerirá la restauración de los estanques, y su "lavado", para eliminar las sales de impregnación.

Estas acciones no deberán atentar al contenido etnográfico y cultural, que representan las salinas.

2. Construcción de las infra-estructuras adecuadas, para el funcionamiento de la camaronera. Se precisarán las siguientes obras:

- Construcción de un reservorio principal de agua, en el espacio comprendido entre la coronación del acantilado y los estanques más orientales. De esta manera, estará a una mayor altitud que las piscinas, lo que facilitará la llegada de agua de renovación a estas.

Este reservorio, para que se ajuste al entorno, será de excavación. Las dimensiones rondarán, en planta, los 600 por 100 metros. Se mantendrá la profundidad de 1 metro.

El viejo molino de viento será respetado, en la ocupación del terreno.

- Toma de agua, para alimentar al reservorio principal. Ésta constará de tres elementos:
  - a). Bocas de succión, en un monolito-isleto artificial, levantado a unos 200 metros de la orilla, mar adentro. El monolito se diseñará de forma tal que recordase a la geomorfología circundante, en cuanto a estructuras geológicas del acantilado próximo y a la coloración de éste.
  - b). Conducción enterrada, hasta la estación de bombeo.
  - c). Y estación de bombeo, en una edificación que no rompa la morfología paisajística-cultural del escenario geográfico.

Este conjunto de elementos no interferirían el transporte de áridos, desde aguas arriba, hacia la playa arenosa, ni crearía actuaciones distorsionante en el componente etnográfico y cultural del paisaje.

- Construcción del sistema de alimentación y descarga de agua. El sistema constará de un canal principal, de canales secundarios de distribución, de canales secundarios de desagüe y de un canal principal de desagüe.

El sistema se encontrará embudido en el terreno, con lo que no producirá ningún tipo de impactos paisajísticos. Obviamente, las alimentaciones se harán a través del fondo, y los desagües, por rebosaderos.

3. Los tendidos eléctricos y las infra-estructuras de otros servicios se harán subterráneamente.
4. Se considera apropiada la red viaria existente, para la explotación de la camaronera.
5. En la camaronicultura, se utilizarán especies autóctonas:
  - *Penaeus setigerus*, cuyo adulto puede adquirir una talla de unos 35 cm. y
  - *Penaeus duorarum*, de unos 25 cm.
6. El vertido de los desagües tendrá lugar en la laguna.
7. Y se cerrará la bocana de la laguna, mediante una red vertical o malla anclada, con flotadores y con pilotes equidistantes interpuestos. No obstante, esta bocana se abriría periódicamente.

Los aumentos de nutrientes, que implicarían las descargas de los desagües, así como el bloqueo de salida de la fauna por la red, harían que se pasara de una explotación pesquera extensiva a otra semi-intensiva, sin llegar a una acuicultura intensiva, de los recursos vivos renovables, concretamente de las ostras, cangrejos y peces.

#### **Consideraciones generales, respecto al equilibrio ecológico de la laguna, ante el conjunto de intervenciones descritas.**

La incorporación de nutrientes, en el sistema lagunar no conllevará a situaciones de eutroficación, en toda su extensión, en sentido de formarse, desde la superficie, pantallas "opacas", por densos desarrollos de microalgas. Las pantallas "opacas" hubieran supuesto la aparición de unas condiciones inapropiadas, por falta de luz, para la fisiología de la vegetación sub-acuática (praderas de macro-algas y de gramíneas marinas, por ejemplo). Ante esas condiciones, se favorecerían los procesos de descomposición y putrefacción de la vegetación sub-acuática, lo que consumiría grandes cantidades de oxígeno. Esos consumos de oxígeno determinarían, muy probablemente, condiciones de anoxia, para la fauna lagunar, con muertes parciales o masivas, selectivas o no.

En principio, no se llegaría a las situaciones de eutroficación, en sentido estricto, a causa de las muy considerables renovaciones diarias de las aguas, con sus contenidos en nutrientes y microalgas, por los vaciados y llenados, en relación con las mareas. El rango de las fluctuaciones mareales resulta apropiado para estas renovaciones. En el supuesto de que excepcionalmente se alcanzaran situaciones de eutroficación, o muy próximas a ellas, y para contrarrestar el efecto más negativo (la anoxia), se efectuarían aireaciones artificiales, mediante paletas giratorias, movidas por motores, todo ello sobre flotadores. Los motores se alimentarían con baterías.

Pero sin embargo, la realidad sería que se han elevado los nutrientes en el conjunto de la laguna. Esto podría romper el equilibrio ecológico, o, dicho de otra manera, el equilibrio de interdependencias entre las especies del sistema.

En lo referente a las especies faunísticas, de interés en la pesquería (los niveles más altos de la red trófica de la laguna), el equilibrio se restablecería, sin poner en peligro sus reservas:

- por las propias actividades de pesca (manejo pesquero), y
- por las aberturas periódicas de la bocana, que permitirían la salida de las especies que llegaran a la “saturación”, y la entrada de alevines, para reponer, o renovar, poblaciones diezmadas.

Con todo, habría que tener mucho cuidado con estos tipos de alteraciones. Con las medidas correctoras programadas apriori, podría ocurrir que no se consiguiesen la totalidad de los efectos apetecidos. Por ejemplo, con las aberturas periódicas de la bocana, posiblemente todos los componentes del sistema lagunar no responderían de igual modo, frente a los intercambios con el medio marino abierto, y quedarían algunas especies degradadas.

En realidad, se precisaría de una minuciosa investigación, conforme con seguimientos o monitorizaciones, que permitan obtener series temporales significativas de observaciones, sin obviar otras, asimismo significativas, previas a la actuación. Así, se podría estar en condiciones de disponer de las herramientas adecuadas, para controlar la evolución del equilibrio ecológico en el sistema lagunar, con el empleo de las correcciones oportunas. Éste sería el único camino a recorrer, para evitar que la laguna, por la explotación mixta camarонера-recursos vivos renovables, y la globalidad de la unidad territorial, sufriera daños insostenibles, irreparables.

Conceptualmente, en estos tipos de monitorizaciones, se necesitan disponer de parámetros descriptivos del equilibrio ecológico. De entrada, tales parámetros se pueden basar en las relaciones, que se establezcan entre las biomásas de las especies, de los últimos niveles de la red trófica, donde se encuentran las especies en explotación (ostras, cangrejos y peces). En efecto, si hay una rotura del equilibrio de una red trófica, que mide ciertamente el equilibrio ecológico, esta se transmite a lo largo de todos sus eslabones, hasta trepar a los niveles de los depredadores. Luego, si se detectan desequilibrios en estos últimos eslabones, es que acontece un desequilibrio a lo largo de toda la red.

Una forma sustitutoria poca dificultosa, de calcular relaciones muy próximas a las anteriores, y sus evoluciones, que tienen significados bastante operativos, sería mediante los datos estadísticos de kilos de pesca, o de recolección, de las distintas especies implicadas.

Pero para afinar más las detecciones de las modificaciones, en el equilibrio ecológico, las relaciones entre biomásas rebasarían el marco de los últimos niveles de la red trófica. Las relaciones y sus evoluciones serían “verticales”, y no únicamente “horizontales”. Intervendrían especies significativas pertenecientes a los diferentes eslabones, y las observaciones no se limitarían a los niveles de las especies en explotación.

Desde una perspectiva de manejo de las pesquerías de la laguna, estos parámetros, tanto los de los últimos eslabones de la red trófica, como los de la cadena en su conjunto:

- Corregirían tendencias o pautas incorrectas, en la explotación de los recursos vivos renovables.
- Y ayudarían a programar estrategias adecuadas, que incluirían los “paros biológicos” selectivos y ocasionales, de las actividades pesqueras. El calendario de los “paros” no estaría establecido en función de criterios más o menos caprichosos, o conforme con estimaciones a ojímetro.

De todos modos, las relaciones calculadas y las biomásas relativas medidas, de las especies en explotación, deberían estar siempre dentro de unas determinadas escalas. Para una especie en concreto, nunca se deberían llegar a valores por debajo de la situación inicial (previa a la pesca semi-intensiva).

Otros parámetros, de menor complejidad, sin dejar de ser relativamente fiables, aunque sóloamente indicativos e indirectos del equilibrio ecológico, se centrarían en mediciones e interpretaciones de los siguientes factores:

- concentración de oxígeno disuelto,
- clorofila,
- nitritos y

- nitratos.

**El indicador de sustentabilidad de la intervención mixta: camaronera diseñada y pesca semi-intensiva en la laguna anexa.**

En este ejemplo de intervención mixta, se utiliza una combinación de descriptores de sustentabilidad, válidos tanto para la instalación y explotación de camaroneras, como para las actuaciones en lagunas costeras.

Se admite el siguiente listado específico, probablemente muy revisable:

1. Descriptores de idoneidad:

a). Cómo repercutiría la intervención en la protección-conservación del medio ambiente en su conjunto.

Coefficiente de importancia: 0.091.

b). Grado de impacto paisajístico: Cómo se visualiza la intervención.

Coefficiente de importancia: 0.091.

c). Perturbaciones en la biomasa de la zona terrestre ocupada, de borde lagunar e interpuesta, por la instalación de la propia camaronera, y por la construcción de infra-estructuras viarias y de servicios. para las explotaciones de la camaronera y de la pesca semi-intensiva.

Coefficiente de importancia: 0.073.

d). Efectos sobre la biocenosis, que produce el levantamiento de tendidos eléctricos, requeridos por la camaronera. Se considera, sobre todo, la mortandad de aves por choques.

Coefficiente de importancia: 0.109.

e). Posibles cambios en el micro-clima, por la instalación de la camaronera.

Coefficiente de importancia: 0.073.

f). Efectos en el equilibrio ecológico terrestre, de la unidad territorial en su conjunto.

Coefficiente de importancia: 0.146.

g). Alteraciones de los procesos y efectos de la dinámica litoral, con repercusiones en playas no significativas, de aguas abajo, de la provincia morfodinámica intervenida.

Coefficiente de importancia: 0.054.

h). Suspensiones muy localizadas y transitorias de los sedimentos, en la laguna. La turbidez no debe producir efectos significativos en la biocenosis.

Coefficiente de importancia: 0.036

i). Posibilidad de eutroficcaciones puntuales y esporádicas.

Coefficiente de importancia: 0.054.

j). Efectos en el equilibrio ecológico acuícola, de la unidad territorial, y/o de los ecosistemas próximos.

Coefficiente de importancia: 0.146.

k). Modificaciones en el usufructo de la laguna.

Coefficiente de importancia: 0.127.

En las valoraciones de cada uno de estos descriptores, se siguen los siguientes criterios:

- El descriptor no permite la identificación de alteraciones específicas: cero unidades.
- El descriptor describe modificaciones, que mejoran al medio ambiente: unidades positivas.
- El descriptor es una herramienta, con la que se llega a percatar cambios degradantes en el medio ambiente: unidades negativas.

En cuanto a los coeficientes espaciales, y en el supuesto que se estudia, se consideran por separado el medio terrestre y el medio acuícola lagunar. En realidad, se debería operar con coeficientes espaciales, referidos a la unidad ambiental terrestre-lagunar en su conjunto. Pero para ello, previamente se tendría que haber delimitado esa unidad territorial, cosa que no se ha hecho.

## 2. Descriptores de permisibilidad.

A). Conformidad del proyecto con los usos y explotaciones regulados por la legislación, referente a la conservación de espacios naturales bajo protección.

B). Atentado nulo o efectivo a una biodiversidad de muy alto significado, en relación con su contenido en especies vegetales o animales raras o en peligro de extinción:

- por ocupación física del sustrato, que llevaría a la destrucción de biomasa,
- por introducción de especies exótica, o
- por otras causas.

C). Todas aquellas perturbaciones, que repercutan:

- en las áreas de refugio (dormitorios) y reproducción animal de interés, y
- en las áreas de hibernada, para aves migratorias,

del ecosistema.

D). Destrucción, u ocultación de singularidades geológicas, de interés por su rareza científica y/o por representar recursos didácticos muy interesantes, ausentes en entornos de carácter regional.

E). Cambios físicos-químicos (sedimentos en suspensión, temperatura, contenido en oxígeno disuelto, salinidad, pH, etc.), que rebasen, por separado, o en conjunción, el umbral crítico de tolerancia, a partir del cual hay letalidad, en mayor o menor grado (total o parcial), en la biocenosis lagunar. Se tiene presente si se atenta:

- a los organismos filtradores, con sus repercusiones en la red trófica,
- a la singularidad biológica.
- a la supervivencia de unas posibles especies raras o en peligro de extinción, del ecosistema, y
- al desarrollo de condiciones poco propicias para el establecimiento de comunidades maduras.

Estos cambios se deberían a la recepción de aguas residuales (servidas) de la camaronera en la laguna, durante las operaciones periódicas de limpieza de los estanques, y a la renovación continua en los mismos.

- F). Posibilidades de eutroficciones totales, o significativas.
- G). Obstaculización "permeable" de la bocana de la laguna, de forma tal que impida significativamente la entrada, desde mar adentro, de alevines, para renovar las poblaciones. No se dificultan otros intercambios entre la laguna y el mar abierto.
- H). Construcción de obras, que modifiquen las peculiaridades del biotopo, y con ello, muchos de los condicionantes de su biocenosis.
- D). Actuaciones en áreas próximas, o dentro del ambiente, que impliquen modificaciones en los aportes sedimentarios hacia la laguna y en la deposición de los áridos en ella. Por tales motivos, se alteraría la batimetría lagunar, que, a su vez, provocaría cambios en los factores físico-químicos del medio acuático, que regula la vida en el ecosistema.
- J). Creación de barreras físicas internas, en la laguna, que perturben el diagrama de transporte de sedimentos. Esto trae consigo cambios batimétricos, con sus efectos en la biocenosis.
- K). Alteración o destrucción, nula o efectiva, de ecosistemas acuícolas significativos periféricos, por enterramientos u otras causas, achacables a los procesos y efectos colaterales, que implicarían unas obras o actividades propias o anexas a la camaronera.
- L). Construcción de obras marítimas, por exigencias de la camaronera, que impliquen obstaculizaciones significativas en los aportes sedimentarios, hacia áreas sensibles, de especial valor ecológico, como pueden ser ciertos manglares, con un alto grado de biodiversidad.
- M). Obstaculización significativa, por intervenciones realizadas, a requerimientos de la camaronera, de la alimentación sedimentaria de una playa arenosa, de interés, ubicada aguas abajo.
- N). Retroceso generalizado de la línea de costa, en un tramo significativo del litoral, por obras inherentes a la camaronera.
- P). Ocupación destructiva de un área de especial significado etnográfico-histórico-artístico.

La tabla 13.5 condensa el conjunto de estimaciones.

Del conjunto de descriptores evaluados, el indicador de sustentabilidad, de la intervención que se estudia, toma el valor de + 2.58. Las estimaciones se han hecho según una escala de -10 a + 10.

En este ejemplo, el valor obtenido traduce que se lograrían aumentar los aspectos positivos del territorio. Los negativos, inherentes a la intervención, quedarían enmascarados por aquéllos. Se cumple, por otra parte, que estarían ausentes los descriptores que implicaran un hipotecamiento de las reservas, del medio ambiente en cuestión.

1	2	3	4	5	6	7	8
a	10.00	0.091	1.000	1.000	1.000	0.910	x
b	05.00	0.091	1.000	1.000	1.000	0.455	y
c	-2.50	0.073	0.250	1.000	1.000	-0.046	
d	00.00	0.073	0.250	1.000	0.500	0.000	
e	00.00	0.109	1.000	1.000	1.000	0.000	
f	-2.00	0.146	1.000	1.000	0.800	-0.234	
g	00.00	0.054	1.000	1.000	1.000	0.000	
h	-5.00	0.018	0.200	0.600	0.800	-0.008	z
h	00.00	0.018	0.800	0.400	0.800	0.000	
i	-4.00	0.027	0.100	0.200	0.800	-0.001	
i	00.00	0.027	0.900	0.800	0.800	0.000	
j	-2.00	0.146	1.000	1.000	0.800	0.234	
k	10.00	0.127	1.000	1.000	1.000	1.270	
Valor de las filas de idoneidad					=	+ 2.580	
A	1.000					1.000	
B	1.000					1.000	
C	1.000					1.000	
D	1.000					1.000	
E	1.000					1.000	
F	1.000					1.000	
G	1.000					1.000	
H	1.000					1.000	
I	1.000					1.000	
J	1.000					1.000	
K	1.000					1.000	
J	1.000					1.000	
M	1.000					1.000	
N	1.000					1.000	
P	1.000					1.000	
Valor del parámetro "M"					=	+1.000	
Indicador de sustentabilidad					=	(2.58) □ 1 = +2.580	
<p>1 = siglas del descriptor. 2 = valor del descriptor. 3 = coeficiente de importancia. 4 = coeficiente espacial. 5 = coeficiente temporal. 6 = coeficiente de probabilidad de presentación. 7 = valor de la fila. 8 = observaciones. x → se restauran ruinas de interés etnográfico. y → se revaloriza paisajísticamente el territorio, con la restauración, y no se introducen elementos distorsionantes. z → en relación con la limpieza de los estanques.</p>							

Tabla 13.5

Estimación del indicador de sustentabilidad, para la explotación conjunta de la camaronera diseñada y de la pesca semi-intensiva, en la laguna anexa.

## CAPÍTULO 14

### LA SUSTENTABILIDAD EN ÁREAS FORESTALES.

#### ESQUEMA:

1. La deforestación insostenible: Concepto y causas.
2. Efectos de las degradaciones en áreas forestales.
3. El caso del Bosque de Laurisilva de Gran Canaria (España).

#### 1. LA DEFORESTACIÓN INSOSTENIBLE: CONCEPTO Y CAUSAS.

Se *entiende por deforestación insostenible* aquella que destruye irreversiblemente la biomasa vegetal de los bosques, con sus hábitats de cobijo. Esta destrucción representa una pérdida de recursos propios, además de provocar efectos indirectos, no deseables, en el medio ambiente. Todo esto repercutirá, negativamente, en la calidad de vida de las generaciones futuras.

La deforestación insostenible tiene una especial incidencia en los bosques tropicales húmedos e intertropicales

Entre las *causas de las deforestaciones insostenibles* están:

- las explotaciones inadecuadas de madera,
- la minería, que suponga pérdidas de bosque, además de suelos,
- la expansión de los cultivos,
- la ganadería a gran escala, que precisa de pastos a expensa de superficies forestales,
- los incendios provocados, y
- la lluvia ácida (?), principalmente en los bosques templados.

Como ejemplo de lo que puede representar la deforestación por incendios, se puede considerar lo acontecido, en los últimos años, dentro de la Comunidad de Valencia, en el Mediterráneo de la Península Ibérica.

Según los datos de la Consejería de Medio Ambiente, de la Generalitat Valenciana, en esa Comunidad Autónoma, los bosques representaban, en 1985, unas 935 700 Has., frente a una superficie total de 2 326 100 Has. (el 40.23%). Este bosque está constituido, prácticamente en su totalidad, por el *Pinus halepensis*.

Desde 1984 hasta 1994, ambos inclusivos, se produjeron 6 267 incendios, que afectaron a una superficie arbolada de 107 691.2 Has., lo que representa el 11.51% de la superficie forestal (4.63% de la superficie total).

Entre los años 1976 y 1993, las causas de estos incendios pudieron ser antrópicas hasta en un 90%, aproximadamente. En este periodo de tiempo:

- Los incendios de mayor envergadura tuvieron lugar en los meses de julio y agosto. La superficie forestal media anual quemada en estos meses se estimó entre 7 000 y 9 000 Has.
- Y noviembre fue el mes en el que se perdió menos bosques por incendios, con un valor medio anual de superficie forestal quemada de unos 220 Has.

A escala terrestre, en la actualidad, y de acuerdo con Erickson (1993), independientemente de sus causas, los bosques húmedos desaparecen a la alarmante velocidad de 480 hectáreas al día, con la extinción de un gran número de especies animales, que se cobijaban en esa biomasa vegetal.

## 2. EFECTOS DE LAS DEGRADACIONES EN ÁREAS FORESTALES.

Entre los efectos de las degradaciones de los bosques, se encuentran principalmente las siguientes:

- la desecación,
- determinadas incidencias en los cambios climáticos, a diferentes escalas,
- la erosión, o la aceleración de la misma, en suelos y relieves, sobre todo en las laderas de barrancos, de quebradas y de interfluvios de aguas superficiales en general,
- repercusiones en la recarga de los acuíferos,
- la pérdida de masa vegetal, con todas sus repercusiones en las redes tróficas, que pueden conducir a la disminución de la biodiversidad, y a la rotura de los equilibrios ecológicos, o a la aceleración de los desequilibrios ecológicos, si ya se había producido la rotura.
- la disminución de la potencialidad de la biodiversidad, y
- el avance de la desertificación o de la desertización, que engloba algunos de los anteriores efectos.

La desecación se daría en una doble vertiente:

- en la atmósfera, y
- en los suelos.

La desecación de la atmósfera se debería a la caída drástica de la evapotranspiración. Por esta desecación, habría un descenso en la cantidad de humedad local, que podría extenderse más allá de la zona originariamente deforestada. Esto se agravaría por una menor retención de humedad en los suelos.

La deforestación incide en los cambios climáticos, ya que determina:

- Un aumento de la reflectividad (o del albedo). Esto conlleva a una menor absorción de las radiaciones energéticas procedentes del Sol, en la superficie de la Tierra, con sus repercusiones climáticas, por el efecto reflectario.
- Y una alteración en la regulación del ciclo del carbono, con sus implicaciones en el denominado "efecto invernadero".

La desertificación, muy ligada a la deforestación, comprende a una serie de procesos, que tienen por causas ciertas actividades del hombre, y que conducen a una serie de efectos característicos que antes no se daban en un territorio, siendo el más significativo el aumento de la aridez. Cuando la aridez se difunde en un determinado escenario geográfico, por causas no antrópicas, se dice que hay una desertización.

En general, la desertificación, en un escenario geográfico dado, provoca:

- Que la climatología evolucione de no árida a árida, o sea, hacia unas precipitaciones anuales mínimas (inferiores a 200 mm/año). O bien que se acentúe la aridez, dentro de los límites de un desierto.
- O que el suelo pierda humedad y, en este aspecto, pase a comportarse como de clima árido.

A consecuencia de los dos anteriores cambios, dentro del escenario geográfico sometido a una desertificación, aparecerán, progresivamente, otro conjunto de efectos colaterales, muchos de ellos entrecruzados.

Entre estos otros efectos están:

- los descritos en los procesos de deforestación,
- el agotamiento de acuíferos,
- la aparición de formas típicas de erosión y de depósito (rañas, caliches, depósitos sedimentarios eólicos, etc.),
- el desarrollo de suelos salinos,
- y otros.

En áreas de desertización y de desertificación, la erosión, por las disminuciones del bosque, determina, a su vez, la destrucción del medio físico, el “recipiente” o biotopo, de las biocenosis más resistentes, que se han adaptado a las nuevas condiciones de aridez.

Las rañas corresponden a formaciones aluviales, básicamente de grandes bloques, en dependencia con un sistema de erosión en condiciones de aridez, o con un sistema periglaciario. Suelen datarse como del Villafranchense (Pleistoceno antiguo).

La desertificación amenaza a un tercio de la superficie de los continentes de la Tierra, y concurre, con un especial significado, en las regiones periféricas de los grandes desiertos cálidos, donde las precipitaciones medias anuales oscilan entre 300 y 100 mm.

Se pueden enumerar las siguientes causas que hacen que avance la desertificación:

- Las deforestaciones.
- Las sequías, por cambios en la climatología, quizás en dependencia con las alteraciones antárticas en el “efecto invernadero” de la atmósfera.
- El pastoreo abusivo.
- La agricultura agresiva, que provoca una erosión acelerada del suelo. Por ejemplo, la agricultura que requiere técnicas de un laboreo profundo (arado u otras), en laderas de fuerte pendiente, como ocurre, en muchos casos, con los cultivos de almendros. En estas plantaciones, se aplica la técnica del arado ya que el almendro necesita un suelo muy suelto.
- La disminución de recursos hídricos, por sobre-explotación.
- Y la inutilización de recursos hídricos, en el sentido de que no permitan el desarrollo de una vegetación, que proteja al suelo. Por ejemplo, la salinización del agua.

### 3. EL CASO DEL BOSQUE DE LAURISILVA DE GRAN CANARIA (ESPAÑA).

El Archipiélago Canario, en lo que se refiere a la flora, es un espacio geográfico de la “Macaronesia” de una gran diversidad genética. Dentro de su flora, destaca el Bosque de Laurisilva, templado y húmedo.

La necesidad de un alto grado de humedad atmosférica, para el desarrollo de estas masas forestales, condiciona la distribución de la Laurisilva en las vertientes septentrionales de aquellas islas que, por sus altitudes, permiten la condensación de la humedad de los vientos alisios, de componente EN. Por lo general, el bosque se extiende entre los 500 y los 1 200 metros de altitud. En condiciones especiales, de mayor humedad local, el límite inferior puede descender.

Las islas de Canarias que presentan bosques de Laurisilva son:

- Gran Canaria,
- La Palma,
- La Gomera, y
- Tenerife.

En éste bosque, predominan los árboles de gran porte (pueden rebasar los 20 metros de altura), con hojas de tipo lauroide.

Las especies arbóreas más características son, entre otras, las siguientes:

- el viñátigo (*Persea indica*), pariente del aguacate, con grandes hojas lustrosas, que enrojecen antes de caer,
- el laurel o loro (*Laurus azorica*), que da nombre al bosque,
- el acebiño (*Ilex canariensis*),
- el palo blanco (*Picconia excelsa*),
- el tilo (*Ocotea foetens*),
- el aderno (*Heberdenia bahamensis*),
- el barbusano (*Apollonias barbujana*), y
- el mocán (*Visnea mocanera*).

Junto al componente arbóreo, existen varias especies arbustivas. Entre las de mayor porte, se encuentran:

- el follao o follado (*Viburnum rigidum*), y
- el sanguino (*Rhamnus glandulosa*).

Entre las especies de menor porte, toman especial relevancia:

- la cresta de gallo (*Isoplexis canariensis*),
- la reina del monte (*Ixanthus viscosus*), y
- el poleo del monte (*Bystropogon canariensis*).

Las especies herbáceas y escasamente lignificadas se instalan como sotobosque.

También, como parte de la biomasa vegetal de este bosque, hay:

- abundantes helechos,
- plantas que se comportan como epifitos (que viven sobre otras plantas),
- musgos, y
- algunas lianas, como la gibalbera o alcacún (*Semele androgyna*), la zarzaparrilla (*Smilax canariensis*) y la corregüela de los montes (*Convolvulus canariensis*).

En el límite superior, el bosque está caracterizado por la abundancia de:

- brezos (*Erica arborea*) y
- fayas (*Myrica faya*),

que sirven de transición a los pinares canarios (*Pinus canariensis*).

Las grandes extensiones que hoy ocupan los bosques de fayal-brezal tienen sus orígenes en antiguas formaciones de Laurisilva, después de que éstas sufrieran varias talas.

La repetición de talas, en la Laurisilva, hicieron:

- que desaparecieran las especies más nobles (viñátigos, tilos, adernos, etc.), o las más umbrófilas (amantes de las sombras, que no toleran los ambientes expuestos directamente al sol), y
- que éstas fueran sustituidas por el fayal y el brezal.

El Bosque de Laurisilva da cobijo a una interesante biomasa animal, básicamente de insectos, pero también de aves.

En relación con la Laurisilva de Gran Canaria, sólo se tiene certeza de aves por observaciones realizadas en los finales del Siglo XIX. Pero las notas de estas observaciones no posibilitan determinar especies. Posiblemente, se darían las especies que ocupan la Laurisilva de otras islas, de este entorno.

Las aves exclusivas (endémicas) de la Laurisilva son dos:

- la paloma rabiche (*Columba junoniae*), y
- la paloma turqué (*Columba bollii*).

Otras aves, aunque no exclusivas de la Laurisilva, pero que forman parte de su biomasa, son, entre otras:

- el pinzón vulgar (*Fringilla coelebs*),
- el petirrojo (*Erithacus rubecula*),
- el mosquetero (*Phylloscopus collybita*),
- el gavián (*Accipiter nisus*),
- el canario (*Serinus canaria*),
- el capirote (*Sylvia atricapilla*), y
- la curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*).

La Laurisilva juega un papel importantísimo en el mantenimiento del equilibrio ecológico de las islas, en las que se asientan. Además, supone una gran reserva de biodiversidad, con todas sus implicaciones. En principio, se pueden relacionar las siguientes funciones de este bosque:

- Captación de agua por condensación. Se dice que la Laurisilva provoca una "lluvia horizontal".
- Potencialización de la infiltración del agua,
- Fijación de suelos. Evita la erosión.
- Y aportación de un material "viviente fosilizado" de la Era Terciaria, de gran interés científico. Estos bosques son las formaciones relicticas de las amplias distribuciones que tuvo la Laurisilva en diversos puntos del Sur de Europa, a juzgar por los fósiles encontrados.

Las dos primeras funciones comprenden procesos y efectos que se dejan sentir en las reservas y recursos hidráulicos insulares, sobre todo, en el mantenimiento de los denominados "acuíferos basales".

En el estudio de la sustentabilidad de la Laurisilva de la Isla de Gran Canaria, en particular, o de las Islas Canarias en general, se debería seguir una guía procedimental. Para el caso de Gran Canaria, se abordarían los siguientes aspectos:

1. Estimaciones de las calidades que representan estos bosques, dentro de los patrimonios insulares, o a escalas espaciales más amplias.
2. Análisis de la vulnerabilidad de estos bosques.
3. Deducción del mapa potencial de la distribución del Bosque de Laurisilva en gran Canaria.
4. Confección del mapa de la Laurisilva relictica de Gran Canaria.
5. Estimación, en porcentajes y en hectáreas, de las pérdidas de masa boscosa.
6. Identificación de las causas del retroceso de la masa boscosa de Laurisilva.
7. Discusión de algunas de las causas que han incidido en el retroceso de la Laurisilva en Gran Canaria: tierras de cultivo en medianías, zonas de pastoreo, ocupación habitacional, repoblaciones arbóreas "inapropiadas" (pinos y bosquetes de eucaliptos).

8. Cualificación y cuantificación de los efectos erosivos en los relieves en general, por la práctica desaparición del Bosque de Laurisilva.
9. Cualificación y cuantificación de los efectos en el suelo, por el retroceso del Bosque de Laurisilva.
10. Cualificación y cuantificación de los efectos en la fauna, por la degradación de la Laurisilva.
11. Cualificación y cuantificación de los efectos en la climatología y en los recursos hidráulicos, por la pérdida de la Laurisilva.
12. Cualificación y estimación de las pérdidas en potencial de biodiversidad, por la destrucción del Bosque de Laurisilva
13. Estimación de la caídas de calidad en los escenarios de medianías de la Isla de Gran Canaria.
14. Estimación de la caída de la “valoración económica” de los recursos ambientales, en la Isla de Gran Canaria.
15. Evaluación de las repercusiones en el hombre usufructuario de Gran Canaria.
16. Obtención de diseños de explotaciones sustentables del Bosque de Laurisilva.
17. Análisis de las experiencias obtenidas, en la protección y en la accesibilidad absolutamente restringida de áreas relictales de Laurisilva. Sea el caso de Los Tilos de Moya.
18. Evaluación de los intentos de “laboratorio”, para recuperar la Laurisilva, con análisis de la adaptabilidad de las distintas especies arbóreas y de las interdependencias entre ellas.
19. Descripción posible de los procesos que acontecerían en la evolución desde un bosque primario de repoblación de Laurisilva a un bosque secundario.
20. Formulación de unos resultados reales de la expansión, por repoblación, en el Bosque de Laurisilva
21. Y formulación de propuestas de medidas de recuperación, a raíz de las experiencias obtenidas hasta el momento, con estimaciones de los efectos a esperar.

En la Isla de Gran Canaria, la posible potencial zona de Bosque de Laurisilva ocupa una extensión en torno a los 230 kilómetros cuadrados. En relación con la superficie de la Isla, que tiene unos 1 572 kilómetros cuadrados, la zona de la potencial Laurisilva representa sólo un 15% del área insular. Teóricamente, , la zona potencial debió haber estado ocupada por la Laurisilva del denominado “Bosque de Doramas”, antes de que se dejaran sentir los efectos antrópicos.

En la actualidad, los restos del Bosque de Laurisilva ocupa menos del 1% de la superficie insular, y se encuentra en crítica situación de supervivencia. El Bosque de Doramas prácticamente ha desaparecido.

Lo anterior traduce que la riqueza de la Laurisilva ha sufrido un uso indiscriminado, y padece, principalmente, de los efectos de una deforestación, que en Canarias resulta muy evidente. No hace falta ir muy lejos para observar la fragilidad de los relieves, y cómo se desmoronan a un ritmo acelerado, sobre todo en las laderas de los barrancos, al perderse la cubierta vegetal.

Las causas de esta deforestación son diversas. Al respecto, se pueden describir las siguientes intervenciones y usos, que implicaban deforestaciones:

1. El cultivo de la caña de azúcar, que determinó dos hechos:
  - La necesidad de nuevos campos de cultivos, que se obtienen a expensas del bosque.
  - Y los requerimientos de material combustible, que posibilitó la industria de los ingenios azucareros. Este combustible se obtuvo, asimismo, a costa del bosque. El Bosque de

Laurisilva representó una fuente de energía barata, en un escenario geográfico donde no existía otras alternativas energéticas.

¿Se estaría ante procesos, con sus efectos, muy similares, a los que se pueden constatar en otros escenarios geográficos muy distantes, al otro lado del Atlántico, pero con unos condicionantes socioeconómicos y de contorno geográfico análogos a los descritos? ¿Qué recuerda el contraste de las fisonomías del pasado y del presente de escenarios geográficos cubanos tales como el del Valle de San Luís (en Trinidad) y de las estribaciones bajas de Sierra Maestra (en Santiago de Cuba)?

La agricultura canaria se caracteriza por una secuenciación en los tipos de cultivos. Con el transcurrir del tiempo, los cultivos de caña de azúcar fueron sustituidos, sucesivamente, y de forma significativa, por los viñedos y por los de plataneras, entre otros. Parte de estos cultivos ocasionaron nuevas mermas en el Bosque de Laurisilva.

Hoy en día se está frente a otro nuevo monocultivo, el turismo, aunque ciertamente sea de otras características. Pero ¿éste otro "cultivo" conllevaría a la degradación irreversible de otro piso significativo de vegetación, como es el piso basal del tabaibal-cardonal (de las euphorbias), con pérdidas en la riqueza de biodiversidad y en la calidad de los paisajes? ¿Sería factible una "industria" o "cultivo" turístico, que respetara la riqueza ecológica, al tiempo que diera bienestar socioeconómico? ¿Por qué no se hace?.

2. El pastoreo en zonas de medianías, que supuso otro proceso de deforestación del Bosque de Laurisilva.
3. La industria naval, en dependencia con la necesidad de hacer escala en el Puerto de San Telmo. Ésto provocó que floreciera el Gremio de Carpinteros de Rivera. La materia prima, para la construcción y reparación de barcos, la encontraron en la Laurisilva. Con esta explotación maderera, nuevamente, se dio otro paso importante en el proceso de deforestación.
4. La necesidad tener energía, para los usos domésticos, ante la escasez de combustibles exportados, durante el periodo de bloqueo al territorio del Estado Español, tras la Segunda Guerra Mundial. En buena medida, estas necesidades se cubrieron gracias a los ya maltrechos restos del Bosque de Laurisilva.

Por éstos, y por otros factores añadidos, se ha caminado hacia un deterioro progresivo de los hábitats naturales del Bosque de Laurisilva, hasta llegar a la insostenibilidad del mismo. De ahí que, en 1991, una Orden de la Consejería de Política Territorial, del Gobierno de Canarias, incluyera los escenarios geográficos con restos del Bosque de Laurisilva, de la Isla de Gran Canaria, entre los territorios a resguardar, por contener especies amenazadas de flora silvestre y, por lo tanto, de estricta protección.

Estudios de este tipo pueden:

- extrapolarse a otros bosques húmedos y templados, como el del Parque Nacional de Henri Pittier (Venezuela),
- constituir metodologías y técnicas valiosas en la protección de esos otros bosques, con la toma de las medidas preventivas pertinentes, y
- servir para la redacción de planes de restauración de los mismos, en sus sectores degradados.

Un Programa de 1995, referente a la Provincia de Las Palmas, preveía la repoblación de antiguas zonas de bosques, con árboles de diferentes especies autóctonas. La actuación se denominaba "Bosques de Canarias", y era una iniciativa del Instituto de Investigaciones Ecológicas, una Organización no gubernamental (ONG), con sede en Málaga, y miembro de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

El Programa no sólo tenía por objetivo concreto concienciar a la población canaria, sobre la problemática forestal, sino que se planteaba también, como misión específica, abrir una vía de participación a la población, en la solución de los problemas ambientales.

El Programa de repoblación contaba con subvenciones de empresas radicadas en la Isla y del Ministerio de Agricultura.

Entre las zonas beneficiadas, potencialmente, se encontraban:

- El Lentiscal,
- Doramas y
- parcelas de medianías, supuestamente cedidas por ayuntamientos y particulares.

Esto suponía un enorme desafío, ante la gran presión demográfica y urbanística, así como a otras causas, que han eliminado, en los últimos años, decenios y siglos la cubierta vegetal de Gran Canaria.

El Programa se encontraba abierto a todas las personas o colectivos, sin exclusión de ningún tipo. De este modo, se pretendía involucrar a todos los ciudadanos en la recuperación florística de Gran Canaria o, por lo menos, en unos de sus aspectos más significativos, mediante la organización de equipos de voluntarios.

Se pretendía que cada persona fuese una especie de “guardabosques”. En principio, estos se deberían de encargar, entre otras, de las siguientes actividades:

- de recogida de semillas,
- de plantación,
- de preparación de viveros,
- de limpieza de bosques, y
- de la educación ambiental.

Para el éxito de la actuación de recuperación, se precisaba de una previa calificación del suelo, para que los terrenos reforestados quedaran legalmente protegidos, y permanecieran, para siempre, como bosques integrales.

Los bosques de este Programa serían de uso público, con finalidad social no lucrativa. Además, se contemplaba:

- la puesta en marcha de campañas de prevención de incendios,
- la colaboración en la protección de animales en peligro de extinción, y
- la creación, por otra parte, de un vivero forestal, a ubicar en terrenos que cedieran el Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) y el Gobierno de la Comunidad Autónoma, para que se completaran los ya existentes.

Pero ¿qué ha pasado con este Programa? ¿Fracasó o no? ¿Por qué?. Sáquense consecuencias y aplíquense sus moralejas.

Según fuentes del Cabildo Insular (un órgano de gobierno a escala insular), al amparo de otras actuaciones, anteriores a la presentación del anterior Programa, se plantaron, recientemente, unas cincuenta hectáreas de Laurisilva, en la Finca de Osorio, en el término municipal de Teror. Esta Finca se ubica en los dominios de lo que antes fuese el antiguo Bosque de Doramas.

El “Día del Árbol” de 1994 (4 de diciembre), con preparativos llevados a cabo por el Departamento Insular de Medio Ambiente, del Cabildo de Gran Canaria, se pretendió plantar, como mínimo, dos nuevas hectáreas de bosque, con especies de fayas, brezos y laureles. ¿Qué pasaron con aquellas repoblaciones?

¿Ha habido una política de mantenimiento? ¿O el evento era sólo para que los “políticos de turno”, sus técnicos y científicos en “cargos de confianza” o en “comisiones especiales de servicio” salieran en la “foto”?

## CAPÍTULO 15

### LA CAPACIDAD DE CARGA HABITACIONAL DE LOS TERRITORIOS.

#### ESQUEMA:

1. Concepto de capacidad de carga habitacional.
2. Compatibilidades entre grados y tipos de capacidad de carga y los contenidos naturales y ambientales de un territorio. La armonización de la capacidad de carga.
3. Ejemplos a imitar en estimaciones de estándares de aplicación: Los patrones de comportamiento para el dominio del territorio en la Naturaleza.
4. La regulación de la capacidad de carga según los textos legales.
5. Las limitaciones de los textos legales sobre los estándares de aplicación, por la diversidad de características propias a conservar, que pueden presentar un territorio.
6. La capacidad de carga habitacional y la creación de problemas en la dinámica sedimentaria, de escenarios litorales.
7. Ejemplos de cálculo de capacidades de carga habitacional.

#### 1. CONCEPTO DE CAPACIDAD DE CARGA HABITACIONAL.

Se entiende por *capacidad de carga habitacional* al número de camas, o de plazas, que puede soportar un territorio dado, que configura una unidad ambiental, como podría ser una playa dentro de una caleta, con sus terrenos alledaños.

Este concepto de capacidad de carga comprende:

- tanto la cantidad global de plazas,
- como las densidades de distribución de esa cantidad global, en núcleos residenciales.

En la terminología urbanística española, las densidades de distribución (metros cuadrados de parcela por plaza) se conoce como estándares de aplicación.

Otra perspectiva respecto a la capacidad de carga habitacional, fuera de un contexto puramente turístico, se basaría en la relación idónea, que debiera existir, entre terrenos edificados y espacios verdes, dentro de un escenario geográfico en concreto. Entonces, la cantidad global de la capacidad de carga se referiría:

- a los metros cuadrados que ocuparían las construcciones, sean turísticas o no, y
- a cómo se distribuirían las densidades parciales de ocupación, que traducirían las ubicaciones de las edificaciones, entre los espacios verdes.

En una ordenación, planificación y manejo de los escenarios geográficos, que configuran unidades ambientales, se deberían considerar el doble enfoque del concepto de capacidad de carga habitacional.

## 2. COMPATIBILIDADES ENTRE GRADOS Y TIPOS DE CAPACIDAD DE CARGA Y LOS CONTENIDOS NATURALES Y AMBIENTALES DE UN TERRITORIO. LA ARMONIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA.

Independientemente de los imperativos de las disposiciones legales, la cantidad global de una capacidad de carga habitacional, dentro de un territorio, va a estar impuesta por las condiciones de contorno, que determinan las características:

- bien naturales, o
- bien ambientales,

del escenario geográfico.

En principio, estas condiciones de contorno son:

### 1. Calificación de áreas protegidas.

Se pueden dar incompatibilidades entre los contenidos a preservar y las construcciones urbanísticas, o entre estos contenidos y las construcciones aisladas de viviendas.

Aquí se encontrarían los casos de ciertos parques nacionales. Por ejemplo:

- Timanfaya, en Lanzarote (Islas Canarias). En un espacio reducido, hay todo un muestrario, muy completo, de formas y estructuras, de un volcanismo oceánico de nuestros días.
- Y Garajonay, en La Gomera (también en las Islas Canarias). El centro de la Isla encierra un bosque tropical de neblinas, con especies endémicas, propias de la Macaronesia. Representa a un bosque fósil (del Terciario) viviente, con toda la biodiversidad que ello conlleva.

### 2. Escenarios de paisajes significativos, que actúan como reclamo para un usufructo de esparcimiento - recreacional.

La capacidad de carga no debe suponer un impacto que devaluase sus contenidos de reclamo (la razón del uso de estos territorios).

Como ejemplo, se puede citar los Acanuilados del Coco, en la Isla de Coche (Nueva Esparta, Venezuela).

Las litologías de estos relieves definen a una impresionante "*paleta de pintor*", entre:

- una relevante diversidad topográfica, y
- unos casi constantantes azules-celestes limpios y cristalinos, del cielo y del agua del mar.

El entorno contiene buenos puntos singulares de observación (miradores) y rutas, para usufructuar el paisaje.

Aquí, la capacidad de carga sería nula. Las edificaciones de viviendas, o de servicios, sobre los acantilados, o en sus proximidades, implicarían la aparición de endo-impactos, o de peri-impactos con proyección en el acantilado. Los impactos devaluarían en mucho el paisaje y, en consecuencia, dejaría de tener sentido el usufructo turístico, y/o de esparcimiento, de este territorio. La ocupación habitacional, para usufructuar estos acantilados, deberán ubicarse fuera de las áreas de las cuencas visuales de los miradores y de las rutas paisajísticas.

### 3. Grado de densidad edificatoria de una tipología adecuada, que asume la morfología del escenario, conforme con la carga cultural del entorno.

Siempre se tiene que procurar que se dé un equilibrio o armonía del conjunto ambiental.

Como ejemplo, se puede referenciar la Costa Brava, en el litoral catalán (Estado Español). Aquí, la armonía viene determinada por las interacciones entre:

- caracterizaciones fisiográficas,
- repoblaciones forestales, (de pinos, que llegan al borde del mar), y
- cultura mediterránea.

La fisiografía, en la Costa Brava, define, entre otras características:

- a una línea costera emergente de planta muy irregular,
- a una topografía de montañas y valles apretados, que penetran en el mar, y
- a unos procesos y efectos de la dinámica sedimentaria, que forman playas arenosas dentro de coquetas caletas, limitadas por un paisaje armónico, todo ello en un marco geomorfológico accidentado.

Las repoblaciones forestales y la implantación "intensiva" de la cultura mediterránea, en su forma urbanística, tuvieron lugar a partir de finales del Siglo XIX.

Entre la tipología edificatoria, comenzó a tomar identidad las masías y otras construcciones propias del bagaje cultural del Mediterráneo, con predominantes coloraciones en blanco. La densidad de estas construcciones debería estar marcada por la exigencia de que exista, en una proporción adecuada, el verde, de la repoblación forestal, en el paisaje. La participación de los bosques de pinos, con su carga cromática, da personalidad a la Costa Brava, y no debe quedar diluida, cuando se usufructúe el paisaje:

- desde los miradores sobre la costa,
- desde recorridos usuales, y
- desde sus playas recreacionales.

Los grandes edificios en torres, en cualquier caso, dentro de este entorno, representan elementos distorsionantes (disarmónicos):

- quizás no en cuanto a la capacidad de carga habitacional,
- sino como endo-impactos, o impactos periféricos, que crean pantallas ante la diversidad topográfica, o frente al cromatismo (marítimo o terrestre).

Por otra parte, la densidad de las edificaciones tendría que haberse ajustado a la capacidad de acogida de sus espacios a usufructuar. Los recursos que sirven de reclamo son, principalmente, sus playas.

#### 4. Dimensiones del recurso a usufructuar.

Una capacidad de carga habitacional se regulará en relación con el dimensionamiento del recurso a explotar.

En el caso de una playa no urbana, susceptible de acoger a una industria turística de "sol y ocio", y si se admiten las premisas:

- de que cada usuario debería disponer, como mínimo, de unos diez metros cuadrados de superficie, y
- de que todos, o la inmensa mayoría, querrian usufructuar el recurso en unas mismas horas punta, ilógicamente coincidentes con la máxima intensidad de la insolación,

el número de camas, de las urbanizaciones periféricas, vendría dado por la dimensión de la superficie a utilizar como "solarium".

Por ejemplo, para una playa de unos 800 metros de longitud por unos 80 de amplitud (medidas promediadas a lo largo de un año "normal"), la carga máxima habitacional sería de unas 6 400 camas. En realidad, esta carga de número de camas se estimaría a la baja, ya que habría que contar con los usufructuarios foráneos, de no pernociación. Por otra parte, también es verdad que muchos de los potenciales usuarios, que disponen de camas, se quedan en las piscinas de los complejos urbanísticos, después de unos primeros usos "novedosos" de la playa, que reclamó la presencia de estos, en los folletos turísticos, o de la propaganda en general. Una cosa quedaría compensada por la otra, en los cálculos de las capacidades de carga habitacional.

Una situación diferente sería si la playa se encontrara en las áreas de expansión recreacional de importantes núcleos urbanos próximos. La playa sufriría usufructuarios plusféricos. Entonces, para estos cálculos de capacidades de carga, si se deseara vender un producto de calidad, habría que introducir coeficientes de corrección. Para la obtención de los coeficientes, se recurriría a tabulaciones o a expresiones analíticas, que tengan presente las variables que pudieran intervenir, y después de adquirir la suficiente experiencia, tras el estudio de significativos casos representativos.

En principio, las variables a considerar serían:

- Distribución, a lo largo de un año, del grado de apetencia de usar la playa en cuestión, en viajes de ida y vuelta, en un mismo día, por los usufructuarios plusféricos. Se hallaría un grado de ocupación, en función del tiempo, pero independientemente de las ofertas de camas periféricas.
- Número de habitantes de los núcleos usufructuarios plusféricos.
- Porcentajes de esos habitantes que optan por esa playa.
- Existencia de otras alternativas, fácilmente disponibles, de esparcimiento, para los plusféricos.

Las anteriores variables imponen que, en la obtención de los coeficientes de corrección, se precisen de encuestas, con un buen diseño estadístico.

En definitiva, los coeficientes de corrección representarían a presiones plusféricas de capacidades promediadas de uso. Y la capacidad de carga habitacional (el número de camas), del entorno periférico de una playa no urbana, sería igual:

- al número óptimo de usuarios, que permite las dimensiones de la playa,
- menos el número de usuarios de la presión plusférica, en la época del año de mayor apogeo

Las playas del Sur de Gran Canaria (Islas Canarias), se encontrarían en estas circunstancias, principalmente en relación con la Ciudad de Las Palmas y, con menor incidencia, respecto a las ciudades de Telde y de Vecindario.

En otros lugares, como ocurre en la Isla de Margarita (Venezuela), estos coeficientes se pueden despreciar. No hay núcleos poblacionales autóctonos de peso, con tradición mayoritaria a desplazarse a determinadas playas turísticas, con fines recreacionales.

### 3. EJEMPLOS A IMITAR EN ESTIMACIONES DE ESTÁNDARES DE APLICACIÓN: LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO PARA EL DOMINIO DEL TERRITORIO EN LA NATURALEZA.

Como muy bien dice un Profesor venezolano, el Ingeniero Don Eduardo González-Jiménez, en relación con las capacidades de carga habitacional, se podría utilizar el símil del comportamiento de las ovejas, cuando pacen.

En el campo, las ovejas pueden:

- formar rebaños, guiados por un pastor, o
- gozar de una situación de libre movimiento.

En el primer caso, los rebaños no ocupan continuamente los mismos lugares. Se desplazan de un sitio a otro, para que los pastos se recuperen y, así, las superficies explotadas produzcan nuevos alimentos, para posteriores usos.

En el segundo caso, por instinto, por las enseñanzas heredadas de generación en generación, cada oveja:

- ocupa una parcela determinada del territorio, lo suficientemente grande como para que pueda asegurar sus alimentos,
- y no permite que otras ovejas entren en su espacio, con lo que se produce un *dominio del territorio*.

Si no se diese, por las Leyes de la Naturaleza, ese dominio del territorio, el recurso alimento se agotaría, por una sobre-explotación. Y además, si cada oveja defiende una parcela, de ciertas dimensiones, el número de ovejas, por una superficie dada de territorio, tiene un umbral determinado.

En las estimaciones de capacidades de carga habitacional, habría que sustituir:

- ovejas por superficies edificadas, o por usufructuarios, y
- pastos por recursos del suelo, que proporcionan calidad al usufructo habitacional.

Como las urbanizaciones no se pueden ir reubicando sucesivamente, a lo largo del tiempo, se tiene que admitir el supuesto de las ovejas, que pacen en forma aislada. Esto enseña que hay un límite:

- de construcciones por territorio, y
- de usufructuarios por parcela.

En caso contrario, la calidad del recurso entraría en franca precariedad, en un proceso de devaluación.

### 4. LA REGULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA SEGÚN LOS TEXTOS LEGALES.

Se han desarrollado leyes que regulan la capacidad de carga habitacional:

- tanto en espacios protegidos,
- como en suelos urbanos y urbanizables.

Las pautas de la capacidad de carga, de los espacios protegidos, se suelen recoger en las leyes del ambiente, de las distintas administraciones. Por regla general, hay restricciones de ocupación habitacional en estos escenarios. Se puede llegar a casos en que está totalmente rechazada, como ocurre en los clásicos parques nacionales españoles.

El control de la capacidad de carga, en los suelos urbanos o urbanizables, lo ejerce las leyes del suelo. Cuando tales suelos son apetecidos por la industria turística, pueden entrar en juego otros textos específicos, por ejemplo, la Ley 7/1995, de 6 de abril, de Ordenación del Turismo de Canarias (Boletín Oficial de Canarias, número 48, del 19 de abril de 1995, pp 3134 - 3160).

Para las Islas Canarias (España), del anterior texto, dentro de su Artículo 35, se extraen los siguientes párrafos:

“El planeamiento municipal definirá la densidad máxima admisible en las parcelas destinadas a alojamiento turístico, mediante un estándar mínimo de metros cuadrados de solar por plaza alojativa, que podrá oscilar entre 50 y 60 m<sup>2</sup> por plaza, con arreglo a las circunstancias de dimensión y densidad globales, apreciadas conforme a los criterios que reglamentariamente se determinen”.

“Reglamentariamente, el Gobierno de Canarias determinará:

- a). Los criterios de ponderación aplicables para la fijación del estándar mínimo de densidad, en las parcelas a las que se refiere el apartado anterior.
- b). Los supuestos en que, sin aumento de la densidad global del estándar anterior, pueda además referirse, a través del planeamiento, a una agrupación acotada de parcelas en beneficio de la provisión de dotaciones de ocio extraordinarias, de la creación de entornos arquitectónicos de superior atractivo u otras circunstancias análogas.
- c). ...
- d). ...
- e). Los requisitos mínimos de aptitud natural del suelo para ser destinado, por los planes, a nuevos desarrollos turísticos, a sus dotaciones en la determinación de los índices de densidad, excluyendo los terrenos que constituyan accidentes naturales destacados y los que por su topografía abrupta no puedan producir desarrollos o dotaciones cómodamente accesibles a la generalidad de las personas”.

En los textos legales, como aspectos complementarios a las capacidades de carga habitacional, están las imposiciones en cuanto a las tipologías edificatorias, y a los emplazamientos de las construcciones. Con ello, se pretende:

- impedir que se levanten pantallas de impactos paisajísticos, o en relación con determinados procesos y efectos físicos, y
- facilitar accesos.

##### 5. LAS LIMITACIONES DE LOS TEXTOS LEGALES SOBRE ESTÁNDARES DE APLICACIÓN, POR LA DIVERSIDAD DE CARACTERÍSTICAS PROPIAS A CONSERVAR, QUE PUEDEN PRESENTAR UN TERRITORIO.

Una vez estimada la *cantidad* de la capacidad global de carga habitacional de un territorio, de acuerdo con los criterios:

- de calificación de áreas protegidas,
- de escenarios de paisajes significativos,
- del grado de densidad edificatoria, de tipología adecuada, que asume la morfología del escenario, conforme con la carga cultural del entorno,
- y de las dimensiones del recurso a usufructuar,

tomados de forma individual o en su conjunto, la *distribución* de sus densidades, de esta cantidad de carga, se hará conforme con los estándares de aplicación, que recoge la mayoría de las legislaciones urbanísticas al uso.

El planteamiento anterior sería la forma correcta de proceder. Sin embargo, los textos legales encierran una gran contradicción. Sólo se fijan en la densidad de plazas por metro cuadrado de solar, para procurar

no hayan "agobios" en núcleos de alojamiento. No tienen en cuenta la capacidad de carga real, la que podría soportar, en su conjunto, el recurso a explotar, pretendidamente en forma aceptable.

La estimación de la cantidad de la capacidad global de carga puede conducir:

- a la destrucción del "paisaje de contorno", que da a la explotación del "recurso urbano", sea turístico o no, una calidad aceptable de habitabilidad, y
- al hipotecamiento de contenidos naturales y ambientales, significativos en los distintos aspectos de la diversidad (biodiversidad, diversidad topográfica, diversidad cultural, etc.).

Esto no quita que los textos legales cuestionados mantengan las "formas" conservacionistas. En efecto, si se contemplan estándares de aplicación, también se preocupan en preservar y mejorar las calidades naturales y ambientales, pero en formas retóricas.

Un ejemplo válido, que ilustra esta laguna legal, está en el Sur de la Isla de Gran Canaria (Islas Canarias, España). Un desarrollo urbanístico, de carácter turístico, ha aniquilado los paisajes de laderas de gran encanto, "con todo su encanto", que daban personalidad a los relieves de este territorio. La sobredimensión de la capacidad de carga, aunque tenga una distribución admisible de metros cuadrados por parcela por plaza, ha conllevado a la desaparición del paisaje de laderas, por una simple invasión urbanística. Los complejos urbanísticos cada vez ocuparon más espacio, trepando sobre los relieves. Se ha edificado casi en paredes verticales, sustituyendo las policromías del terreno y los elementos menores de la diversidad topográfica por un tapiz de "nichos" habitacionales para el turismo. Y, al mismo tiempo, también la sobredimensión del desarrollo urbano provocó que el recurso playa se hiciera, progresivamente, más insuficiente.

Todos los anteriores problemas, incluidas las disponibilidades precarias de recursos de esparcimiento, se resolverían con estudios previos al desarrollo de núcleos urbanos, en este caso turísticos, que pretendieran:

- prevenir los impactos ambientales, y
- calcular las cantidades óptimas de ocupación global, conforme con la bondad usufructuaria del territorio.

Se da la paradoja que los textos legales, de ocupación urbanística de un territorio, si consideran los estudios de impactos ambientales, pero sin ligarlos estrechamente con uno de los aspectos de la capacidad de carga habitacional: con la cantidad global de capacidad. Esta no ligazón específica puede dar lugar a equivocadas aplicaciones de los textos legales, dentro de una legalidad.

## 6. LA CAPACIDAD DE CARGA HABITACIONAL Y LA CREACIÓN DE PROBLEMAS EN LA DINÁMICA SEDIMENTARIA, DE ESCENARIOS LITORALES.

Como ya se ha indicado, las idoneidades de las capacidades de carga habitacional, y sus estimaciones, tendrán en cuenta:

- las características ambientales de los territorios,
- los criterios de protección de espacios de interés (ecológicos o no),
- los dimensionamientos de los recursos a explotar, y
- las legislaciones y normativas vigentes.

Pero también, las capacidades de carga habitacional estarán en función de las repercusiones que puedan provocar en las dinámicas geomorfológicas y sedimentarias:

- de sus propios entornos, y
- de otros, dentro de las áreas de influencia de estas intervenciones antrópicas.

De todo esto, puede ilustrar el comportamiento que ha tenido, y tiene, el escenario geográfico de la Península de Hicacos, con su Playa de Varadero, en Cuba.

La Península de Hicacos se sitúa en la cornisa Norte de Cuba, a unos 160 kilómetros al Este de La Habana. Su territorio se puede describir como un brazo de tierra de unos 22 kilómetros de longitud, que alcanza una anchura promediada de unos 500 metros. Su fachada septentrional desarrolla una larga playa de arenas finas, casi blancas (Playa de Varadero).

Un modelo de aproximación de la morfodinámica en la Península, donde se integran los efectos de la carga habitacional que soporta, se podría resumir de la siguiente manera:

1. Las fuentes de aportes de arena se encuentran en los relieves de las formaciones arrecifales, en torno a Cayo Mono, al NE de la Península. Los bancos de áridos de alimentación forman parte de unos fondos someros (de unos 8-10 metros de profundidad).
2. El oleaje dominante procede del NE (alisio), y los reinantes del NW, en relación con situaciones de temporales y con las perturbaciones extra-tropicales.

Ambos tipos de oleajes se dejan sentir en los fondos someros, del entorno de la Playa de Varadero. Los áridos de estos fondos son:

- transportados y

- depositados, o repositados, en nuevos emplazamientos, conforme con las condiciones energéticas de las diferentes situaciones oceanológicas.

3. En los comienzos de la Historia Morfodinámica de este escenario, el extremo occidental definía a una singularidad geométrica negativa, y el extremo oriental correspondía al "Islote" de Hicacos. El "Islote" estaba y está constituido por un número pequeño de terrazas (rasas de areniscas) superpuestas, con superficies en "dientes de perro" (de micro-erosión diferencial, de aspecto ruinoso, por la acción del mar). El conjunto de terrazas sólo alcanza una altitud de unas pocas decenas de metros.

En este entorno de terrazas levantadas, se encuentra la Cueva de Ambrosio (hacia el Este, después del Campamento Internacional de Pioneros). La Cueva tiene interés por sus pinturas rupestres.

4. El oleaje del NE, bajo unas determinadas condiciones energéticas, transportaba, y transporta, arena, desde el entorno de Cayo Mono hasta bancos "secundarios", al W de la inicial singularidad geométrica negativa.
5. Con los oleajes del NW "moderados", se originan transportes de deriva, hacia el Este. Las arenas de los bancos "secundarios" son así desplazadas, para repositarse posteriormente, en otros emplazamientos.
6. Los anteriores transportes de arenas propiciaron la formación de una flecha, que acabó apoyándose en el "Islote" de Hicacos. Los actuales "dientes de perro", en la franja intermareal de una paleo-terrazza, al oriente de Sol Palmeras ¿traduce una fase tardía de este proceso de apoyo? ¿O la acentuación de una degradación sedimentaria, que deja al descubierto el sustrato rocoso, en el sector del depósito marino más reciente de arenas y, por consiguiente, más vulnerable?.

Ante un cambio de signo de las variables oceanológicas, se tendería a retornar, paulatinamente, a situaciones pretéritas (en este caso, a la destrucción de la flecha). Y este proceso arrancaría con la inestabilidad de los últimos acontecimientos, que hubieran tenido lugar (con el proceso de apoyo en el "Islote").

La explicación de la restinga que encierra a la Laguna del Rincón de Guanabo, casi en el límite oriental de la Provincia de Ciudad de La Habana, podría constituir otro ejemplo que se ajustara:

- a transportes por oleajes del NE, desde bajos fondos someros arrecifales, y
- a posteriores redeposiciones de áridos, hacia el Este, a partir de una singularidad geométrica negativa, por corrientes de deriva dependientes de oleajes del NW, hasta llegar, en este caso, a un apoya formado por un acantilado.

Los depósitos a occidente y la erosión a oriente de los espigones de la desembocadura del Río Guanabo, tras el temporal del NW del 3 - 4 de febrero de 1998, verifica, también, el anterior esquema morfodinámico de los procesos sedimentarios.

Luego, el modelo de procesos físicos formulado para la Península de Hicacos más bien correspondería a un "patrón de comportamiento", generalizable para numerosos casos del litoral septentrional de Cuba, al menos en su sector occidental.

7. La flecha apoyada (la Península de Hicacos) separó parte de la Bahía de Cárdenas del mar abierto.
8. Los transportes de deriva, por el NW "moderado", depositaban excesos de arenas, en el frente septentrional de la flecha. Los perfiles de equilibrio de la playa habrían estado en hiper-estabilidad. Los vientos del NE retransportaban estos superávits de arenas, y originaron, a lo largo de la Península, un cordón continuo de dunas.

Las dunas suelen representar las reservas sedimentarias de una playa, frente a situaciones oceanológicas de fuertes energía de oleajes.

En el entorno de la Playa de Varadero, los fuertes procesos de erosión se asocian, normalmente, con situaciones de huracanes, que determinan oleajes del NW, o simplemente con temporales del NW.

9. Con las situaciones de oleajes fuertemente energéticos del NW, no sólo se impide la deposición de arena, del transporte de deriva, sino que, por otra parte, se arranca arena de la playa.

La erosión se atenuaba, rápidamente, gracias a los préstamos que hacían las dunas. Éstas se recuperaban posteriormente:

- cuando se restablecían las situaciones que determinaban hiper-estabilidades, en los depósitos de playa, y
- con los transportes eólicos.

10. El cordón de dunas soporta una carga habitacional significativa. Buenas extensiones de las dunas son ocupadas por edificaciones y por "ajardinamientos" intensivos, aunque sean a base de uveros y de otras plantas del lugar.

Las edificaciones y la fijación de las arenas por una intensiva vegetación bloquean el papel de las dunas. Éstas no pueden actuar a modo de despensa sedimentaria, en las situaciones del NW muy energético. En consecuencia, se rompe el marco natural de la dinámica sedimentaria, por una carga habitacional, en Varadero.

11. A las consecuencias causadas por la carga habitacional, hay que añadirles las repercusiones de una posible elevación neta media del nivel del mar:

- a causa de un movimiento eustático positivo, ¿quizás incrementado "anormalmente" por las alteraciones antropogénicas en el "efecto invernadero"?, o
- como una resultante de movimientos eustáticos y de movimientos epirogénicos regionales.

Los procesos de la elevación media del nivel del mar implican procesos generalizados de erosión, en los depósitos arenosos de las playas.

Pero ¿interfieren también, en la dinámica sedimentaria, los dos espigones, que abren, por el W, la Bahía de Cárdenas con el mar abierto (Canal de Paso Malo), para dar acceso a la Marina Acua Azul?. Tras el temporal del NW del 3 - 4 de febrero de 1998, en coherencia con lo observado en el entorno de los espigones de la desembocadura del Río Guanabo, se identificó

- acumulación apoyada de arenas, en la cara W del espigón más occidental, y
- erosión de la Playa de Varadero, desde espigón oriental, hacia los complejos turísticos de Punta Arena y Paradiso, a lo largo de unos cien metros,

como era de esperar, después de actuar un oleaje del NW, que implica transportes de deriva desde el Oeste al Este.

En este tramo erosionado de playa, desde su arranque en el espigón oriental, se pudo describir:

- una franja intermareal externa-playa sumergida en callao (de grandes bloques), con ausencia de arena, y
- una berma acantilada, en el límite entre la playa seca y la franja intermareal, de unos 1.5 metros de potencia.

Asimismo, habría que preguntarse ¿cómo influyó la extracción de un millón de metros cúbicos de áridos, de los bancos de arenas de la plataforma litoral, hacia Cayo Mono, durante las décadas de 1970 y de 1980?. Estas extracciones se utilizaban, en parte, para construir las edificaciones, que suponen la actual carga habitacional turística, que se une a la carga heredada.

12. La carga habitacional y sus entornos "ajardinados" actúan a modo de pantallas, que impiden las recuperaciones de las dunas. Los excesos de arenas que se depositaran en la playa sumergida-intermareal, durante las situaciones oceanológicas idóneas para se den estos procesos, se transportarían hacia el W, por corrientes de deriva dependientes del oleaje del NE.

La recuperación de las dunas de Varadero quedan también dificultadas a disminuir la amplitud de la playa seca, por la erosión no compensada, en su totalidad, por posteriores acreciones naturales. La playa seca representa la fuente de aportes del transporte eólico de las arenas. A menor playa seca, menor disponibilidad de aportes arenosos y, en consecuencia, menor transporte eólico de las arenas hacia tierra. Y esto implica una menor capacidad de recuperación natural de las dunas, con lo que decae el comportamiento de las mismas como "despensas sedimentarias de la playa", ante situaciones de erosión.

13. La concurrencia:

- de la carga habitacional y de los "ajardinamientos" sobre el cordón de dunas, y de otras actuaciones del hombre, que determinan la disfuncionalidad de esta formación sedimentaria eólica,
- de la incapacidad de recuperarse la funcionalidad de las dunas, a partir de la dinámica sedimentaria de la playa, por las intervenciones que soportan las dunas, y por otras causas,
- de los efectos erosivos de los espigones del Canal de Paso Malo, y
- de la posible erosión de la playa, por una probable elevación neta positiva del nivel del mar,

hace que haya un retroceso, hacia tierra adentro, de la orilla septentrional.

En la actualidad, y según Juanes (1996), se mide un retroceso global promedio de 1.2 metros/año, lo que equivale a unas pérdidas de unos 50 000 metros cúbicos de arena al año.

Para proteger a la Playa de Varadero en sí:

- del retroceso de la orilla, y
- de los efectos de los huracanes, y de los fuertes temporales del NW en general,

Ya requerimientos de la carga habitacional que soporta, se reconstruyen y se refuerzan las dunas más vulnerables del sector occidental de la Península de Hicacos.

Las "rehabilitaciones" se hacen mediante el apilamiento entrelazado y anclado de sacos de yute y de geotextiles, llenos de arena. Los impactos visuales, en el paisaje, quedan eliminados con la deposición de una capa de arenas, sobre estos apilamientos de sacos. Externamente, se obtiene la sensación de una restauración de las dunas. Esta ingeniería se complementa con alimentaciones artificiales de arena en la playa.

Los tramos más significativos de muros de "sacos apilados" se localizan entre el Hotel Kawama y Punta Arenas, y se construyeron desde finales de 1996. En abril de 1997 ya estaban estas obras bastante avanzadas.

15. Las anteriores "rehabilitaciones" de las dunas constituyen, de hecho, "muros rígidos", dentro de una clasificación de las obras marítimas. Con los apilamientos de estos sacos, hay una escasa capacidad de disipación de la energía del oleaje sobre-elevado durante los temporales y, en cambio, se favorece la reflexión de esta energía. Por ello, se podrían formular las siguientes preguntas:

- Aunque *puntualmente* se dan protecciones, hacia tierra adentro, ¿éstos apilamientos locales de sacos no provocarían barreras transversales de energía, con las elevaciones meteorológicas del nivel del mar, en situaciones de huracanes y de temporales?.
- ¿Qué consecuencias traerían tales barreras energéticas, puntualmente y en relación con el resto de la playa, aguas abajo, respecto a los oleajes del NW (hacia el Este), en esas situaciones inusitadas? ¿Habría reprofundizamientos locales, frentes a las actuaciones? ¿Se estaría ante erosiones remontantes, en la longitudinal (de W a E)? ¿Cuáles son los esquemas de comportamiento de estas actuaciones, conforme con una ingeniería costera clásica?.
- ¿Qué ha enseñado el seguimiento del comportamiento de estas intervenciones de ingeniería costera?.

En relación con el temporal del NW, del 3 - 4 de febrero de 1998, se puede describir lo siguiente, que, en muy buena medida, responde a las anteriores interrogaciones.

- Desde el Hotel Kawama, hacia el Oeste, los sacos quedaron al descubierto. Desapareció la arena superficial de recubrimiento. Los impactos paisajísticos se hicieron muy evidentes, en un entorno preferencial de industria turística de "sol y playa", de larga temporada (durante todo el año).
- Aguas abajo de los sacos, respecto a los oleajes del NW, en este sector del Hotel Kawama, la erosión se reforzó, como era de esperar, y afectó a viviendas y a edificaciones en general. Se apreciaron casos de edificaciones parcialmente "suspendidas en el aire", al faltarles el soporte de la duna erosionada, sobre la cual se construyeron. Se comprobó el efecto "remontante" de la erosión, a partir de los apilamientos de los sacos de arena. La protección puntual se hizo a expensa de los intereses de otros sectores de la Playa.

- En este mismo sector, la arena seca era relativamente más gruesa que la del resto de la playa, como una respuesta de haber estado sometida a una mayor energía del oleaje, del temporal en cuestión.
- Y por último, también en esta estación de observación, afloraba un callao de grandes bloques en la franja intermareal externa - inicio de la playa sumergida, como otras huellas indicativas de un escenario expuesto a erosión, que se llevó arenas de forma inusitada..

Y todo esto ocurrió con un temporal del NW “moderado”, de los que intervienen en los procesos y efectos de la acreción en la Playa de Varadero, como lo demuestra la presencia:

- de barras de transferencias de arenas, muy próximas a la orilla, y
- de cups,

durante las observaciones de la campaña del 25-2-1998, interpretadas conforme con una clasificación morfodinámica de playas arenosas.

¿Qué habría acontecido con un temporal del NW de “alta” energía erosiva, cuando “arde”, de verdad y espectacularmente, el Malecón de La Habana por el embate del oleaje? ¿Cuáles habrían sido entonces las respuestas de la Playa, a causa de las intervenciones antrópicas descritas?.

## 7. EJEMPLOS DE CÁLCULO DE CAPACIDADES DE CARGA HABITACIONAL.

Sea el litoral del Estado Aragua (Venezuela), y dentro de este, el núcleo poblacional de Choroni - Puerto Colombia.

Se admite que este núcleo poblacional actúa como residencia de base, de un turismo de excursiones diarias, que explota las playas de su entorno. Los turistas salen en peñeros hacia las playas de destino, desde Puerto Colombia.

Otras premisas de partida son:

- Los cálculos sólo se hacen considerando los siguientes escenarios: Playa de Cepe, Playa de Chuao, Playa Grande y Playa Uricaro.
- Se considera como óptimo una superficie de 10 metros cuadrados de playa por usuario.
- Se desprecia la incidencia de la población autóctona, sobre el total de usufructuarios del recurso playa,
- Se prohíbe las acampadas de los usufructuarios plusféricos, que procederían de Maracay.
- Y se estima que, en temporada alta, los visitantes plusféricos son, aproximadamente, unos dos mil.

Las playas, que intervienen en este ejemplo, tienen las siguientes dimensiones:

- Cepe:  $350 \times 30 \text{ m}^2 = 10\,500 \text{ m}^2$ , con lo que puede soportar unos 1 000 usuarios.
- Chuao:  $680 \times 50 \text{ m}^2 = 34\,500 \text{ m}^2$ , con lo que puede soportar unos 3 400 usuarios.
- Playa Grande:  $1\,200 \times 150 \text{ m}^2 = 180\,500 \text{ m}^2$ , con lo que puede soportar unos 18 000 usuarios.
- Uricaro:  $375 \times 50 \text{ m}^2 = 34\,000 \text{ m}^2$ , con lo que puede soportar unos 1 100 usuarios.

Conforme con los anteriores datos, el conjunto de las playas en cuestión aceptarían unos 23 500 usuarios. Si a estos se les restan los plusféricos, unos dos mil, los que pernocrarían en Choroni - Puerto Colombia, dentro de complejos residenciales turísticos, serían unos 21 500. Pero hay que tener presente que las

...camas del entorno, que pueden representar recursos de explotación turística, por sus buenas calidades, en algunas más.

...21 500 camas (la capacidad de carga habitacional según las dimensiones de los recursos a explotar), distribuirían en núcleos. En estos, en principio, conforme con reglamentaciones europeas, habría una plaza por cada 50 m<sup>2</sup> de parcela, lo que traduciría la necesidad de disponer, aproximadamente, de 1000075 m<sup>2</sup>. ¿Realmente se podría ocupar esa superficie?. El entorno geográfico se encuentra acorchetado por el Parque Nacional Henri Pittier, con todas las limitaciones que ello conlleva.

...Si se quisiera aprovechar el anterior número de potenciales turistas, y ante la falta de espacio físico apropiado, para aplicar, de forma óptima, los estándares, se plantearían las siguientes preguntas:

- ¿Se ocuparían reservas de biodiversidad, artísticas-urbanísticas y otras, violentando la legislación vigente (los decretos, por ejemplo)?
- ¿Se construirían, en el suelo urbanizable permitido, colmenas habitacionales (torres), que darían lugar a diazonismos en el contenido urbanístico-artístico de Choroni - Puerto Colombia, a la vez que aparecerían impactos significativos en el paisaje?. Se estaría frente a la ausencia de un razonable plan de desarrollo urbano, y se manifestaría una falta de sensibilidad por el paisaje, desde recorridos habituales y desde miradores. En definitiva, se destruiría parte de los encantos que atrae al turismo que deja divisas.
- ¿Qué otras soluciones habría?.

Actualmente, a diciembre de 1996, hay unas 642 camas hoteleras, ubicadas en confortables posadas, según el Estudio de Mercado de los Municipios de la Costa del Estado Aragua, realizado por Fundacite Aragua (1996).

A modo de referencia, cabe considerar que durante el periodo vacacional de Semana Santa de 1997, el lugar fue visitado por unos 20 000 - 40 000 temporalistas y turistas. El desvío en la estimación está en función de la fuente oficiosa de información.

La mayoría de estos temporalistas estaban en carpas (tiendas de campaña), instaladas en espacios inapropiados, por la ausencia de unas infraestructuras mínimas. Estos inadecuados habitáculos y sus ocupantes provocaban unas situaciones sanitarias negativas y ocasionaban serias molestias al turismo "caro", de las posadas de lujo. Por otro lado, no resultaría ético disminuir la presencia de estos temporalistas, mediante medidas discriminatorias, por ejemplo, con las "barreras" que supondrían unas tasas de acceso.



## CAPÍTULO 16

### LOS RIESGOS ANTROPOGENÉTICOS.

#### ESQUEMA:

1. Concepto de riesgos antropogenéticos.
2. Estado de la cuestión.
3. Análisis de algunos grandes riesgos antropogenéticos transfronterizos.
4. La "Hipótesis Gaia" y las actuaciones del Hombre.
5. Metodologías para resolver situaciones de riesgos.
6. Concepto y generalidades de planes de contingencia.

#### 1. CONCEPTO DE RIESGOS ANTROPOGENÉTICOS.

Un riesgo antropogenético se podría definir como cualquier proceso, con sus efectos, que tiene su origen en la presencia o en la actividad del hombre, y que causan:

- roturas en los equilibrios ecológicos,
- acentuación de los desequilibrios ecológicos, si los equilibrios estaban rotos, y
- peligrosidad para el propio hombre, repercutiendo fuertemente en sus intereses.

Dicho de otra forma, se trataría de la probabilidad de presentación de catástrofes significativas:

- ecológicas, o
- socioeconómicas,

de unas determinadas características, en dependencia con el hombre.

El conjunto de actividades antrópicas deberían tender:

- a no crear problemas en la Naturaleza, que más o menos, a la larga, supondrán serios riesgos para la calidad de vida del hombre,
- en lugar de buscar soluciones, que anulen, o que atenúen los riesgos dependientes de los problemas creados, o que se crean.

Esta manera de actuar sobre la Naturaleza (evitar problemas para que luego no se tenga que buscar sus soluciones) está de acuerdo con la filosofía procedimental de la Conferencia sobre la Tierra, celebrada bajo los auspicios de la Naciones Unidas, en Nueva York (junio de 1997).

En el mismo sentido que se le dio en relación con un riesgo natural, se entiende por peligrosidad la probabilidad de que, en una determinada área geográfica:

- sucedan daños ecológicos y/o en los bienes del hombre, y/o

- hayan víctimas humanas.

## 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN.

De acuerdo con Faucheux y Noël (1992), hasta finales de los años 60, las amenazas sobre el medio ambiente global de la Tierra se asociaban:

- con el agotamiento de los recursos naturales y, sobre todo,
- con la destrucción del Planeta, por las armas nucleares (el invierno nuclear).

Los riesgos, por contaminación, sólo tenían forma local. Afectaban, por ejemplo:

- a una cuenca hidrológica, o
- a una zona atmosférica determinada.

Los daños estaban muy localizados y generalmente podían ser reversibles, gracias a la aplicación de técnicas de descontaminación.

Desde los años 80, los riesgos antropogénicos han cambiado bruscamente de escala. Se ha pasado de riesgos locales o regionales a las grandes amenazas transfronterizas. Ahora, los grandes riesgos antropogénicos:

- tienen sus causas repartidas sobre la mayor parte del globo, tales como las emisiones artificiales de gas, producidas por la industria, por ejemplo, y
- sus consecuencias son soportadas por la totalidad de la biosfera, al margen de la localización geográfica y origen técnico de las perturbaciones.

Se admiten, normalmente, que los tres grandes riesgos transfronterizos, por las acciones del hombre, son:

- Las destrucciones de los bosques, a causa de la lluvia ácida.
- Los efectos de un aumento de las radiaciones ultravioletas sobre la superficie de la Tierra, por la disminución de la capa de ozono, principalmente por encima del Antártico.
- Y las consecuencias climáticas, por las alteraciones del "efecto invernadero", motivadas por los aumentos de gases dependientes del "desarrollismo".

Pero además, se pueden inventariar otra serie de riesgos antropogénicos, también transfronterizos, que podrían ocasionar grandes daños. Entre estos otros riesgos se encuentran:

- La "lluvia radiactiva", por accidentes en los reactores de las centrales nucleares eléctricas. Sirva de ejemplo el accidente de Chernobyl (Ucrania), ocurrido el 28 de abril de 1987, conforme con Tass (Agencia Oficial Rusa de Noticias).
- Las extensas nubes de humo por incendios provocados en densas masas boscosas, que se extienden sobre inmensas superficies. Sea el caso de los incendios acaecidos en Indonesia, en el verano-otoño de 1997, con sus efectos sanitarios y en el avance de la desertificación.
- Los grandes derrames de productos petrolíferos, por potenciales accidentes marítimos de los petroleros.
- Y la contaminación de las grandes cuencas hidrológicas, compartidas por varios estados, por las explotaciones mineras. Por ejemplo, la contaminación de mercurio en la Cuenca del Amazona, por la explotación del oro.

### 3. ANÁLISIS DE ALGUNOS GRANDES RIESGOS ANTROPOGENÉTICOS TRANSFRONTERIZOS.

Sucintamente, sólo se discuten las tres ya "tradicionales" grandes amenazas globales:

- las lluvias ácidas y la muerte de los bosques,
- los efectos de la disminución de la capa de ozono, y
- las alteraciones climáticas por el crecimiento del "efecto invernadero".

#### **a). Las lluvias ácidas y la muerte de los bosques.**

La expresión de "lluvias ácidas" designa, en sentido estricto, la acidificación de la atmósfera, debida a la acción del hombre. La acidificación resulta del incremento de las emisiones:

- de óxido de azufre,  $\text{SO}_2$ ,
- así como de óxidos de nitrógeno,  $\text{NO}_x$ , más concretamente,  $\text{NO}$  y  $\text{NO}_2$ .

Estos compuestos proceden, principalmente, de los combustibles fósiles (carbón, petróleo y, en menor medida, gas), que se utilizan:

- para la propulsión de vehículos (automóviles, aviones, ...),
- en las instalaciones de calefacción (doméstica o industrial),
- en las centrales térmicas, en las refinerías de petróleo, y
- en ciertas industrias que emplean hornos (tratamiento de minerales, siderurgia, cementeras, etc.).

La utilización de combustibles fósiles conlleva una emisión de azufre y de nitrógeno, que se oxida en la atmósfera, con lo que se obtienen sus anhídridos. Estos, en contacto con el agua, producen ácidos fuertes: el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).

Con la acidificación de la atmósfera, lo hace también el agua de lluvia. De esta manera, durante las precipitaciones de agua, el ácido sulfúrico y el ácido nítrico llegan y se depositan sobre el terreno y sobre los vegetales.

Dado que las nubes se desplazan con rapidez, estos fenómenos pueden detectarse bastante lejos del origen de la emisión. Se trata, en consecuencia, de una forma de contaminación a larga distancia.

Los riesgos de esta contaminación, en principio, serían:

- la acidificación de las aguas superficiales y de los acuíferos, y
- la muerte de los bosques.

Los síntomas visuales que permiten deducir que los bosques se mueren son:

- el amarilleo de agujas o de hojas, y
- las pérdidas de las mismas.

Para algunos autores, estos dos síntomas no guardan relación y, por lo tanto, se analizarían por separado. Por otra parte, las distribuciones geográficas, en algunos países europeos, del amarilleo y de la defoliación refuerzan la idea de una responsabilidad no necesariamente idéntica.

En los comienzos de los 80, se admitía que la causa de la muerte de los bosques estaba en la lluvia ácida. Se pensaba que el  $\text{SO}_2$  jugaba un papel primordial, mientras que el  $\text{NO}_x$  sólo intervenía de forma secundaria. No obstante, los investigadores discrepaban en cuanto a los mecanismos. La muerte se producía:

- para unos, a través del suelo, y
- para otros, a través de las hojas.

Alrededor de 1985, se formularon hipótesis, que atribuían:

- al ozono troposférico, y
- a los procesos foto-oxidantes,

un papel importante en la muerte de los bosques.

Se demostró, experimentalmente, que el ozono provocaba defoliaciones importantes en los abetos jóvenes. Este ozono tendría una acción necrosa sobre las hojas y la agujas. Sin embargo, se llegaron a resultados contradictorios, a partir de observaciones en bosques de Europa y de los Estados Unidos de América.

Este ozono troposférico tiene su origen en una serie de reacciones, en las que intervienen los óxidos de  $\text{NO}_x$  y los hidrocarburos existentes en la atmósfera.

En la actualidad, para explicar la muerte de los bosques:

1. Se abandonan los esquemas monocausales, entre otros:

- la acidificación de la lluvia, y
- el ozono troposférico,

que se consideran como factores de acentuación de los efectos, pero no como causas desencadenantes.

2. Y se aceptan las convergencias de causas más o menos determinantes, junto con unos condicionantes ambientales de contorno, tales como:

- la conjunción de accidentes climáticos, en especial los efectos de repetidas épocas de sequía,
- la pobreza de ciertos suelos,
- los agravamientos por la contaminación, y
- ciertas prácticas silvícolas: mala elección de especies y plantaciones demasiadas densas.

**b). Los efectos de la disminución de la capa de ozono.**

Los riesgos que supone la disminución de la capa de ozono, se analizan bajo dos enfoques:

- Los esquemas necesarios para comprender el problema y para buscar soluciones.
- Y los protocolos internacionales para evitar o mitigar esta destrucción.

*Esquemas necesarios para comprender el problema de la destrucción de la capa de ozono y para buscar soluciones.*

El ozono estratosférico desempeña un papel esencial en el medio ambiente, al absorber los rayos ultravioletas B y C, muy nocivos para la vida en la Tierra.

En el terreno teórico, la presencia del ozono, en las capas altas de la atmósfera, y su equilibrio natural, se explican, de entrada, como el resultado de un conjunto de reacciones químicas, en un ciclo cerrado, llamadas "Reacciones Chapman".

Las Reacciones Chapman se resumen como sigue:

- El mecanismo de creación de ozono comienza con la disociación, por el efecto de la radiación solar, de las moléculas de  $\text{O}_2$ .
- Los átomos de oxígeno, así creados, entran en colisión, en presencia de nitrógeno, con el oxígeno molecular  $\text{O}_2$ , para formar ozono  $\text{O}_3$ .

c). Este ozono puede verse fotodisociado, para dar lugar, de nuevo, a oxígeno atómico O y a oxígeno molecular  $O_2$ .

d). La interacción del ozono  $O_3$  y del oxígeno atómico O puede asimismo formar moléculas de oxígeno  $O_2$ . Y de esta forma, el ciclo queda cerrado.

De hecho, la teoría de Chapman es válida, sobre todo, para la capa atmosférica por encima de los 50 kilómetros de altitud.

En las altitudes que rebasan los 50 kilómetros, predominan los mecanismos fotoquímicos. En contraste, por debajo de los 30 kilómetros, se acepta que es la dinámica del aire la que influye, principalmente, en la distribución del ozono. En el intervalo de los 30 a los 50 kilómetros, la situación se complica, y lleva a controversias entre:

- químicos, partidarios de la fotoquímica, y
- meteorólogos, partidarios de la dinámica.

En las capas superiores de la atmósfera, se debería establecer un balance equilibrado de ozono, donde quedaran compensadas:

- la producción por radiación solar, y
- la destrucción.

La destrucción de ozono no se puede deber únicamente a las Reacciones de Chapman. Éstas, en efecto, explican la destrucción de un 15% a un 20% del ozono que se produce. Para alcanzar una explicación más satisfactoria, hay que recurrir a la participación de otros constituyentes, aunque sean muy minoritarios en la atmósfera (del orden de algunas millonésimas partes por millón), tales como:

- el metano  $CH_4$ ,
- el óxido nitroso  $N_2O$ ,
- el vapor de agua  $H_2O$ ,
- o el hidrógeno molecular  $H_2$ .

Los anteriores componentes hidrogenados y nitrogenados se ven sometidos a procesos de oxidación, entre los 20 y los 40 kilómetros de altitud, y se forman radicales de OH y de monóxido de nitrógeno NO, que intervienen, posteriormente, en los ciclos catalíticos de destrucción del ozono. En estos ciclos, los átomos de oxígeno libre O oxidan a los radicales OH y al NO, que pasan respectivamente a  $H_2O$  y a  $NO_2$ .

El  $H_2O$  y el  $NO_2$  se ven inmediatamente reducidos por el oxígeno atómico O, procedente de la destrucción del ozono, y se obtienen nuevamente los radicales OH y NO, más oxígeno molecular.

A altitudes entre los 35 y 45 kilómetros, se produce una destrucción del ozono, en torno a un 10% - 25%, que no se pueden explicar con los procedimientos descritos hasta ahora. Para comprender esta otra destrucción, se precisa de la entrada en juego de los constituyentes clorados, aún más minoritarios que los precedentes (del orden de dos partes por cada mil millones).

La destrucción del ozono, mediante la participación de los clorados, se ajusta, de forma sintética, a la siguiente serie de reacciones:

- Los clorados se disocian por efecto de la radiación solar, y se liberan átomos de cloro activo.
- Los cloros activos son rápidamente oxigenados por el ozono. Se producen óxido de cloro y  $O_2$ .
- El ClO tiene una corta vida y reacciona con átomos libres de oxígeno. El producto final es oxígeno molecular  $O_2$  y cloro activo, Cl, que puede engendrar una nueva destrucción de ozono.

En definitiva, se tiene un nuevo ciclo catalítico de destrucción del ozono, susceptible de hacerlo cinco veces más rápido que los ciclos de los constituyentes hidrogenados y nitrogenados, ya descritos.

Los compuestos clorados de la atmósfera pueden tener un doble origen:

- natural, y
- por las actividades del hombre.

Los compuestos clorados naturales proceden:

- de la actividad volcánica,
- de la masa acuosa de los océanos, y
- de la biosfera marina.

La biosfera marina representa la fuente natural más importante de cloro, para la estratosfera. Principalmente este cloro se presenta como cloruro de metilo y procede del fitoplancton y de las algas. Se estima que, desde esta fuente, se producen unas cinco toneladas por año de compuestos clorados, alcanzándose concentraciones de 0.6 miles de millonésimas de partes por millón.

Desde los inicios de los años cuarenta, aproximadamente, a todo esto, se le ha añadido la producción industrial de una familia particular de compuestos clorados: los clorofluorocarbonados, o CFC. Estos productos tienen una vida larga. Por ejemplo, desde 58 años para el CFC 11, a los 520 años para el CFC 115. Por este motivo, pueden llegar a la estratosfera, sin que se vean descompuestos.

Una vez que los clorados industriales alcanzan la estratosfera, se pueden descomponer por la radiación solar, y destruir, en ella, al ozono, de acuerdo con el esquema de destrucción catalítica, propia de los compuestos clorados.

Como consecuencia de la producción industrial de CFC, se ha observado, empíricamente, que se produce una aceleración en la destrucción del ozono estratosférico.

En la estratosfera del Antártico, la disminución es muy importante, entre un 60% y un 100%, según los casos. El efecto de este proceso se denomina "agujero en la capa de ozono".

La disminución del ozono se produce principalmente sobre la Antártida, durante la primavera austral, concretamente en el mes de octubre. Y ello se debe a la convergencia de una serie de circunstancias, favorables a la destrucción:

- Regreso del Sol, tras una larga noche del invierno austral. Y esto resulta necesario para las fotoreacciones, implicadas en la destrucción del ozono.
- El desarrollo de nubes estratosféricas polares, de cristales de hielo. Para que se formen estas nubes, se tienen que alcanzar temperaturas inferiores a los  $-80^{\circ}$  centígrados, explicables inmediatamente después de un prolongado invierno. La formación de tales nubes revela, además, y con toda evidencia, la existencia de procesos meteorológicos, obviamente dinámicos.
- Y la creación de un sólido vórtice polar: un torbellino que aísla las masas polares de aire del resto de la atmósfera.

En la superficie de los cristales, de las nubes estratosféricas, se pueden producir reacciones químicas heterogéneas, susceptibles de permitir concentraciones muy elevadas de ClO, que conllevan, con la presencia de la luz solar, a la rápida desaparición del ozono.

La configuración del "agujero" y su importancia dependen de las condiciones meteorológicas y, en particular:

- de la solidez del vórtice polar, y
- de la amplitud del descenso de la temperatura, que se produce en él.

Se detecta también una determinada variabilidad anual de la importancia del "agujero", ligada a una oscilación cuasi bienal, fenómeno cíclico, que tiene relación, entre otras cosas, con los vientos estratosféricos ecuatoriales. La influencia de este fenómeno tendería a reforzar el "agujero" en los años impares (1985, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995, 1997 y 1999, por ejemplo), y a disminuir en los pares.

Una cuestión aneja a lo anterior es, de entrada, la posibilidad de la existencia de una pérdida semejante de ozono, en la zona ártica. Las medidas llevadas a cabo, por diversas expediciones científicas, en los últimos años, han permitido descubrir perturbaciones químicas, análogas a las encontradas en el antártico. Se ha identificado un aumento sensible de la abundancia de cloro reactivo, en asociación con nubes estratosféricas polares. No obstante, la aparición de pérdidas de ozono, que condujeran a un auténtico "agujero" no podría darse en esta región, a causa de que los aumentos del contenido en cloro no se mantiene durante periodos suficientemente largos en un aire frío, aunque sí expuestos a la radiación solar. Todo ello está en dependencia, en una buena medida:

- con la fragilidad relativa del vórtice polar ártico, comparado con la solidez del opuesto, y
- a la disolución de este vórtice ártico, antes de la llegada de la luz solar.

La pérdida estacional del ozono estratosférico, sobre la Antártida, resulta tan importante que repercute, ciertamente, sobre el contenido total de ozono, del hemisferio austral. Pero quizás también sobre el del conjunto de la Tierra. Se sospecha de la existencia de una relación entre las pérdidas de ozono en los polos y la disminución global de éste.

En el intervalo de tiempo que va desde la época pre-industrial al pleno desarrollismo, el contenido en cloro de la atmósfera pasó de 0.6 ppm a 2 ppm. Cuando se rebasó la concentración de 3 ppm, se produjo el "agujero en la capa de ozono", sin que, en su momento, el hombre se percatara de ello. La concentración a comienzos de los años 90 superó las 3.4 ppm. Muy difícil resulta situar el próximo umbral, y prever los efectos nocivos sobre el ozono, con concentraciones bastantes elevadas, por ejemplo, por encima de las 5 ppm.

Los protocolos internacionales, al respecto:

- se basan en el concepto de potencial de destrucción del ozono (ODP: Ozono Depleting Potential), y
- combinan la duración de la vida de los CFC y el número de átomos de cloro, que ello implica,

para explicar así, de manera sintética, la "nocividad" para el ozono de cada CFC individual.

#### Protocolos internacionales para evitar o mitigar la destrucción de la capa de ozono, por las actividades del hombre.

Según la información recogida por Peterson (1994), desde 1977 a 1990, se registraban incrementos, conforme a una regresión lineal, de los CFC en la atmósfera. Pero a partir de 1991, la gráfica de las concentraciones globales, de estos compuestos, tiende a dibujar una curva asintótica a 280 ppt (partes por trillón). Se podría decir que se observa una estabilización en las concentraciones de uno de los agentes más destructivos del ozono, el de los CFC.

La estabilización es el resultado de los protocolos internacionales firmados al respecto, que han conseguido que el hombre controle sus actividades, en cuanto a la producción de CFC, sustituyéndolos por otros menos nocivos. Luego, parece que los protocolos referentes a la recuperación de la capa de ozono estratosférica aparentemente funcionan.

#### c). Las alteraciones climáticas por el crecimiento del "efecto invernadero".

Respecto a las alteraciones climáticas "actuales", se pueden desarrollar tres sub-epígrafes:

- Discusión general y enmarque del "efecto invernadero".

- Consecuencias de las alteraciones del “efecto invernadero”, por las actividades del hombre.
- Protocolos internacionales para evitar o mitigar el recalentamiento global y los cambios climáticos de origen antropogénico.

### Discusión general y enmarque del “efecto invernadero”.

Para una discusión de los cambios climáticos, tradicionalmente se admiten las siguientes premisas concatenadas:

1. El CO<sub>2</sub> y otros gases, como el metano, controlan, de hecho, el clima de la Tierra.
2. Estos compuestos actúan en la atmósfera de la misma forma que las paredes cristalizadas de un invernadero. Determinan, alrededor del Planeta, una “sombrija” que refleja, hacia la superficie terrestre, la energía solar que llegó, previamente, del exterior. Las consecuencias meteorológicas de esta energía “atrapada” se conoce como “efecto invernadero”.
3. El uso creciente de combustibles fósiles, por parte del hombre, y las actividades industriales han hecho que aumenten las concentraciones atmosféricas del CO<sub>2</sub> y de otros gases. El CO<sub>2</sub>, por ejemplo, ha pasado de 275 ppm, a finales del siglo XIX, a 311 ppm, ya en la época industrial. Ello ha determinado un recalentamiento del clima, una alteración del “efecto invernadero”
4. Si se continúa quemando, con mucha liberalidad, los combustibles fósiles, cuya base es el carbono, se haría subir la temperatura global de la Tierra, por encima de lo normal. Habría una “alteración” del “efecto invernadero”.

Según Faucheux y Noël (1992), Sykuro Manabe y Richard Wetherald calcularon, en 1967, sobre la base de las medidas conocidas hasta entonces, que una duplicación de la concentración de CO<sub>2</sub> provocaría una elevación de la temperatura media de la Tierra, del orden de +2.5° C. Para valorar estos cambios, conviene considerar que las diferencias de temperatura, que separan los periodos glaciares e interglaciares del Cuaternario no han sobrepasado los 6 ó 7 grados centígrados.

Para diversos autores, si se examinan conjuntamente:

- los contenidos de CO<sub>2</sub>, desde 1760, y
- las temperaturas, desde 1875,

se ponen de manifiesto varios rasgos de tendencias significativas:

- Ante todo, se confirma que el contenido de CO<sub>2</sub>, anterior a la Revolución Industrial era, efectivamente, de 275 ppm.
- Se deduce que la temperatura media estaba lejos de haber sido constante. Los datos muestran la existencia de fluctuaciones, en el interior de una variación de menos de un grado centígrado.
- Desde 1875 a 1940, se identifica una excelente correlación entre la elevación de temperatura y el crecimiento del contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.
- Pero que a partir de 1940, y a pesar de la continuación, a tasas además aceleradas del crecimiento de CO<sub>2</sub>, se observa que la temperatura disminuyó hasta 1960, para luego dar lugar a un aumento.

En cualquier caso, estos datos están lejos de ser representativos de la situación que dibuja el conjunto de la Tierra, porque conciernen, exclusivamente, poco más o menos, al Hemisferio Norte, el más desarrollado.

Si se remonta más en la Historia, se prueban, asimismo, las fluctuaciones de la temperatura. Se conocen los avances de los glaciares entre los siglos XII y XIII y, principalmente, durante el periodo de tiempo que ha sido llamado "la pequeña era glacial", entre 1550 y 1850, que se intercala entre climas más templados.

Para ir más lejos en el pasado, hay que buscar pruebas en los hielos de la Antártida. El hielo se ha acumulado allí durante milenios y permite, gracias al análisis de las burbujas atrapadas de aire, conocer cual era el contenido de CO<sub>2</sub>, desde hace 150 000 años. A lo largo de tal periodo, y como cabía prever, el contenido de CO<sub>2</sub> ha variado fuertemente. El valor mínimo, 200 ppm, se sitúa durante la última era glacial, hace 18 000 años, y el valor máximo no ha sobrepasado nunca geológicamente los 280 ppm. Y este valor máximo era el que existía prácticamente antes de la Revolución Industrial.

Si con un valor actual (1995), que ha rebasado las 345 ppm, la Tierra ya se encuentra fuera de los límites alcanzados por los datos históricos y geológicos del Cuaternario, ¿qué decir de las 600 ppm que prevén determinados modelos para fin de siglo?

Las variaciones de -6 ó -7 grados centígrados, en la temperatura, durante los periodos glaciares, se corresponden con los valores mínimos de CO<sub>2</sub>, y los máximos se correlacionan con los periodos más cálidos. Se deduce, claramente, una relación entre variaciones de temperatura y el contenido de CO<sub>2</sub>. Pero esta relación no dice nada, apriori, sobre el sentido de la causalidad. Cabe preguntarse:

- ¿Es la variación en la temperatura la que genera una variación en el contenido de CO<sub>2</sub> ?.
- ¿O es el contenido de CO<sub>2</sub> el que controla y regula la temperatura sobre la Tierra?

Se precisa hacer un balance de lo que realmente se sabe de la "dinámica" energética "superficial" de la Tierra, además de los registros discutidos, para poder contestar a las anteriores interrogaciones, dentro de un contexto que incluyan las alteraciones en el "efecto invernadero". A partir de Faucheux y Noël (1992) y de otros autores, se pueden hacer las siguientes formulaciones:

- La energía, que necesita la dinámica atmosférica de la Tierra, proviene del Sol. La dinámica atmósfera define y configura, entre otras cosas, el clima y las estaciones.
- La Tierra intercepta la radiación solar.
- Alrededor de un tercio de la energía interceptada es reflejada hacia el espacio, y el resto queda absorbida por los diferentes componentes del sistema climático (atmósfera, océanos, hielos, continentes y biosfera).
- A largo plazo, la energía absorbida debe verse necesariamente equilibrada, por la radiación que genera la Tierra y la atmósfera. Esta otra radiación toma elevadas longitudes de onda, que se sitúan en el infrarrojo.
- Dado que la radiación procedente de la Tierra está determinada por la temperatura del globo, esta última se ajustará, a fin de emitir exactamente la cantidad de radiación que equilibrara a la procedente del Sol.

El equilibrio de las radiaciones se puede modificar por la intervención de un número determinado de factores. Entre estos destacan dos:

1. La variación de la cantidad, o de la distribución, estacional de las radiaciones solares, que llegan a la Tierra. Aquí se encuentra, muy probablemente, la explicación de la aparición de las eras glaciares. Una teoría astronómica, en tal sentido, se basa en las variaciones de la posición, o de la inclinación, de la Tierra, en relación con el Sol.
2. Y el efecto invernadero. Aunque las radiaciones con ciertas longitudes de onda pasan a través de la atmósfera, sin verse sensiblemente atenuadas (aparte, como se ha demostrado, de las UV-B y de las UV-C. que son absorbidas por el ozono), las radiaciones de largas longitudes de onda (las infrarrojas), emitidas por la Tierra, son parcialmente absorbidas y remitidas hacia la superficie, por un cierto

número de gases, presentes en estado de trazas en la atmósfera. Estos gases, que producen el efecto invernadero, no representan a los mayoritarios de la atmósfera (nitrógeno y oxígeno). Están formados, principalmente:

- por vapor de agua (que genera la mayor parte de las contribuciones),
- por gas carbónico (con una participación también importante),
- por el metano,
- por los óxidos de nitrógeno,
- por el ozono troposférico y, desde los últimos años,
- por los clorofluorocarbonos (CFC), hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y sulfuros hexafluoruros.

De esta manera, la temperatura de la Tierra es, aproximadamente, 33 grados centígrados superior a la que existiría, si los gases, que son fuente natural del efecto invernadero, no estuvieran presentes.

Las anteriores formulaciones de circunstancias y dependencias conducen a admitir que el “aumento” del “efecto invernadero”, por las acciones del hombre, constituye el fenómeno que plantea problemas. Estos aumentos se dan cuando se rebasan las concentraciones naturales de los gases, que determinan tal efecto.

La no alteración del “efecto invernadero” supondría un equilibrio entre:

- producción y
- consumo de los gases implicados.

En lo que concierne al  $\text{CO}_2$ , una buena parte de los millones de toneladas, que se producen y que se vierten en el aire, se consumen en la biomasa vegetal, sobre todo por los procesos de fotosíntesis de los bosques tropicales. Estos desempeñan un papel fundamental en la mitigación de las alteraciones en el “efecto invernadero”. Los bosques tropicales son auténticos “sumideros” del gas carbónico.

Hay un conjunto de países que deberían reducir sus producciones de  $\text{CO}_2$ . Entre éstos, están:

Alemania	Australia	Austria	Bielorrusia	Bélgica
Bulgaria	Canadá	Rep. Checa	Dinamarca	España
Estonia	EEUU	Finlandia	Francia	Grecia
Hungría	Islandia	Irlanda	Italia	Japón
Letonia	Lituania	Luxemburgo	Holanda	Nueva Zelanda
Noruega	Polonia	Portugal	Reino Unido	Rumania
Rusia	Suecia	Suiza	Turquía	Ucrania

La tabla 16.1 recoge la participación, en la producción de  $\text{CO}_2$ , de algunos países significativos, durante el año 1990.

País	Millones de toneladas de CO <sub>2</sub> que vertieron en el aire durante 1990 (datos aproximativos).	Porcentajes en relación con el conjunto de países computados.
EEUU	5 228	31.84
China	3 006	18.30
Rusia	1 547	9.42
Japón	1 150	7.00
Alemania	884	5.38
India	803	4.89
Reino Unido	564	3.43
Canadá	470	2.86
Ucrania	430	2.62
Italia	423	2.58
Francia	362	2.19
Corea del Sur	353	2.15
Polonia	336	2.05
México	327	1.99
Sudáfrica	320	1.95
España	227	1.37
Totales	16 420	100.00

Tabla 16.1  
Participación de algunos países en la producción de CO<sub>2</sub>, a lo largo de 1990.  
A partir del El País (11-12-1997, página 31).

Resultan asimismo significativo un análisis de las aportaciones de gases a la atmósfera, desde las grandes empresas multinacionales. Sirva de ejemplo las aportaciones de una de estas: la de la Shell. Según Shell International (1997), las emisiones al aire, desde 1992 a 1996, por el Grupo Shell, evolucionaron de la siguiente manera:

a). Compuestos de volátiles orgánicos y de metano:

- alcanzaron sus máximos totales en 1993, superando las 2 500 000 toneladas,
- se estabilizaron durante 1994 y 1995, en torno a los 2 500 000 toneladas/año, y
- descendieron a unos 2 250 000 toneladas en 1996.

Estos gases procedían:

- principalmente de la explotación y producción del petróleo,
- a mucha distancia, de los productos del petróleo, y
- en cantidades relativamente pequeñas, del carbón, del gas y del sector químico.

b). Clorofluorurocarbonos y halógenos:

Las emisiones totales descendieron desde unas 200 toneladas/año a menos de 50 toneladas /año.

Hasta el año 1995, la fuente principal de los aportes estaba en el sector químico. En 1996, la principal causa de la contaminación se centraba en los productos del petróleo.

c). Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):

Las emisiones totales prácticamente se estabilizaron en torno a los 100 millones de toneladas/año, aunque un poco por encima durante los años 1992, 1993 y 1996.

Las aportaciones provenían, en algo más de un 50%, de los productos del petróleo. La otra fuente de contaminación estaba, a corta distancia, en la explotación y producción del petróleo. Muy por debajo, aunque en cantidades significativas, se encontraba el CO<sub>2</sub> procedente del sector químico. Las aportaciones desde el gas y el carbón eran mínimas.

d). Dióxido de sulfuro (SO<sub>2</sub>):

Se observa también un descenso de las emisiones totales, pasando de algo más de 400 000 toneladas/año, en 1992, a algo menos de esa cantidad, en 1996.

e). Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>):

En cambio, las emisiones de óxidos de nitrógeno aumentaron ligeramente, desde unas 225 000 toneladas/año, en 1992, a casi 240 000 toneladas/año, en 1996.

Tanto para los dióxidos de sulfuro como para los óxidos de nitrógeno, la fuente principal de la contaminación estaba en los productos del petróleo. Muy por debajo, se situaba la contaminación por la explotación y producción del petróleo. Cantidades relativamente muy pequeñas procedieron del sector químico. Y casi despreciables fueron las aportaciones desde el carbón y el gas.

Consecuencias de las alteraciones del "efecto invernadero", por las actividades del hombre.

Las modificaciones de los procesos climáticos, con sus efectos, dependen de tres variables, vinculadas al efecto invernadero:

- De la capacidad que tienen los gases de absorber la radiación infrarroja. Por ejemplo, el metano es 21 veces más "eficaz", por molécula, que el CO<sub>2</sub>.
- De la concentración actual y futura de los gases atmosféricos.
- Y de la duración de vida de estos gases. El CO<sub>2</sub>, los CFC y el NO<sub>x</sub> tienen largas duraciones de vida. Por lo contrario, los sustitutos de los CFC (HCFC) y el metano presentan cortas duraciones de vida.

Algunos modelos numéricos han permitido simular los cambios climáticos, a causa de las aportaciones de ciertos gases, por las actividades del hombre. Sus cálculos parten de una duplicación, hacia el año 2 030, en relación con los niveles pre-industriales, de las emisiones de gases, en términos de equivalentes de CO<sub>2</sub>, en cuanto a concentraciones y a eficacias (las masas de los gases se relacionan, en esos dos aspectos con las del CO<sub>2</sub>, que se toma como patrón).

Las estimaciones de las temperaturas globales medias, por aumentos antropogénicos de los gases en la atmósfera, se pueden resumir de la siguiente manera, a partir de Faucheux y Noël (1992):

- Un incremento en 1.8° C hacia el año 2 020, con un abanico que va de 1.3° a 2.5° centígrados.
- Un incremento en 3.5° C hacia el año 2 070, con un abanico entre 2.4° y 5.1° centígrados.
- Un incremento en 4.5° C hacia el año 2 100, con un abanico entre 3.0° y 6.5° centígrados.

De los anteriores autores, se obtienen las siguientes conclusiones, donde se evidencian riesgos de fuertes repercusiones:

1. Un recalentamiento global acarrearía, asimismo, a incrementar las precipitaciones y la evaporación en un 3% en el año 2 020, y en un 7% en el año 2 070. Los dos procesos provocarían un aumento de la probabilidad de presentación de inundaciones, en determinados escenarios geográficos, y el avance de la desertificación en otros.

2. En cuanto a los temporales-tempestades, sus regímenes podrían cambiar. Los ciclones tropicales, por ejemplo, se desarrollan cuando la temperatura de la superficie del mar supera los 26° centígrados. Cualquier aumento de la temperatura de la atmósfera terrestre incrementaría, a su vez, la superficie oceánica capaz de engendrar tales fenómenos. Pero este mismo efecto podría verse anulado por las modificaciones concomitantes de la estructura vertical de la atmósfera.
3. Para el año 2 030, y en relación con las anteriores estimaciones de las temperaturas globales medias, la elevación del nivel del mar, únicamente por las alteraciones del “efecto invernadero”, estaría entre 0.10 y 0.32 metros, con un valor bastante probable de 0.20 metros.
4. En la estimación de la elevación de 0.20 metros, a la expansión térmica del agua del océano le correspondería 0.12 metros. El deshielo terrestre sería responsable de la restante elevación (0.08 metros).
5. Hacia el año 2 070, la elevación esperada iría de 0.33 metros a 0.75 metros, con 0.45 metros como valor más probable.
6. Conviene subrayar que, aunque las concentraciones de los gases, que són fuentes del “efecto invernadero”, se estabilizaran en el año 2 030, el nivel del mar continuaría elevándose, hasta 0.23 metros suplementarios, durante bastantes años, e incluso siglos, como consecuencia de la inercias propias del clima, de los océanos y de los deshielos.
7. A más largo plazo todavía, si, por ejemplo, persistiera un recalentamiento de 4° centígrados, la mayor parte del casquete glaciario de Groenlandia desaparecería. Para ello, sería necesario algunos millares de años. Este casquete no volvería a formarse, ni aunque se regresara a las condiciones climáticas actuales.
8. El casquete glaciario del Oeste del Antártico contiene, ciertamente, un volumen de hielo suficiente como para que se eleve unos cinco metros el actual nivel global del mar. Pero no se espera que tenga lugar un deshielo neto del mismo, por recalentamiento del clima, en el curso del siglo XXI.
9. El potencial deshielo marino no es tenido en cuenta a la hora de analizar una eventual elevación del nivel del mar. Ello se debe a que los hielos marinos flotan en los océanos “como cubitos en un vaso de whisky”, y su deshielo no cambia la cantidad global de agua + hielo.

Otras, entre muchas, consecuencias “puntuales” de las alteraciones del “efecto invernadero” presumiblemente son:

- incrementos de las condiciones climatológicas extremas, como las de los huracanes o de las tormentas, que suelen llevar asociadas riadas e inundaciones.
- aumentos de los periodos de sequías,
- avance de la desertificación,
- salinización de grandes masas de agua,
- avances de las enfermedades tropicales, y
- reducción del rendimiento agrícola.

Para lograr la no alteración del efecto invernadero, se requiere la adopción de una serie de medidas, tales como:

- políticas estatales, que controlen la producción industrial,
- implemetaciones de costosas tecnologías, que sirvan para amortiguar la producción de desechos tóxicos,

- investigaciones y puesta a punto de nuevas fuentes energéticas, como la solar o la eólica,
- y campañas que procuren cambios de hábitos en los consumidores de los países industrializados.

Campañas sobre cambios de hábitos, en los consumidores, ya se han iniciado. Hasta ahora, se han incidido en los siguientes aspectos:

- El uso de la energía más limpia (eólica y/o solar).
- La elección correcta del vehículo particular de transporte. Quizás sea esta la decisión ambiental más importante, que pueda hacer el ciudadano de a pie. Habría que comprar automóviles eficientes en el gasto de combustible, lo cual, además, ahorra dinero.
- Uso de medios masivos de transporte, aprovechamiento de la capacidad de transporte de los automóviles particulares y empleo de la bicicleta.
- Y compra de aparatos que consuman el mínimo de energía, como las bombillas de luz fluorescente compacta. La vida útil de una de estas bombillas puede suponer un ahorro de hasta 80 kilogramos de carbón, en relación con la utilización de otra estándar, de 60 vatios.

Protocolos internacionales para evitar o mitigar el recalentamiento global y los cambios climáticos de origen antropogénico.

El antecedente que sobresale, en relación con este problema, está en la Cumbre de la Tierra de Río (1992). En esta Conferencia, se consideró, básicamente, en interdependencia:

- el cambio climático y
- la biodiversidad.

Respecto al cambio climático, únicamente se logró un vago compromiso, de los países firmantes, en reducir las emisiones de gases de "efecto invernadero":

- sin fijar fechas,
- ni cifras concretas.

Por estas imprecisiones, los acuerdos se convirtieron en "papel mojado". De hecho, la mayoría de los países desarrollados han seguido, desde entonces, sus emisiones "alegremente".

En estas fechas, se ha firmado el protocolo más significativo sobre los cambios climáticos. Su enmarque ha sido la Conferencia de Kyoto (Japón), celebrada entre el 1 y el 11 de diciembre de 1997. En realidad, estaba previsto que se concluyera el 10 de diciembre. La reunión se denominaba "Tercera Sesión, Conferencia de las Partes de la Convención de Naciones Unidas sobre el Cambio climático".

En la Convención de Kyoto, participaron unos 170 países, con delegaciones oficiales, organismos no gubernamentales (ONGs) y observadores.

El seguimiento de esta Conferencia se puede hacer bajo tres apartados:

- propuestas de los diferentes países, o grupos de países,
- documento final, y
- procedimientos posteriores:

**a). Propuestas.**

En esta Conferencia, se barajaron una serie de puntos alternativos de partida, para intentar la redacción de un Protocolo Internacional vinculante, que previniera y mitigara el recalentamiento global, por las

actividades del hombre. De esta manera, se evitarían y se amortiguarían los cambios que puedan incidir tanto en el clima como en el nivel del mar, a causa de los efectos del recalentamiento global antropogénico.

Estos puntos de arranque se pueden enunciar como siguen:

1). *Propuesta de acuerdo con el equilibrio producción-consumo de gases de efecto invernadero.*

Algunos países en desarrollo podrían justificar tasas de producción de gases de "efecto invernadero" según los equilibrios regionales de "producción-consumo" de los mismos. Los repartos de cuotas de producción de gas carbónico estarían en función de como participan los diferentes territorios en estos equilibrios.

Si se acepta que los diferentes países no deben alterar el "efecto invernadero", aquellos que posean significativos "sumideros" (que contengan importantes extensiones de bosques tropicales), tendrían más "tolerancia" o "permisibilidad" de producir CO<sub>2</sub>, en sus procesos de desarrollo. Estas serían las situaciones de Brasil y, a menor escala, de Venezuela. Todo lo contrario sucedería con países desarrollados, que han destruido sus bosques. Aquí se encontrarían, entre otros, los estados más significativos de Europa.

Pero ¿cuáles serían las implicaciones de los repartos de cuotas de producción de CO<sub>2</sub>, basados en estos criterios de equilibrio, en los países desarrollados, que producen grandes cantidades de gases por la actividad del hombre, y en donde sus "sumideros" son prácticamente nulos? ¿Se podría negociar una "solidaridad" para que los países desarrollados puedan tener cuotas de producción de CO<sub>2</sub>, a expensas de aquellos países menos desarrollados, pero que encierren importantes "sumideros"? ¿Se podría negociar esta "solidaridad" internacional de acuerdo con determinadas contrapartidas, o en nombre de pretéritas solidaridades históricas? ¿Se dieron esas solidaridades históricas? ¿O fue todo lo contrario, contrayéndose "deudas históricas"? ¿En qué sentido se dieron esas deudas? ¿En qué países está el "debe" y en qué otros países se encuentra el "haber"? ¿Cómo se ligarían las alteraciones del "efecto invernadero" por la producción de CO<sub>2</sub>, los desequilibrios socioeconómicos de los diferentes pueblos y los legados históricos entre países muy desarrollados, subdesarrollados o en vías de desarrollo? ¿Cómo llegar a compromisos internacionales para el reparto de "cantidades de producción de CO<sub>2</sub> conforme con los precedentes condicionantes e interrogantes? ¿Los acuerdos se basarían en la compra de "participaciones de producción de gases", por los países desarrollados, sin "sumideros compensatorios", a países con "sumideros en superávit", respecto a sus necesidades socioeconómicas? Esta compra-venta de participaciones para la producción de gases ¿cómo afectaría a los países en vías de desarrollo, sin sumideros significativos o nulos, y con bajas disponibilidades en divisas (países pobres)? ¿Se estaría, entonces, en conversaciones absolutamente inadmisibles, en uno u otro sentido? ¿O se llegarían a tópicos, escritos en "papel mojado", y continuaría la degradación del Ambiente, con todas sus consecuencias?

2). *Propuesta de los países que configuraron el denominado Grupo 77 (G-77).*

El grupo de países en vías de desarrollo y China, a pesar de estar exentos desde el Mandato de Berlín, han propuesto una disminución gradual de gases contaminantes. Sugieren que se debe llegar a un 7.5%, por debajo de los niveles de 1990, en el año 2005. Posteriormente, se alcanzaría el 15 %, en el año 2010. Y para el año 2020, se debería conseguir un 35% menos que en 1990. En la actualidad (1997), se produce un 7% más que en 1990.

Pusieron en manifiesto la necesidad de un compromiso fuerte, de los países responsables del origen del problema del cambio climático, por las intensas emisiones históricas, asociadas a sus desarrollos históricos.

3). *Propuesta latinoamericana.*

La recomendación más importante de América Latina la planteó Brasil, que propuso que los países que sobrepasasen el “techo” de emisión de gases pagasen “multas”.

El dinero proveniente de las sanciones serviría para crear el Fondo de Desarrollo Limpio (FDL), que investigaría tecnologías menos contaminantes, para adaptarlas en el futuro, principalmente en los países considerados actualmente como no desarrollados.

4). *Propuesta de algunos países de la OPEP.*

La adopción de un compromiso contra la emisión de gases, que alteren el “efecto invernadero”, tendrá implicaciones en las exportaciones de petróleo y de carbón, ya que habría una reducción significativa en la producción y en el consumo de tales combustibles, a nivel global.

Algunos países de la OPEP, cuyas economías descansan básicamente en la explotación del petróleo, intentaron lograr la inclusión de mecanismos de compensación, para indemnizarlos, si se produjeran las reducciones en el consumo de los combustibles fósiles.

5). *Propuestas de la Unión Europea.*

La postura europea se centraba en que todos los países del mismo nivel deben tener las mismas tasas de reducción de gases, que alteren el “efecto invernadero”.

Se encontrarían en el mismo nivel los Estados Unidos, la Unión Europea y Japón, que rebajarían sus emisiones en un 15%, por debajo de los niveles de 1990, en el año 2 010.

No obstante, dentro de una misma región, podría haber repartos compensatorios intracomunitarios de la carga de la reducción de las emisiones. Por ejemplo, dentro de la Unión Europea, podrían haber países, como España, que podrían aumentar su producción de gas carbónico, aunque el bloque, en conjunto descendiera su producción, en la tasa prevista. España, por ese reparto interno, aumentaría en un 17% la producción de gases, que repercutieran en el “efecto invernadero”.

6). *Propuestas de los Estados Unidos de América.*

Los países desarrollados disminuirían las producciones de CO<sub>2</sub>, pero con compromisos distintos. Entre los años 2 008 y 2 012, los Estados Unidos sólo estabilizarían sus emisiones de gases de “efecto invernadero” a los mismos niveles que tenían en 1990. El descenso de la tasa de producción global recaería, sobre todo, en Europa.

Los Estados Unidos advertían, por otra parte, que su estabilización suponía una importante participación en la lucha para reducir la producción de gases perjudiciales. Sin la estabilización, las emisiones de CO<sub>2</sub> se dispararían: aumentarían un 35% en el año 2 010, respecto a 1990.

Intentaban imponer que los países en desarrollo entraran, más o menos voluntariamente, en los planes de reducción de emisiones de gases nocivos. Esta postura se basaba en que hay países en desarrollo, como China y la India, que representan amenazas para el Ambiente, si no se comprometen a estabilizar sus emisiones gaseosas en breve.

Por último, defendían el comercio de emisiones (compra-venta de cupos de emisión de gases de “efecto invernadero”).

Mediante este “trueque económico”, un país, o una empresa, que no quiera, o no pueda reducir sus gases, en el plazo fijado, seguiría con sus emisiones si utiliza la ayuda de otros países, o empresas, que cederían parte de sus “derechos” de producción de gases. Los beneficiarios obtendrían unos “créditos”, que figurarían en la balanza como si ellos mismos estuvieran haciendo el esfuerzo.

La propuesta norteamericana se tendría que analizar desde una triple perspectiva:

- que la defiende un país que produce, en la actualidad, un 24% más de CO<sub>2</sub> , en relación con 1990,
- que su territorio nacional es el más contaminante de la Tierra, y
- que pretende sólo la estabilización “doméstica” de su producción, a pesar de representar un 4% de la población mundial.

En los últimos días de las negociaciones, los delegados de los Estados Unidos se mostraron más flexibles, en el reparto de cuotas de reducción, y aceptaban disminuir sus porcentajes de producción de gases.

7). *Propuesta japonesa.*

El país anfitrión propuso que, entre los años 2 008 y 2 012, los países desarrollados reduzcan sus emisiones, concretamente en un 5% por debajo de los niveles de 1990.

Sugieren, también, la venta de “bonos” de indulto, los cuales permitirán a un país, que no pueda controlar sus emisiones, comprar la cuota sobrante de otro país, que sí haya podido disminuir su cuota de emisiones gaseosas.

8). *Propuesta de los países insulares.*

Las pequeñas naciones insulares se creen que son las más amenazadas por el incremento del nivel del mar y por las tormentas. Por ello, quieren una reducción del 20%, con respecto a los niveles de 1990, para el año 2005.

9). *Propuesta del Comité de Todas las Partes.*

Este Comité, nacido en la propia Conferencia, propuso que la Unión Europea redujera sus emisiones de gases, con “efectos invernaderos”, en un 10%, Estados Unidos en un 5% y Japón en un 2.5%.

**b). Documento Final.**

El “*Documento Final*” se basó en una propuesta de compromiso, denominado “Documento Estrada”, que fue redactado por la Comisión de la Conferencia.

Los puntos básicos del Documento Final son los siguientes:

1. Casi todos los países asistentes reconocieron el hecho de que el calentamiento global de la atmósfera se produce, al menos en parte, por la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural).
2. Recogió un conjunto de compromisos vinculantes, tendentes a mitigar las alteraciones antropogénicas del cambio climático global.
3. Los gases de “efecto invernadero”, que verán limitadas sus producciones, corresponderán a seis compuestos:
  - dióxido de carbono,
  - metano,
  - óxido de azufre,
  - hidrofluorocarbonos (HFC<sub>s</sub>) ,
  - perfluorocarbonos (PFC<sub>s</sub>) y
  - sulfuros hexafluoruros (SF<sub>6</sub>).

En principio, sólo se querían incluir el dióxido de carbono, el metano y el óxido de azufre. Pero se amplió la lista a los seis gases reseñados, para permitir la flexibilización de las políticas en torno a los tres primeros, que son los más comunes. De esta manera, se hacen concesiones al sector industrial.

De todos los gases incluidos, y en relación con el "efecto invernadero", el dióxido de carbono es, sin lugar a dudas, el principal, en términos de cantidad. Las emisiones de gases, por la actividad del hombre, están constituidas, en un 83.5%, por este gas. El metano supone, aproximadamente, el 12% de estas emisiones antropogénicas, y el óxido nitroso alcanza un 4.5%. Los hidrofluorocarbonados, los perfluorocarbonados y los sulfuros hexafluoruros sólo llegan, de momento, y de forma global, a un 1% o 2%, en cantidad, pero van en aumento.

4. Se aceptó reducir a un 5.2% (promedio global) la emisión de los gases de "efecto invernadero", en relación con los niveles de 1990. A esta reducción se debe llegar entre los años 2 008 y 2 012.

Para algunos investigadores, los objetivos de la reducción de los gases de "efecto invernadero" no serían muy significativos, desde el punto de vista medioambiental, si no se alcanzan disminuciones globales netas de un 20%, en relación con el nivel de 1990.

5. Se asumió que los países significativamente industrializados soporten sólo el peso de las reducciones, por un hecho muy simple: son los responsables de la emisión del 60% de los gases de "efecto invernadero".

Quedó bien claro que los que más contaminan (los países desarrollados) son los que están obligados a fijar sus compromisos de reducción de emisiones.

Por los anteriores argumentos, los países en vías de desarrollo rehusaron cualquier acuerdo vinculante, y quedaron exentos del compromiso de reducir la producción de gases de "efecto invernadero". Sin embargo, aceptaron someterse a reducciones, en sus producciones de gases, una vez que los países "ricos" hayan efectuado las suyas.

6. El reparto de la carga colectiva, en la reducción, no se hará por igual, entre los distintos países desarrollados. Éstos contribuirán de forma diferente.
7. La mayor reducción, un 8 %, de emisión de gases corresponderá a la Unión Europea, a Suiza y a los países del centro y del oriente de Europa.

Las excepciones, en los escenarios geográficos del centro y del oriente de Europa serán:

- Croacia, que reducirá un 5%,
- Hungría, que se someterá a una reducción del 6%, y
- Polonia, con otra reducción del 6%.

8. Los Estados Unidos de América se comprometieron a una reducción del 7%.
9. En Japón y en Canadá recaerán una reducción del 6%.
10. Rusia, Nueva Zelanda y Ucrania estabilizarán sus producciones de gases (subirán a un 0%).
11. Australia, Noruega e Islandia podrán aumentar sus producciones de gases:
  - Australia en un 8%,
  - Noruega en un 1%, e
  - Islandia en un 10%.
12. Se admitió la compra-venta de cuotas o cupos de producción de gases contaminantes, aunque se acordó dejar en debate, hasta la Conferencia de Buenos Aires (a celebrar en noviembre de 1998):
  - los mecanismos y
  - la operatividad de este comercio de emisiones.
13. Se creó el Fondo de Desarrollo Limpio, que permitiría la puesta en marcha de medidas oportunas de ayuda, para que los países en desarrollo no contaminasen por emisión de gases.

Sin embargo, no se definieron, o precisaron:

- los países que aportarían los recursos económicos, y
- los mecanismos, o bajo que formas, llegarían los recursos y se administrara el fondo de ayuda.

Estos aspectos se abordarán en la próxima Conferencia.

A este Fondo irán a parar las antiguas acciones conjuntas al respecto, entre países desarrollados y en vías de desarrollo.

14. Quedan aspectos colaterales incontrolados, respecto a la producción de gases de “efecto invernadero”, que pueden hacer cambiar los resultados netos de las pretendidas reducciones. A estos aspectos colaterales se les denominan “agujeros”.

Según las estimaciones de los grupos ecologistas, las emisiones, a través de los “agujeros”, podrán suponer, para el año 2012, aportes colaterales de gases de “efecto invernadero” de un 15% a un 20%, respecto al nivel de 1990. Luego, el balance neto sería nulo, o se habrían incrementado los gases en cuestión en un 5%, en lugar de conseguir una reducción de estos en la atmósfera.

Aparte de los muchos agujeros pequeños, que podrían darse, los agujeros grandes serían:

- la compraventa de cuotas de emisiones,
- la contabilización de sumideros (bosques), y
- la exclusión, en la contabilización, de los gases que se producen los combustibles del transporte internacional aéreo y marítimo.

#### c). Procedimientos posteriores.

El Documento de Kyoto, que recoge los anteriores puntos, se ha depositado en las Naciones Unidas, para abrir el proceso de firma y de ratificación de las partes.

Ningún país podrá utilizarlo hasta que no sea fijado sus mecanismos, en la Conferencia de Buenos Aires (noviembre de 1998).

#### 4. LA “HIPÓTESIS GAIA” Y LAS ACTUACIONES DEL HOMBRE.

De acuerdo con la “Hipótesis Gaia”, de Lovelock (1992), la contaminación irresponsable, como la que produce la destrucción de la capa de ozono, podría llevar a la desaparición del “Hombre”, pero no a la de la “Vida” de la Tierra. En efecto, de esta “Hipótesis”, se pueden deducir las tres siguientes premisas, de carácter universal, que explican la anterior aseveración:

- Todo el Planeta constituye un “sistema” con identidad propia. Este “sistema” tiene un nivel de organización superior a las partes que lo integran.
- Todas las partes están inter-relacionadas, y dependen unas de otras.
- El “Hombre” podría ser un mero accidente, o anécdota, en la Historia de la Tierra. Si éste llegara a afectar al equilibrio de la Tierra, de una manera seria, con sus contaminaciones, el Planeta reaccionaría en su defensa, con la eliminación del Hombre.

Uno de los instrumentos para eliminar al Hombre podría estar en los efectos del llamado agujero en la capa de ozono. Y se da la paradoja que este agujero se crea, en muy buena parte, por la contaminación antrópica. Otros instrumentos de “exterminio” de la Humanidad se podrían encontrar, por ejemplo, en microorganismos, que pudieran hacer recordar, en cierta medida, al virus del SIDA, a la bacteria carnívora (primavera-verano de 1994), al virus Ébola (primavera de 1995, en el antiguo Zaire), etc..

Pero el Hombre no es totalmente insensato, como muchas veces se presupone. Y ante alarmas muy serias, en relación con su supervivencia, suelen funcionar los protocolos internacionales.

## 5. METODOLOGÍAS PARA RESOLVER SITUACIONES DE RIESGOS.

Tanto a partir de la detección de los problemas como de las actuaciones antrópicas al efecto, las soluciones, que resuelvan los problemas de riesgos, pueden seguir dos metodologías complementarias. Estas son:

- la investigación, a plazo fijo, y
- las actuaciones empíricas, para resolver, por vía urgente, las situaciones difíciles.

Entre estas metodologías, siempre deberían existir relaciones de equilibrio. En caso contrario, se alcanzan situaciones insostenibles, afrontados con unos instrumentos inoperantes.

Sea el caso, en concreto, de la destrucción de la capa de ozono estratosférico. Las predicciones de las evoluciones:

- - de la destrucción de esta capa en el tiempo, y
- de las concentraciones de los contaminantes causantes de la destrucción,

son aspectos que se precisan conocer para llegar a la solución de este problema, y así, eliminar los riesgos que suponen. Pero no se obtendrían resultados positivos, antes de que sea demasiado tarde, si no se toman, o se hubieran tomado, decisiones empíricas, de forma inmediata.

En el ejemplo de una hipotética desaparición de las selvas amazónicas, “la formulación de un modelo científico, capaz de predecir adecuadamente el clima de la región, cuando no haya árboles, daría una respuesta cuando los árboles ya habrían desaparecido” (Lovelock, 1992). Se requieren actuaciones empíricas y urgentes, para que no hayan sorpresas irreversibles en relación con estos problemas ambientales, a escala planetaria.

Según Lovelock (1992), se debe adoptar el procedimiento de los hombres de épocas pasadas. Estos, cuando se enfrentaban a desastres recurrentes, utilizaban el sentido común y probaban el empirismo. Por ejemplo, y también a partir del anterior autor, “los romanos sabían que vivir sobre terrenos pantanosos no era muy saludable. Ellos creían que la enfermedad surgía del mal olor del aire, así que drenaron los terrenos y la enfermedad, la malaria, desapareció. Si en lugar de haber actuado de esta manera hubieran invertido en entomología y microbiología, con el tiempo habrían descubierto el parásito de la malaria, y que esa enfermedad la transmitían los mosquitos (la plaga). Pero antes muchas más personas habrían muerto, o se habrían quedado incapacitadas, para acabar emprendiendo idéntica solución: drenar el terreno”. Esta filosofía de procedimiento es válida, pero, sin embargo, no hay que llegar a posicionamientos extremistas. Al empirismo le debe seguir estudios de investigación, y viceversa, y entre ellas, se deben establecer retro-alimentaciones.

## 6. CONCEPTO Y GENERALIDADES DE PLANES DE CONTINGENCIA.

Se entiende por *planes de contingencia* al conjunto de medidas mitigantes de impactos negativos, a gran escala, de graves consecuencias:

- tanto ambientales
- como para la salud,

con posibles fuertes repercusiones socioeconómicas, producidas por la materialización de riesgos, aparentemente muy controlados. En definitiva, consiste en medidas a tomar, previstas y adecuadas, que disminuyan, en la medida de lo posible, los impactos negativos, en un medio natural o en un medio ambiente.

Estos planes se referirán a teóricos riesgos estadísticos, de baja probabilidad de presentación, por las medidas de seguridad de las instalaciones implicadas, pero que no quita que puedan ocurrir en un momento dado por fallos mecánicos imprevistos, o por errores humanos.

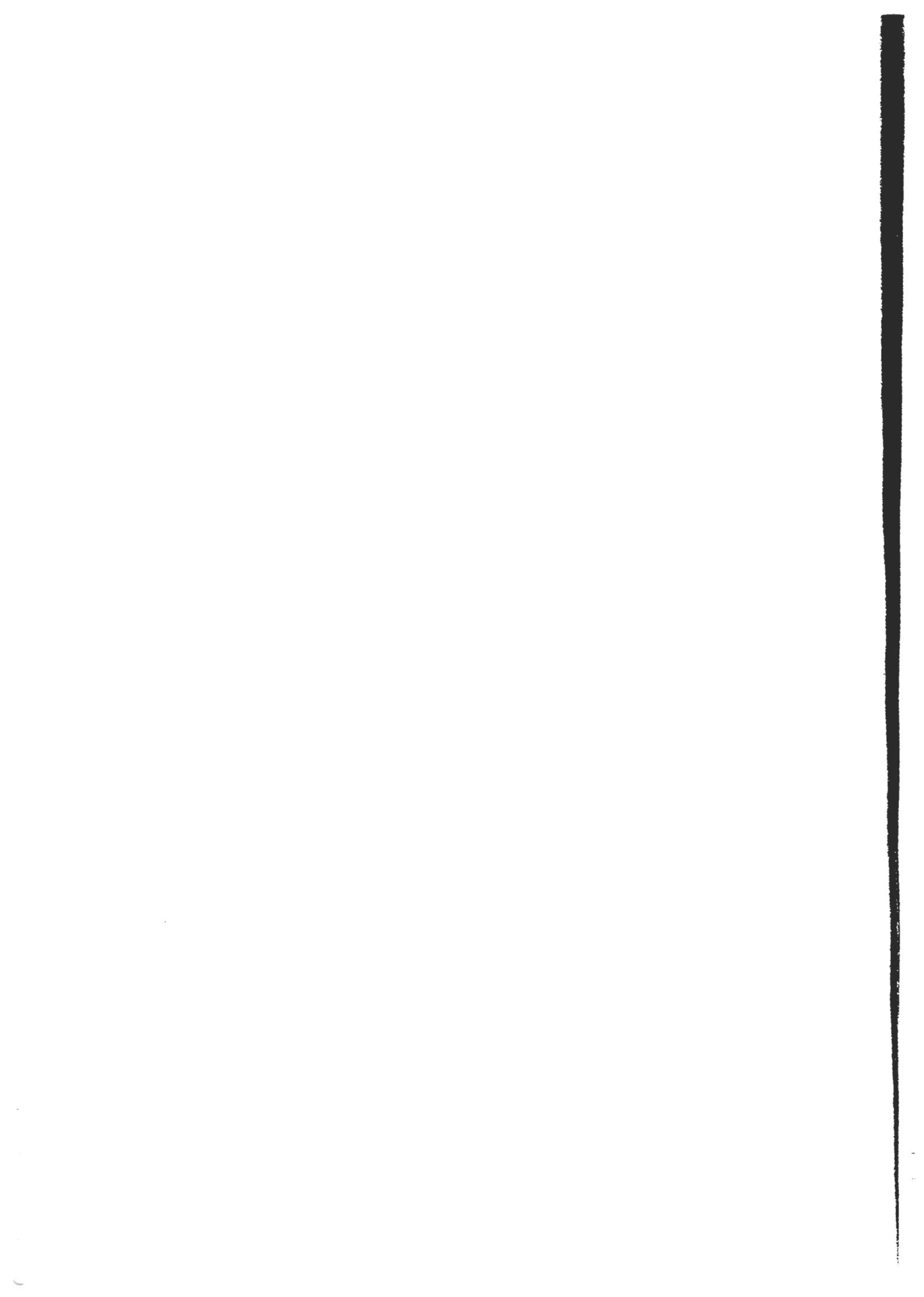
No se trata de la mitigación de los impactos negativos habituales, que llevan implícitos la realización de determinadas actuaciones del hombre, por la realización de proyectos de desarrollo sustentables o no.

Los planes de contingencia serán propios:

- de los tipos de accidentes, y
- de los entornos que se puedan ver afectados.

Como ejemplo de estos planes, se podrían citar los referentes:

- a derrames de crudos,
- a accidentes de escape de radiactividad en centrales nucleares,
- a escapes de nubes tóxicas de la industria petroquímica,
- a inundaciones por desplomes de muros de contención de presas,
- etc..



## CAPÍTULO 17

### ESTUDIO DE UN EJEMPLO DE RIESGO ANTROPOGENÉTICO DOMÉSTICO: LOS DERRAMES DE PETRÓLEO Y SUS PLANES DE CONTINGENCIAS.

#### ESQUEMA:

1. Conceptos básicos.
2. Los planes de acción, frente a accidentes en tierra.
3. Las manchas de petróleo y sus contaminaciones en el mar adentro y en las costas. Técnicas de contingencias.
4. Estudio de áreas sensibles a impactos por derrames en el mar de productos petrolíferos duros: Esquema para el caso del litoral de la Isla de Gran Canaria (España).
5. Criterios a considerar en las redacciones de los planes de contingencias, ante derrames de petróleo en el mar.
6. Clasificación de los planes de contingencias para hacer frente a los derrames de petróleo en el mar.
7. Modelo de esquema organizativo de planes de contingencias, de una compañía petrolera, para situaciones de mareas negras, por accidentes en instalaciones terrestres, por derrames de petróleo desde tanqueros y por reventones costafuera.
8. Plan Nacional de Contingencias de la Dirección General de la Marina Mercante, para mitigar los impactos de contaminación marina, procedentes de accidentes de buques.

#### 1. CONCEPTOS BÁSICOS.

Bajo este epígrafe, se desarrollan los conceptos básicos, con algunas de sus generalidades, en relación:

- con el contexto geológico del petróleo,
- con la naturaleza de los crudos y de sus refinados,
- con los accidentes del transporte del petróleo en el mar, y
- con las sensibilidades ecológicas, ante accidentes en donde se implique el petróleo.

Desde un marco geológico, el petróleo es una roca sedimentaria, constituida por hidrocarburos, independientemente del estado físico en que estén:

- gaseoso: gas natural,
- líquido: petróleo en sentido estricto, o
- sólido: asfaltos.

En cuanto al origen del petróleo, tradicionalmente se jugó con dos hipótesis contradictorias:

- origen inorgánico, y
- origen orgánico.

La hipótesis del origen inorgánico se basa en las siguientes pruebas:

- En el laboratorio, se ha llegado a sintetizar carburos minerales, a partir de materia inorgánica.
- Se ha podido sintetizar hidrocarburos verdaderos a partir de carburos minerales.
- Se han encontrado hidrocarburos en los meteoritos.
- Hay metano entre los gases desprendidos por los volcanes.

La hipótesis del origen orgánico del petróleo se apoya en esta otra serie de argumentos y pruebas:

- Para formar carburos minerales, se necesita gran cantidad de metales alcalinos, en estado metálico, y este requerimiento no se da en la Naturaleza.
- En la síntesis del petróleo, se precisan reacciones a altas temperaturas, de 500° C a 1 000° C. Y en los petróleos naturales hay compuestos que se descomponen a esas temperaturas, como las porfirinas, que no pueden superar los 200° C.
- En el petróleo natural, se encuentran bacterias, propias de medios ricos en materia orgánica.
- Hay observaciones directas de la formación del petróleo, a partir de materia orgánica.

Admitido el origen orgánico, se planteó una polémica en cuanto si los organismos, formadores del petróleo, eran animales o vegetales. Los defensores del origen animal argumentaban que en el hígado de muchos peces hay compuestos análogos al de los petróleos. Los que apostaban por el origen vegetal, indicaban que en las zonas pantanosas, en donde se acumulan grandes cantidades de restos vegetales, se desprenden hidrocarburos, por ejemplo, el metano.

Cuando se observó la formación del petróleo, se llegó a la conclusión de que los organismos formadores son tanto vegetales como animales, pero unicelulares. Pueden recordar, en mucho, al plancton. El petróleo, que se explota en la actualidad, estaría relacionado con aquellas zonas y condiciones pretéritas, que favorecían a las grandes deposiciones de plancton.

En casos excepcionales, el petróleo procedería de los vegetales o animales superiores. Esto explica que el gas natural se pueda encontrar en los yacimientos de carbón.

Las condiciones geológicas de contorno, para la formación "rentable" de petróleo, son:

- Enterramiento, mediante un depósito simultáneo de un material impermeable (arcillas, limos, margas, micritas y cualquier sedimento que presente una fracción arcilla significativa). Con la sedimentación simultánea, se aíslan los restos orgánicos de la superficie. De esta manera, se evitan los procesos de putrefacción, y se propician las transformaciones a hidrocarburos. Se llaman rocas madres aquellas donde se deposita la materia orgánica, que pasará a petróleo.
- Transformación de la materia orgánica a hidrocarburo. La transformación tiene lugar, en un medio reductor, por la acción de las bacterias y con los incrementos de la presión y de la temperatura, que concurren en los procesos de diagénesis.
- Emigración. Si el petróleo se quedara dentro de la roca madre, las cantidades de hidrocarburos no serían rentables. El petróleo emigra cuando la roca madre tiende a compactarse, por un aumento de la presión. La emigración puede ser ascendente, descendente o lateral, y cesa cuando llega el hidrocarburo a una roca porosa y permeable, que recibe el nombre de roca almacén.

Las rocas almacenes pueden ser:

- a). arenas y areniscas,

- b). calizas porosas (intraesparita, oosparita y bioesparita), y
- c). cualquier tipo de roca compacta, que tenga una porosidad secundaria debida a una fracturación interna.

- Acumulaciones preferenciales, en zonas puntuales de la roca almacén. Estas zonas se denominan trampas.

- E impedimentos al escape de los hidrocarburos, para que queden en las trampas. Se llama roca cierre a aquella roca impermeable que cubre, o cierra, a una trampa.

La composición química del petróleo corresponde, fundamentalmente, a hidrocarburos:

- saturados,
- cíclicos, y/o
- aromáticos.

Los hidrocarburos saturados se ajustan a la fórmula  $C_nH_{2n+2}$ . Como ejemplos, están los principales constituyentes del gas natural: el metano, el etano, el propano y el butano. Entre los líquidos, están las parafinas.

Los hidrocarburos cíclicos tienen la fórmula  $C_nH_{2n}$ . Por ejemplo, los naftenos

Y los hidrocarburos aromáticos forman cadenas, en las que entran un anillo de benceno.

Un crudo de petróleo está formado, en términos generales, por:

- parafinas (20%),
- naftenos (50%),
- aromáticos (< 20%), y
- asfaltenos (0 - 20%).

En realidad, hay una gran variedad de petróleos, con sus composiciones bien delimitadas, que determinan sus grados en api (según el Instituto Americano del Petróleo).

En una torre de destilación y de refino, a partir de un crudo, se obtiene, “grosso modo”, la siguiente secuencia de productos petroleros (de más livianos a más pesados), correspondientes a temperaturas cada vez más elevadas:

- gases incondensables,
- butano y propano,
- gasolina de avión,
- gasolina de auto,
- keroseno,
- diesel o fuel-oil,
- petróleo refinado,
- aceite de engrase,
- parafinas, y
- asfalto.

En función del lugar que ocupe un refinado en la cadena de destilación, cambian los porcentajes de los compuestos principales. Sirvan los siguientes ejemplos:

*Gasolina:*

- 50% de parafinas,
- 40% de naftenos y
- 10% de aromáticos.

*Keroseno:*

- 35% de parafinas,
- 50% de naftenos y
- 15% de aromáticos.

*Diesel:*

- 30% de parafinas,
- 15% de naftenos y
- 25% de aromáticos.

*Petróleo típico:*

- 10% de parafinas,
- 45% de naftenos,
- 25% de aromáticos y
- 20% de compuestos de NSO<sub>5</sub>.

Según Shell España (comunicación personal), se entiende por accidente en el mar todo:

- percance de un buque,
- derrame ocurrido o posible del cargamento de productos petrolíferos o químicos en general, u
- otro tipo de incidente,

que afecten:a cualquier barco:

- propiedad o contratado por la Compañía,
- o que transporte un cargamento de la Compañía,
- o que se encuentre amarrado en una terminal marina propiedad u operada por la Compañía,

que pongan en riesgo:

- al barco,
- al cargamento,
- a la terminal, o
- al medio ambiente,

y que pueda potencialmente atraer la atención de los medios de comunicación y/o que afecten a otros intereses.

Se entiende por sensibilidades las respuestas:

- de los biotopos,
- de los componentes de la biocenosis de esos biotopos,
- de los contenidos socioeconómicos y
- de las presiones ambientales que soportan una unidad territorial ambiental.

ante una perturbación contaminante determinada, como puede ser una mancha de petróleo por accidente.

Esto quiere decir que las sensibilidades existen en cuanto:

- hayan unos contenidos determinados (abióticos o bióticos) que se puedan afectar, y
- concurren unos factores concretos contaminantes. que puedan afectar a esos contenidos.

Como regla práctica, las definiciones de las áreas de sensibilidades, ecológicas o en sentido amplio, siempre deben responder a las dos siguientes interrogaciones:

- ¿por qué?,
- ¿a qué?.

De forma muy general, y a causa de derrames de petróleo, se pueden enumerar los siguientes daños sobre la Naturaleza:

- perturbaciones en las calidades de los biotopos,
- muerte total o parcial, o perjuicios, en las biocenosis,
- pérdidas de recursos, e
- hipotecamiento de recursos.

De todo lo anterior, se deduce que las cartografías de sensibilidades pueden ser diversas para un mismo escenario geográfico. Habrán tantas cartografías al respecto como componentes de ese escenario, que se puedan afectar ante un abanico de perturbaciones contaminantes determinadas.

Las sensibilidades se podrían clasificar de la siguiente manera:

- bajas,
- moderadas,
- severas y
- críticas.

Una sensibilidad baja sería aquella:

- En la que los elementos ecológicos afectados se recuperan en poco tiempo, a partir del cese de la perturbación (mancha de petróleo, por ejemplo), sin la necesidad de la intervención del hombre. Este tiempo corto no debe superar a un año.
- O cuando los daños a los contenidos industriales, agrícolas, culturales y arquitectónicos, entre otras intereses del hombre, son de bajo coste económico.

Una sensibilidad moderada define:

- A perturbaciones ecológicas de poca magnitud, pero donde la recuperación de los elementos afectados es larga, de varios lustros, una vez que cesan las causas.
- O a daños en los intereses del hombre que ocasionan conflictos sociales, pero que se pueden mitigar o resolver con las respuestas de las administraciones públicas, a distintos niveles.

Una sensibilidad severa traduce:

- Que los elementos ecológicos afectados muy difícilmente vuelven a sus condiciones iniciales, de forma natural. Se requiere, a menudo, la adopción y puesta en práctica de medidas correctoras, o de restauración.
- O que los daños en los intereses del hombre son sumamente costosos. Representan fuertes cargas económicas a las administraciones públicas, en las restauraciones de las condiciones iniciales..

Y una sensibilidad crítica implica:

- Que los elementos ecológicos afectados no pueden volver a sus condiciones iniciales, y desaparecen, aunque intervengan medidas correctoras o de restauración.

- O que los intereses del hombre queden prácticamente hipotecados para siempre, aunque se dispongan de fuertes ayudas económicas, para las restauraciones de las condiciones iniciales..

## 2. LOS PLANES DE ACCIÓN FRENTE A ACCIDENTES EN TIERRA.

Para los escenarios geográficos de tierra, los planes de contingencias partirán del desarrollo de la siguiente secuencia procedimental, respecto a los riesgos de accidentes:

1. Identificación y delimitación de las áreas de sensibilidades ecológicas, en relación:
  - con un uso determinado (en este caso, con la explotación, distribución y comercialización de productos petroleros), y
  - con las características propias y “únicas” de cada territorio.
2. Identificación y delimitación de las áreas de riesgos, por contener infraestructuras de explotación, de producción y de transporte de productos petroleros.
3. Y definición de las fases operativas, válidas y propias de cada área de riesgo.

Una fase operativa conlleva el establecimiento de planes de acción.

Se entiende por “*planes de acción*” aquellas operaciones:

- de respuestas rápidas y pragmáticas (efectivas), para controlar, de inmediato, un accidente dado,
- y que las puedan aplicar los “operadores de campo” (por ejemplo, los operadores del transporte de hidrocarburos), sin tener que hacer consultas previas.

Los planes de acción se pueden considerar como “guías”, como “manuales” sencillos o como “botiquines de urgencia”, en las situaciones inusitadas, que determinan los accidentes. Suponen, además, que se llegue a “pagos mínimos”, en caso de darse esas situaciones.

Los operadores de campo estarán adecuadamente adiestrados para que asuman, de forma autónoma, la toma adecuada de decisiones. Sus responsabilidades son muy grandes, ya que de sus actuaciones, muy puntuales, dependerán que los efectos del accidente:

- repercutan o no, o
- que lo hagan de forma mitigada,

en áreas más extensas, que pueden contener componentes de gran valor:

- ecológico,
- social y/o
- económico.

Inmediatamente posterior a los planes de acción, pero dentro del marco de los planes de contingencias, entran en juego otras fases de actuaciones, previamente diseñadas:

- según determinadas pautas filosóficas ambientalistas, y
- conforme con una jerarquización de responsables.

Entre estas actuaciones, se encuentran las siguientes:

1. Las acciones propias de la seguridad industrial, tales como servicios médicos de urgencia y servicios de ambulancias.
2. Las coordinaciones entre las empresas petroleras implicadas y las autoridades de Protección Civil, a distintos niveles administrativos.
3. Los modelos de actuación, según las variables (las condiciones cambiantes), que puedan concurrir, como:
  - las meteorológicas y
  - el producto petrolero interviniente (crudos, fuel-oil, keroseno, gasolina, etc.).

Por ejemplo:

- No provocarían los mismos impactos los derrames en un cauce seco o en un río.
- Y serían distintos los efectos sobre la vida conforme con el producto derramado.

Un derrame de gasolina significaría un exterminio de la vida, mientras el vertido de productos más pesados del petróleo determinarían presiones ambientales muy fuertes, con repercusiones intensas en la calidad de vida, pero sin llegar a sesgarla en su totalidad.

4. Las actuaciones:
  - de mitigación de los impactos negativos producidos, y
  - de restauración del ambiente.
5. Y las actuaciones informativas, para transmitir al ciudadano la sensación:
  - de tranquilidad, y
  - de que se actúa en mitigar, o anular, los desastres ecológicos, sanitarios y sobre los bienes del hombre.

### 3. LAS MANCHAS DE PETRÓLEO Y SUS CONTAMINACIONES EN EL MAR ADENTRO Y EN LAS COSTAS. TÉCNICAS DE CONTINGENCIAS.

Las ideas matrices, en el desarrollo de este epígrafe, se toman de The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd (1987). A partir de sus autores, se adopta el siguiente esquema secuencial:

- Introducción: Los aportes de hidrocarburos al mar y sus situaciones intrínsecas y de contorno.
- Los impactos por derrames de petróleo en el mar adentro y en las costas.
- Contención y recuperación de derrames de petróleo.
- Y el uso de dispersantes.

#### **a). Introducción: Los aportes de hidrocarburos al mar y sus situaciones intrínsecas y de contorno.**

Los hidrocarburos llegan al mar:

- por procesos naturales, y
- por la actividad del hombre.

Las fuentes naturales se asocian:

- A filtraciones en regiones de actividad tectónica, en los márgenes oceánicos.

- Y a los procesos de erosión de rocas sedimentarias y metamórficas con hidrocarburos (pizarras bituminosas, por ejemplo). Los hidrocarburos se “liberan” y son transportados por los ríos hasta sus desembocaduras marinas.

Los hidrocarburos de las actividades del hombre proceden, principalmente:

- de accidentes, limpiezas y des-lastres de tanqueros,
- de reventones costafuera,
- de los desechos domésticos urbanos, y
- de los residuos industriales.

En total, se estima que el conjunto de estos aportes pueden representar unos 3.2 millones de toneladas métricas al año. Las aportaciones parciales se cuantifican en la tabla 17.1.

Procedencia	Porcentaje (sobre 3.2 millones de Tm al año)
Residuos urbanos e industriales	37 %
Operaciones rutinarias de embarcaciones (carga, descarga y abastecimiento de combustible)	33 %
Accidentes de tanqueros	12 %
En relación con lluvias y con la atmósfera en general, en dependencia con los escapes de los vehículos terrestres	09 %
Fuentes naturales	07 %
Explotación y producción	02 %

Tabla 17.1  
Cuantificación de las diferentes aportaciones de hidrocarburos, que llegan al mar.

A pesar de la introducción de muchas miles de toneladas de hidrocarburos a los océanos, existen pocas evidencias de una acumulación de sus productos en el mar. Se podría admitir que el ambiente marino es capaz de asimilar a los hidrocarburos. Con todo, ciertos derrames de hidrocarburos accidentales pueden suponer presiones ambientales, locales o regionales, no asumibles, con serios efectos en las calidades y en los equilibrios ecológicos de las áreas geográficas afectadas.

Cuando un hidrocarburo se derrama en el mar, éste sufre una serie de cambios físicos y químicos. Estos cambios pueden hacer:

- que el hidrocarburo desaparezca de la superficie del mar, o
- que persista, aunque transformado física o químicamente.

Entre los hidrocarburos no persistentes, que tienden a desaparecer rápidamente de la superficie del mar, se encuentran:

- la gasolina,
- el nafta,
- el keroseno y
- el diesel.

Los hidrocarburos persistentes se disipan más lentamente. Entre estos están la mayoría de los crudos y los productos refinados pesados, como los aceites combustibles.

El periodo de persistencia de un hidrocarburo en el mar depende, entre otras, de las siguientes variables:

- características físicas y químicas iniciales del hidrocarburo,
- cantidad del derrame, o de la aportación en general,
- condiciones climáticas,
- condiciones prevalecientes del mar, y
- dinámica de la mancha (si permanece en el mar o si es arrastrada hacia la orilla).

Las principales propiedades físicas, que afectan al comportamiento de un hidrocarburo derramado en el mar, son:

- la gravedad específica,
- las características de la destilación,
- la viscosidad, y
- el punto de fluidez,

como se recogen en The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd. (1987), pag. Y.5.

Los cambios físicos y químicos (*curtido por la intemperie*), que afectan a un hidrocarburo derramado son:

- esparcimiento,
- evaporación,
- dispersión,
- emulsificación,
- disolución,
- oxidación,
- sedimentación y atrapamiento,
- biodegradación, y
- procesos combinados.

El conocimiento de estos cambios, y sus interacciones, resultan básicos:

- en la predicción del movimiento de una mancha, y
- en la preparación e implementación de los planes de contingencias, para la reacción ante un derrame.

Las predicciones de los movimientos de una mancha, desde una posición conocida, sólo se podrá lograr si se dispone de la adecuada información sobre los vientos y las corrientes en el agua del mar. A menudo, en los modelos matemáticos y numéricos, sobre la dinámica de las manchas, se tienen presente los procesos de curtido.

Las fiabilidades de los distintos modelos, independientemente de sus métodos de obtención, son relativas. Por eso, la predicción del movimiento y del destino de las manchas de hidrocarburos, en el mar, deben ser verificadas mediante la vigilancia regular, que se realizaría desde el aire. Las observaciones desde embarcaciones son poco eficientes.

En función de todo lo anterior, se estará en condiciones de predecir:

- si se precisan, o no, llevar a cabo una operación de limpieza,
- si, con cierta seguridad, el hidrocarburo se alejará de recursos a proteger, o
- si la mancha se disipará de forma natural, antes de alcanzar a recursos significativos, por sus importancias ecológicas, o intereses económicos.

Sin embargo, con frecuencia, se precisará de una reacción activa, enfocada:

- bien sea hacia la aceleración de los procesos naturales, mediante el uso de dispersantes, o
- bien limitando el esparcimiento de la mancha, mediante la contención.

Como complemento de lo precedente, se suele hablar de la "vida media" de las manchas de hidrocarburos. Se entiende por "*vida media*" el tiempo que se requiere para que tenga lugar una remoción del 50 % del hidrocarburo de la superficie del mar. Normalmente, después de 6 "vidas medias", permanecerá poco más de un 1 % del hidrocarburo.

**b). Los impactos por derrames del petróleo en el mar adentro y en las costas.**

Los derrames de hidrocarburos pueden:

- causar serios daños económicos en las actividades costeras, y
- afectar a la explotación de los recursos marinos.

En la mayoría de los casos, el daño es temporal, y se debe, principalmente, a las propiedades físicas del petróleo derramado, que provocan condiciones molestas y peligrosas (presiones ambientales perjudiciales):

- a los biotopos, usufructuados por el hombre y a hábitats de la vida, y
- a las biocenosis.

La magnitud e importancia de los daños ocasionados por un accidente no siempre está en relación directa con la cantidad de hidrocarburo derramado. Una pequeña cantidad de petróleo, en un área sensible, por sus específicos componentes abióticos y/o bióticos, puede ocasionar un daño mucho mayor que una gran cantidad, en una costa rocosa desolada, por ejemplo.

.Los impactos de los hidrocarburos pueden incidir en las actividades costeras del hombre. Por ejemplo:

- en las actividades recreacionales y turísticas,
- en las instalaciones industriales, que dependen del agua del mar para sus operaciones normales, como son, por ejemplo, las desaladoras,
- en los astilleros,
- en las actividades y mantenimientos de los puertos,
- etc..

El impacto sobre la vida marina depende:

- de la riqueza y rareza de la biodiversidad en los sistemas biológicos, y
- de las sensibilidades específicas de los constituyentes de las biodiversidades en cuestión a la contaminación.

En general, como resultados de las composiciones químicas y propiedades físicas de los hidrocarburos, estos impactos conllevan:

- toxicidad,
- impregnaciones (incorporaciones de compuestos extraños a determinadas biomasas, con la probabilidad de que esos compuestos se puedan transmitir a lo largo de redes tróficas),
- y sofocaciones (contaminación física).

Como consecuencias de estos impactos, que representan a presiones ambientales inusitadas perjudiciales, sobre la vida, se pueden producir las siguientes circunstancias:

- Llegar a situaciones de letalidad en individuos, poblaciones y/o comunidades de plantas y animales. La letalidad estará en dependencia con los grados de tolerancia y las formas de reacciones ante las presiones ambientales introducidas.
- Crear presiones ambientales dañinas en hábitats marinos específicos. El grado de perjudicialidad será función, sobre todo, de la cuantía del derrame y de la duración de la perturbación.

- Producir daños en pesquerías y en instalaciones de acuicultura.
- Y en definitiva, como respuestas de lo anterior, romper los equilibrios ecológicos, o acentuar sus desequilibrios. La duración de estas roturas y sus posibles irreversibilidades dependerán de las capacidades de recuperación de las especies individuales afectadas.

The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd (1987, entre las páginas I.21 y I.28), hace unas generalizaciones muy amplias de los impactos, por derrame de petróleo, en los siguientes escenarios:

- áreas recreacionales,
- instalaciones industriales específicas,
- astilleros,
- puertos,
- ecosistemas en general, con sus biocenosis,
- mares abiertos y lechos marinos, con sus biocenosis,
- ecosistemas costeros, con sus biotopos y biocenosis,
- ciénagas salinas,
- manglares,
- praderas de gramíneas marinas,
- arrecifes coralinos, y
- pesquerías e instalaciones de acuicultura.

### c). Contención y recuperación de derrames de petróleo.

Cuando se derrama un hidrocarburo sobre la superficie del mar, normalmente se desea recogerlo. La técnica previa más común, tanto en la costa como en las operaciones de costafuera, consiste en utilizar algún tipo de barrera:

- que minimice el esparcimiento del hidrocarburo,
- que permita concentrarlo y retenerlo en una capa gruesa, de manera que se pueda recuperar, utilizando una bomba o recolector, o
- que pueda desviarlo, para alejarlo de las áreas sensibles.

Una vez minimizado el esparcimiento y concentrada la mancha, se procede a la recuperación del petróleo, mediante un recolector, que sea lo más eficiente posible.

Los diseños de las barreras varían considerablemente, pero, por lo general, todas poseen los siguientes elementos:

- francobordo, para evitar, o reducir, el sobresalpicado,
- porción subsuperficial (faldón), para evitar, o reducir, el escape del hidrocarburo por debajo de la barrera,
- flotación por aire, o por algún material flotante, y
- componente de tensión longitudinal (cadena, alambre o el material de la barrera en sí mismo), para soportar el efecto del viento, de las olas y de las corrientes.

Los diseños de barreras se agrupan en dos categorías generales:

- barreras de cortina, y
- barreras de valla.

#### Barreras de cortina:

Estas estructuras tienen un faldón, o malla, flexible subsuperficial continua, sostenida por una cámara de flotación sólida o de aire, por lo general de sección transversal circular.

Las barreras de cortina se amoldan muy bien a las olas.

#### Barreras de valla:

Esta otra modalidad de barreras tienen una sección transversal más plana, que se mantiene vertical en el agua, por flotación integral o externa (sólida o de aire).

Las barreras de valla son más adecuadas para aguas tranquilas, donde la velocidad de las corrientes es baja.

Por otra parte, las barreras podrán ser:

- remolcadas, o
- ancladas.

The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd. (1987), en las páginas II.4 - II.5, hace una somera presentación de las barreras en su conjunto, donde se abordan:

- las características comunes,
- los comportamientos frente a corrientes, vientos, olas y turbideces,
- los tamaños óptimos,
- sus conectores,
- las fuerzas que soportan y sus resistencias,
- las superficies expuestas al viento, y
- la facilidad de despliegue de las mismas.

Independientemente de que las barreras flotantes sean de cortina o de valla, remolcadas o ancladas, éstas se clasifican en cuatro tipologías:

- sistemas de redes,
- barreras sorbentes,
- barreras y vallas improvisadas, y
- barreras de burbujas.

Además, están las barreras químicas.

La selección del tipo de barrera más adecuada dependerá de las condiciones particulares del derrame, así como de las disponibilidades.

Las definiciones, y algunas matizaciones de las diferentes clases de barreras son las siguientes:

#### Sistemas de redes:

Consisten en redes análogas a las flotantes de pesca, bajo dos modalidades:

- En forma de bolsa, que puede ser anclada, para proteger a las áreas sensibles, o arrastrada, desde sus extremos, por dos embarcaciones.
- O de arrastre, con un extremo desmontable en forma de cola de pez, y remolcada a lo largo de la superficie del mar.

Estas redes se utilizan para recuperar grumos sólidos e hidrocarburos viscosos.

#### Barreras sorbentes:

Por lo general, corresponden a un tubo de malla, o de algún otro tejido, relleno de un material sorbente del hidrocarburo (sintético o natural, como el carbón, la lana de vidrio o el algodón).

Estas barras pueden requerir flotación adicional, para evitar que se hundan cuando se saturan de hidrocarburo y de agua.

Normalmente, sólo se utilizan en áreas de velocidades de corriente bajas, para recoger películas delgadas de hidrocarburo.

#### Barreras y vallas improvisadas:

Son aquellas barreras flotantes que obstaculizan la dispersión de la mancha, y que se construyen, con éxito, con la utilización de los materiales que se disponen localmente (con madera, con cañas de bambú, con bidones vacíos de aceite, con mangueras y llantas de goma, etc.).

También serían aquellas barreras sorbentes que se improvisan:

- con redes de pesca,
- con mallas de alambre,
- con cuerdas,
- con esterillas hechas con tela de saco,
- etc.,

sujetas a estacas de madera ancladas (en situaciones de fondos someros), o sostenidas con flotadores, y que se encuentran rellenas con paja, con conchas de coco, o con otros materiales autóctonos.

Para proteger playas de arenosas largas, someras y tranquilas, se pueden construir barreras de áridos, junto a la orilla, pero mar adentro, para interceptar al hidrocarburo, que se mueve a lo largo de la costa.

Con estos tipos de barreras, se pueden proteger estuarios y bahías estrechas y lagunas, y así evitar la entrada de petróleo. Sin embargo, las consecuencias ecológicas de tales medios temporales se considerarán cuidadosamente. De ser necesario, se puede lograr un intercambio de agua durante la marea baja, a través de tuberías enterradas en la arena, por debajo del nivel del agua.

#### Barreras de burbujas:

Consisten en producir cortinas de burbujas ascendentes, al bombear aire a una tubería perforada, colocada por debajo de la superficie del agua. Las burbujas de aire crean unas contracorrientes en la superficie del agua, que retienen al hidrocarburo.

Este tipo de protección resulta válido en situaciones de corrientes de velocidades bajas, y de aguas tranquilas.

#### Barreras químicas:

Consisten en inhibir el esparcimiento de hidrocarburos, de baja viscosidad, mediante compuestos químicos, a menudo denominados "aglutinantes", que reducen la tensión superficial del agua. Estos compuestos químicos se rocían, a tasas muy bajas, alrededor del perímetro de la mancha, hasta rodearla, desde una embarcación o helicóptero. La mancha queda concentrada hasta su recuperación.

En relación con el uso de las barreras en general, y con cada tipo de barrera en particular (sistema de redes, barreras sorbentes, barreras y vallas improvisadas, etc.), los autores de The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd (1987), en las páginas II.5 - II.8 y II.13 - II.21, discuten:

- los diseños de estas estructuras,
- las características de las construcciones de las mismas,
- las situaciones de usos preferenciales,
- las ventajas de sus aplicaciones,
- sus limitaciones, y
- las experiencias obtenidas.

La recuperación del petróleo tiene que ser rápida, para evitar:

- su escape, y
- la contaminación en otras áreas.

La recuperación puede realizarse mediante la utilización:

- de recolectores,
- de sorbentes,
- de agentes solidificantes,
- de técnicas manuales, y
- de equipos mecánicos no especializados.

Las definiciones básicas, y algunas matizaciones, de estas técnicas son:

#### Recolectores:

Corresponden a artilugios que contienen:

- un elemento de recuperación de hidrocarburo,
- algún tipo de flotación o de soporte, y
- una bomba para transferir el petróleo recolectado hacia el sitio de almacenamiento.

Los recolectores de succión representan un dispositivo mediante el cual el petróleo se recoge por una bomba, o por un sistema de succión de aire, directamente desde la superficie del agua, o a través de un vertedero.

Los recolectores de adhesión llevan materiales oleofílicos en las correas, en los tambores, en los discos o en las cuerdas sintéticas, a los que se adhieren los hidrocarburos de la mancha.

#### Sorbentes:

Los sorbentes se pueden definir como cualquier material que recupere el hidrocarburo, mediante la absorción o adsorción.

Los absorbentes deben reunir las siguientes características:

- gran afinidad por el petróleo,
- gran superficie específica,
- químicamente inertes,
- estables,
- flotabilidad,
- fácilmente recuperables,
- fácil disociación del petróleo, y
- baratos.

Existen tres tipos básicos de sorbentes:

- Materiales orgánicos naturales, tales como cortezas, turba, paja, heno, plumas, conchas de coco, desechos de caña de azúcar (bagazo) y otros.

- Materiales con base mineral, tales como vermiculita, perlita, y cenizas volcánicas.
- Y sorbentes sintéticos, tales como espuma de poliuretano y fibras de polipropileno.

En general, el uso de sorbentes sólo es apropiado en las etapas finales de limpieza, o para ayudar en la remoción de películas delgadas de hidrocarburos, en sitios inaccesibles.

Normalmente se recupera todo el material empapado de hidrocarburo.

#### Agentes solidificantes:

A pesar de no ser una técnica de recolección en sí, se han desarrollado compuestos químicos que convierten al hidrocarburo líquido en material casi sólido. De esta manera, se facilita la recuperación del petróleo por medios manuales o con redes.

#### Técnicas manuales y no especializadas:

A menudo, la recuperación manual es el único medio posible, ya que muchos de los recolectores se tupen con cualquier material sorbente, a excepción de correas y mallas.

Además, cuando la mancha ha llegado a la orilla, allí donde el acceso resulte difícil, quizás los únicos procedimientos para la recogida de hidrocarburos sean la utilización de baldes, palas y otros equipos sencillos.

En situaciones de mayor envergadura, y también cuando la mancha ha llegado a la orilla, se pueden emplear en la recogida palas retroscavadoras y camiones de succión.

Como en otras secciones de este epígrafe, The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd (1987), pero ahora en las páginas 11.9 - 11.12, hace una presentación práctica, muy funcional, de estas técnicas, donde se recogen cuestiones respecto a los siguientes puntos, entre otros:

- características de los diseños de los recolectores,
- descripciones de las distintas alternativas de una misma técnica,
- funcionamiento de las alternativas posibles,
- peculiaridades de los elementos secundarios de los colectores (de las mangueras, por ejemplo),
- especificaciones ante diferentes tipos de hidrocarburos y frente a distintas condiciones de contorno oceanológico,
- criterios de selección de técnicas, en función de las circunstancias que se puedan presentar,
- químicos a utilizar,
- rendimientos, limitaciones y tasas de recuperación,
- almacenamiento de los hidrocarburos recuperados, y
- problemas de los desperdicios.

#### **d). El uso de dispersantes.**

La acción de las olas sobre las manchas de hidrocarburos en el agua puede provocar la dispersión natural del petróleo en pequeñas gotas. A medida que las gotas se mezclan a través de la columna de agua, la

concentración del hidrocarburo se reduce, y éste se hace más accesible para su degradación eventual por microorganismos.

Para acelerar este proceso, a veces es apropiado utilizar un dispersante químico, especialmente:

- cuando la contención y recuperación no son convenientes, y
- cuando, por causas físicas de remoción, no se producen ni las gotas de petróleo, ni la mezcla de éstas en la columna de agua, persistiendo la mancha del hidrocarburo derramado.

En muchos casos, la persistencia de las manchas de petróleo pueden representar riesgos:

- para los recipientes físicos de las costas (para los biotopos), y
- para las biocenosis marinas, sean costeras o no.

En relación con el uso de dispersantes, se han de tener presente:

- tipos de productos químicos disponibles,
- mecanismos y efectividades de la dispersión química,
- métodos de aplicación en mar adentro y en las costas, y
- consideraciones ambientales que conlleva la utilización de dispersantes.

#### Tipos de dispersantes:

Los dispersantes utilizados son solventes que contienen surfactantes.

Los surfactantes corresponden a compuestos químicos, cuyas estructuras moleculares constan:

- de un grupo polar, soluble en el agua (grupo hidrófilo), y
- de un grupo no polar, soluble en el petróleo (grupo oleófilo).

Los dispersantes utilizados hoy en día son principalmente de dos tipos:

- Dispersantes cuyos surfactantes llevan un grupo polar a base de hidrocarburos (dispersantes convencionales). Las primeras fórmulas de estos dispersantes utilizaban solventes aromáticos tóxicos (dispersantes de primera generación), mientras que los actuales tienen un solvente sin compuestos aromáticos (dispersantes de segunda generación).
- Y dispersantes cuyos surfactantes tienen estructuras con un grupo no polar de alcohol o glicol (productos de tercera generación).

#### Mecanismos y efectividad de la dispersión química:

Cuando se aplica el dispersante de forma homogénea y se mezcla con el hidrocarburo flotante, las moléculas de agua se disponen en la interfase hidrocarburo/agua, de manera tal que se reduce la tensión interfacial entre el petróleo y el agua. Esto promueve la formación de pequeñas gotas de hidrocarburos, finamente dispersadas. El área superficial combinada resulta mucho mayor que la mancha de hidrocarburo original.

Mientras más pequeñas sean las gotas, mayor será la posibilidad de que se mantengan suspendidas en el agua, debido a su baja velocidad de ascenso.

Los dispersantes juegan, además, un papel secundario. Evita la coalescencia de las gotas de hidrocarburo una vez que se hayan formado. Esto ocurre porque el agente activo de superficie permanece en la interfase hidrocarburo/agua el tiempo suficiente como para actuar de barrera entre gotas que choquen por azar.

Para que un dispersante sea efectivo, se distribuirá en toda la mancha de hidrocarburo. Por esto, la mayoría de los dispersantes contiene un solvente apropiado, o una combinación de éstos, que penetre en el hidrocarburo, y que actúe como distribuidor del surfactante.

Si el hidrocarburo es muy viscoso, los dispersantes no son efectivos, ya que tienden a deslizarse, entre el hidrocarburo, hacia el agua, antes de que el solvente pueda penetrarlo.

Los dispersantes no son apropiados para emulsiones viscosas, o para hidrocarburos con un punto de fluidez cercano o por encima de la temperatura ambiente. El combustible pesado casi nunca puede ser dispersado.

Los hidrocarburos que se pueden dispersar, cuando se derraman, con el tiempo se vuelven resistentes a esta dispersión. La causa de este cambio de comportamiento está en que aumentan de viscosidad, durante el proceso del curtido por la intemperie.

El tiempo que se requiere, para que un hidrocarburo en particular se haga resistente a los dispersantes, por los procesos de evaporación y de emulsión, depende de factores tales como el estado del mar y la temperatura. En la mayoría de los casos, no se llega a esta resistencia sino después de uno o dos días.

La efectividad de los diferentes dispersantes químicos varía considerablemente. Siempre es aconsejable realizar pruebas:

- bien sea de laboratorio,
- bien en el campo,

para identificar el mejor producto disponible, para las condiciones esperadas.

Deben tenerse en cuenta:

- los factores ambientales, tales como la temperatura del agua y la salinidad, y
- los tipos probables de hidrocarburos derramables.

También se deben llevar a cabo pruebas de toxicidad, utilizando organismos marinos locales. Así, se puede seleccionar las fórmulas de baja toxicidad y elaborar una lista de los dispersantes aprobados.

#### Métodos de aplicación en mar adentro y en las costas.

El método de aplicación depende básicamente:

- del tipo de dispersante,
- del tamaño y de la ubicación del derrame, y
- de la disponibilidad de embarcaciones o de aeronaves, para el rociado del dispersante.

The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd. (1987), en una tabla, hace una comparación de los sistemas de aplicación de dispersantes. Los encabezamientos de esa tabla son:

- sistema de rociado,
- tipo de dispersante,
- tasa máxima de aplicación del dispersante (litros/min.),
- tasa máxima de tratamiento del hidrocarburo (toneladas/hora),
- ventajas, y
- desventajas.

La anterior referencia bibliográfica recoge, asimismo, una serie de matizaciones, respecto a los métodos de aplicación de dispersantes en costas.

Consideraciones ambientales que conllevan la utilización de dispersantes:

Casi literalmente se puede transcribir de The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd. (1987) que, aunque la toxicidad de los dispersantes modernos es mucho menor que los relativamente más antiguos, su uso despierta todavía mucha controversia. Los diversos países tienen opiniones diferentes sobre el uso de dispersantes. Por ejemplo:

- están prohibidos en U.S.A. , y
- en Europa, no se pueden emplear en aguas de menos de 50 metros de profundidad.

La preocupación se deriva, principalmente, del hecho:

- de que el uso de dispersantes representa no sólo una introducción deliberada en el mar de un contaminante adicional,
- sino que ocasiona el aumento local de la concentración de hidrocarburos en la columna de agua, lo cual puede ocasionar un daño biológico.

Existen una gran cantidad de datos de laboratorio acerca de la toxicidad de los dispersantes, y de las mezclas de hidrocarburos/dispersantes, en una serie de organismos marinos. Pero hay menos conocimientos respecto a los efectos de los derrames reales en estos organismos, donde la dilución, por lo general, reduce, significativamente, las concentraciones y tiempos de exposición.

Según The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd. (1987), los pocos estudios realizados, en áreas donde se han utilizado ampliamente los dispersantes, no han demostrado efectos significativos sobre las poblaciones de especies particulares, o sobre comunidades biológicas. Tampoco hay disponibles evidencias concluyentes acerca de un aumento de la contaminación en las especies comerciales, como resultado del uso de dispersantes.

Los autores de la anterior referencia bibliográfica indican que un estudio del potencial de dilución constituye la base más común útil para decidir si los dispersantes pueden ser utilizados para proteger ciertos recursos, sin riesgos de daños innecesarios a otros.

Los factores relevantes, en estos estudios, serían:

- la distancia entre los puntos de aplicación y las áreas sensibles,
- las direcciones de las corrientes, y
- la profundidad del mezclado de las aguas superficiales.

Conforme con las anteriores premisas, con frecuencia es posible hacer un estimado aproximado:

- tanto de la concentración máxima probable de hidrocarburo/dispersante,
- como del tiempo de exposición, para un lugar en particular.

En general, se puede admitir:

- Que en áreas donde el potencial de dilución es alto, tal como en mar adentro, es poco probable que las concentraciones elevadas persistan por más de unas pocas horas y, por lo tanto, resultan poco probables los efectos biológicos negativos significativos.
- Mientras que en aguas poco profundas, cercanas a la costa, donde el intercambio de agua es bajo, las concentraciones pueden persistir por periodos más largos, y posiblemente alcancen valores cercanos a los que causen efectos observables en los experimentos de laboratorio.

De acuerdo con la última consideración, a menudo se expresa una gran preocupación ante el uso de dispersantes, en áreas costeras. A pesar de este riesgo mayor, la aplicación cuidadosa de dispersantes

puede, en estos escenarios litorales, tener un beneficio, en términos generales, si, como resultado de esta aplicación, se reduce el daño a costas adyacentes, ecológicamente más sensibles.

El texto, que se ha tomado de base, de la reiterada referencia bibliográfica, indica que las circunstancias, que favorecen el uso de dispersantes, raras veces son bien definidas. La decisión de aplicación de dispersantes necesariamente debe sopesar:

- otras opciones,
- la relación efectividad/costo, y
- las prioridades conflictivas para la protección de diferentes recursos, del daño de la contaminación.

Algunas veces, el beneficio potencial que se obtiene con el uso de dispersantes, para proteger los puntos de interés de las zonas costeras, como por ejemplo, los biotopos:

- de las aves y
- de la fauna marina intermareal,

puede tener más peso que cualquier otra desventaja potencial, tal como la contaminación temporal de moluscos comerciales.

Por el contrario, la opción de utilizar dispersantes se puede rechazar en zonas de desove en mar abierto, aún cuando el riesgo de daño sea muy bajo.

También no sería recomendable la utilización de dispersantes:

- en los entornos de arrecifes de coral, y
- en las áreas pantanosas.

A pesar de las dificultades, es importante:

- que se establezca un orden de prioridades en relación con los recursos a proteger, y
- que, antes de que ocurra un derrame, se fijen las circunstancias bajo las cuales pueden aplicarse dispersantes.

Una información adicional básica sobre los dispersantes se puede encontrar en Clark (1989) y en Bishop (1983).

#### 4. ESTUDIO DE ÁREAS SENSIBLES A IMPACTOS POR DERRAMES DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS Duros; ESQUEMA PARA EL CASO DEL LITORAL DE LA ISLA DE GRAN CANARIA (ESPAÑA).

El estudio precisará:

- de una selección de objetivos, y
- de desarrollos de metodologías y de técnicas de trabajo.

En este esquema, también se incluirán:

- los materiales necesarios, y
- los requerimientos para el estudio de calidades y vulnerabilidades, de las áreas sensibles a los derrames de petróleo, y para los análisis y evaluaciones de impactos.

##### **a). Objetivos.**

En este tipo de trabajo, se pretenderán los siguientes objetivos, entre otros que surjan a lo largo de la investigación:

01. Estudio de la dinámica de manchas de petróleo, por supuesto accidentes de petroleros, en el mar próximo a Gran Canaria. Estimaciones de probabilidades de que estas manchas lleguen al litoral, de acuerdo con variables oceanológicas y morfológicas.
02. Identificaciones de litorales sensibles a impactos, por accidentes de petroleros, en el litoral grancanario emergido y sumergido.

En la Isla de Gran Canaria hay una serie de escenarios geográficos litorales, que pueden contener componentes sensibles ante la contaminación por derrames de petróleo en el mar. De entrada, estos escenarios serían:

- Puerto de La Luz y de Las Palmas, por su carácter estratégico.
- Entorno de la potabilizadora de Jinámar (Unelco).
- Plataforma insular de El Cabrón - Arinaga, por sus contenidos florísticos y faunísticos.
- Playas de El Inglés y de Maspalomas, por los recursos turísticos que encierran.
- Litoral de los complejos turísticos del Sur insular.
- Entorno de Veneguera, por sus recursos etnográficos, florísticos y faunísticos.
- Acantilado de Tamadaba, por sus recursos paisajísticos, florísticos y faunísticos.

03. Definición y delimitación de los sistemas donde se encuentren las áreas sensibles identificadas, y establecimiento de diagramas de flujo. Es decir, discutir como repercuten los impactos de las áreas afectadas directamente en los restantes ecosistemas de sus sistemas (áreas de influencia de los impactos).
04. Verificaciones y complementaciones de resultados, mediante medidas propias.
05. Estudio de calidades y vulnerabilidades de los ecosistemas implicados.
06. Estudio de los posibles impactos, por derrames de productos petrolíferos duros, en los ecosistemas de los posibles sistemas, que se podrían afectar, desde la perspectiva de las calidades y vulnerabilidades analizadas.
07. Obtención de una cartografía de sensibilidades del litoral, ante posibles derrames de productos petrolíferos.
08. Obtención de metodologías de identificación y de evaluación de impactos, por derrames de petróleo, en áreas sensibles, extrapolables al resto del Archipiélago.
09. Inventario de centros de recuperación zoológica y capacidades de estos, a nivel insular, y de todas las Islas Canarias, para la mitigación de efectos en determinadas comunidades de aves, por los derrames de petróleo.
10. Propuesta de recomendaciones complementarias específicas para las Islas Canarias, conforme con los anteriores objetivos, respecto a los derrames de petróleo. Cabría diseñar posibles rutas de aproximación a puertos, para petroleros, según las inferencias formuladas, analizadas e interpretadas.

#### **b). Métodos y técnicas de trabajo.**

En principio, se emplearían los siguientes métodos y técnicas:

01. Recopilación de estudios significativos, ya realizados, sobre procesos físicos, flora y fauna del litoral grancanario.
02. Cartografía de resultados y conclusiones parciales, a partir de los estudios significativos existentes.
03. Interpretaciones estereográficas de mosaicos de fotografías aéreas.

04. Obtención de diagramas tridimensionales, por ordenador (computador), para los análisis de impactos de derrames de petróleo, en zonas puntuales.
05. Diseño de sistemas expertos, en relación con las respuestas de los ecosistemas afectados, ante impactos por derrame de petróleo.
06. Empleo, ajuste y/o diseño de modelos numéricos sobre la dinámica de supuestas manchas de petróleo, por accidentes, en el litoral canario.
07. Levantamientos de mapas predictivos, con soportes en mapas topográficos, de impactos y de medidas mitigadoras, en relación con derrames de petróleo.

**c). Materiales necesarios.**

El desarrollo de las metodologías y técnicas previstas precisará de un mínimo de materiales. El inventario de estos sería:

01. Ordenador (computador).
02. Banco de datos de trabajos ya realizados.
03. Mapas topográficos y batimétricos del litoral grancanario.
04. Mosaicos de fotografías aéreas del litoral grancanario.
05. Programas de modelos numéricos, sobre la dinámica de manchas, en medios marinos.
05. Programas de sistemas expertos.
06. Laboratorio de experimentación.
07. Bibliografía sobre impactos por petróleo y de equilibrios ecológicos, accesible en bibliotecas tradicionales, y por navegación por internet.

**d). Requerimientos para el estudio de calidades y vulnerabilidades, de las áreas sensibles, a los derrames de petróleo, y para los análisis y evaluaciones de impactos.**

En el estudio de estas calidades, vulnerabilidades e impactos, serán necesarios los siguientes requerimientos:

1. Estudio de las dinámicas de los derrames del petróleo, en un medio marino.
2. Seguimiento del impacto por derrames de petróleo, en el relieve emergido de la Isla de Gran Canaria.
3. Cartografías:
  - Morfodinámica del litoral emergido.
  - Topográfica del entorno gran canario.
  - Batimétrica, hasta los límites de la plataforma insular.
  - Y arqueológica-histórica-etnográfica del litoral implicado.
4. Estudio de la Oceanología del entorno grancanario:
  - Determinación de las condiciones oceanológicas normales (corrientes, vientos y oleaje).
  - Y análisis de climas marítimos y de patrones de circulación en zonas específicas del litoral.
5. Estudio sedimentológico de la plataforma insular y de los entornos litorales. Aquí se incluyen:

- El diseño de diagramas de transporte en zonas específicas del entorno marino grancanario.
  - La simulación informática del comportamiento sedimentario.
  - Y el seguimiento del impacto, por derrames de petróleo, en los depósitos sedimentarios.
6. Estudio del dominio bentónico-faunístico del entorno grancanario:
- Conocimiento de la fauna bentónica, con una evaluación y catalogación de las comunidades y especies.
  - Identificación, distribución, abundancia y localización de las comunidades y especies bentónicas, para confeccionar una cartografía tridimensional de este dominio.
  - Y seguimiento del impacto por derrames de petróleo en este dominio.
7. Estudio ícnico no bentónico:
- Conocimiento de la fauna ícnica no bentónica del medio marino gran canario, con una evaluación y catalogación de las comunidades y especies.
  - Identificación, distribución, abundancia y localización de las comunidades y especies ícnicas no bentónicas, para confeccionar una cartografía tridimensional de este dominio.
  - Y seguimiento del impacto, por derrames de petróleo, en este dominio.
8. Estudio de la vegetación marina (fitobentos y fitoplancton), del medio marino grancanario:
- Análisis de las poblaciones algales bentónicas.
  - Conocimiento de las especies fitoplanctónicas, su dinámica y su variación estacional.
  - Examen y conocimiento los arribazones y estimación de su biomasa.
  - Evaluación de los recursos vegetales marinos y establecimiento de las medidas para su conservación y manejo.
  - Y seguimiento del impacto, por derrames de petróleo, en la vegetación marina.
9. Estudio de la fauna ornítica del entorno grancanario:
- Conocimiento de la sucesión anual de la fauna ornítica.
  - Conocimiento y valoración de la incidencia de los derrames de petróleo en el medio marino sobre las comunidades de aves.
  - Y análisis de medidas de mitigación de los efectos de posibles derrames de petróleos, en el medio marino, sobre las comunidades de aves.
10. Estudio químico del agua del entorno marino de Gran Canaria. Este estudio estará orientado tanto a la identificación y cuantificación de nutrientes, como a una cuantificación de los cambios de las calidades transitorias y remanentes del agua, en relación con posibles derrames de petróleo.
11. Estudio de la flora terrestre, y de la fauna que cobija, en el litoral grancanario:
- Se pondrá especial énfasis en la catalogación, distribución y cartografía de especies arbóreas.
  - Se subrayarán las especies significativas (raras y/o en peligro de extinción).

- Y se hará un seguimiento del impacto, por derrames de petróleo, en la biocenosis del litoral emergido.

NOTA: Cada uno de los apartados inventariados necesitará el desarrollo de metodologías específicas, que incluirán criterios propios de muestreos, de acuerdo con unos calendarios apropiados.

#### 5. CRITERIOS A CONSIDERAR EN LAS REDACCIONES DE LOS PLANES DE CONTINGENCIAS, ANTE DERRAMES DE PETRÓLEO EN EL MAR.

Dentro de este epígrafe, se desarrollan los siguientes apartados:

- introducción,
- planteamiento global,
- criterios de actuaciones en escenarios costeros, a título de ejemplo, y
- evaluación de un plan de contingencias, ante derrames de petróleo.

##### **a). Introducción.**

Como arranque, se admite que los planes de contingencias, en relación con la explotación, con el transporte, con las instalaciones de refinado y con las instalaciones de comercialización del petróleo (terminales y otras), se apoyarán en dos premisas esenciales:

- en las auditorías ambientales de los territorios implicados, y
- en filosofías procedimentales, basadas en un respecto hacia la Naturaleza.

A modo de símil, las actividades petroleras suponen “bombas de relojería”, a veces flotantes (caso de los petroleros), por los potenciales daños que podrían producir, en casos de accidentes, en la Naturaleza. Los accidentes en los campos de explotación y en los canales de distribución y comercialización representan auténticos riesgos antrópicos, que pueden dañar, en forma insostenible:

- a las reservas de otros recursos, y
- a los equilibrios ecológicos de los sistemas afectados.

Pero además, se pueden deteriorar o destruir:

- las condiciones sanitarias y
- los bienes del hombre, de determinados territorios.

Los accidentes pueden estar causados:

- por fallos humanos,
- por atentados, o
- por situaciones naturales inusitadas. no previstas.

Ante la posibilidad de riesgos relacionados con el petróleo, se configurarán, y estarán a punto, planes de contingencias, con las adecuadas matizaciones, de acuerdo:

- con la modalidad de actividad (explotación, distribución y/o comercialización), y
- con la naturaleza del tipo de producto petrolífero que se gestiona.

No sería lo mismo tratar:

- con crudos, o
- con los diferentes tipos de refinados.

Por otra parte, estos planes de contingencia se diseñarán a dos instancias:

- por las compañías y
- por las administraciones públicas.

Pero:

- de forma complementaria y
- en coordinación.

Los planes de las administraciones públicas deben:

- Asegurar una gestión eficaz, en situaciones de accidentes, con diseños adecuados, que tiendan a ajustarse, al máximo, a las Leyes de la Naturaleza, y en la medida en que éstas se conocen.
- Procurar una coordinación efectiva, donde los organismos y sus gestores, tengan funciones bien delimitadas, sin significativos conflictos de competencias.
- Dependar del menos número posible de organismos oficiales, para tener la mayor probabilidad de garantías de una coordinación pública eficaz.
- Y establecer unos buenos enlaces de comunicación entre las compañías involucradas y las administraciones públicas.

Necesariamente, todos aquellos territorios y aguas territoriales, susceptibles de riesgos petroleros, tendrán sus planes de contingencias, con sus mecanismos de reacción, constantemente en alerta.

Conforme con las anteriores consideraciones y con otras inquietudes, los planes de contingencias de las actividades petroleras deberán tener presente:

1. Las legislaciones y normativas, a diferentes niveles (municipales, regionales, centrales, comunitarias de varios países e internacionales). Por ejemplo, las directivas y las leyes de los diferentes países dentro del espacio de la Unión Europea.
2. Las participaciones activas de las compañías involucradas.
3. Las áreas de sensibilidad ecológica:
  - de los escenarios geográficos terrestres implicados,
  - de los litorales a proteger,
  - de los fondos marinos, también a proteger, por sus contenidos bentónicos y
  - de las meiobiocenosis y de las biocenosis pelágicas significativas.
4. Los modelos del movimiento de las manchas contaminantes (de las mareas negras), para los casos de derrames en el mar.

Los modelos matemáticos, o numéricos, tridimensionales serían los más idóneos, ya que consideran también la propagación en la vertical (en profundidad). Sin embargo, son los peores conocidos, los peores elaborados, con todo lo que ello conlleva: una caída de su fiabilidad.

En cambio, los modelos bidimensionales sólo consideran la dinámica en superficie, pero son los más fiables. Estos últimos pueden prever lo que ocurrirá en determinadas áreas geográficas (las playas, por ejemplo), pero no en la realidad de un entorno, en sentido amplio, que tenga tres dimensiones, como ocurre en mar adentro.

5. Los dispersantes a utilizar, en relación con los productos derramados y el área afectada (litoral, zonas oceánicas próxima a litorales, zonas centro-oceánicas, etc.).
6. La opinión pública. A veces hay que programar actuaciones de "aparente" contingencia, no en su momento óptimo, sino con antelaciones, que no conducen a una eficacia final y, si en cambio,

incrementan los costos de las medidas mitigantes. Por ejemplo: cuando un derrame afecta a una playa, y en algunas circunstancias, la limpieza de esta se debería hacer al final, una vez que hubiera llegado la totalidad de la contaminación. Pero mientras tanto, la opinión pública pensaría que no se hace nada ante el accidente. Por ello, se programarían limpiezas parciales, a lo largo del tiempo de llegada del petróleo, para contentar al ciudadano.

7. Las disponibilidades y ubicaciones de centros de recuperación de animales. Se atenderían, sobre todo, a las aves afectadas que, por el petróleo impregnante, tuvieran dificultades en el vuelo.

Para las aguas internacionales, todas las anteriores consideraciones serán válidas, sustituyendo:

- las legislaciones locales, regionales y nacionales por directivas y protocolos internacionales, y
- las administraciones públicas por las organizaciones supranacionales.

#### **b). Planteamiento global.**

Los lineamientos para la redacción de un plan de contingencias se ajustará, más o menos, al siguiente esquema:

- cuestiones de estilo,
- estrategia general para la repuesta ante un derrame, y
- procedimientos operacionales a seguir, cuando ocurra un derrame de petróleo.

Las preguntas de estilo comprenderán:

- Los mecanismos de respuestas concatenadas, que permitirán activar, sucesivamente, planes a mayor escala, a requerimiento de las circunstancias. Los planes “inferiores” irán formando parte de los de mayor cobertura.
- Y los formatos. Estos tenderán a ser homogéneos, independientemente de sus escalas:(locales, zonales, nacionales o internacionales). No obstante, sus tamaños y contenidos variarán, según sus alcances y grados de riesgo. Los lineamientos homogéneos asegurarán transiciones adecuadas desde un nivel al próximo superior, y que todos los planes sean compatibles entre si, y más fáciles de captar.

La estrategia general definirá:

- La política ambiental que se quiere seguir, y la protección de recursos y de intereses socioeconómicos que se desea cubrir.
- Las competencias y responsabilidades de las autoridades, administrativos y técnicos. que se encuentran encuadrados en el funcionamiento de un plan.
- Las áreas geográficas que se abarcarán en la lucha contra la contaminación procedente de un derrame de petróleo.
- La dinámica posible de la mancha de un derrame de petróleo, en el área de cobertura geográfica del plan en cuestión, en función del hidrocarburo con mayor probabilidad que se derrame en esa región, y en dependencia con los conocimientos regionales y estacionales de Oceanología y Meteorología.
- Y las disponibilidades de recursos humanos, de equipos, de dispersantes y sorbentes y de medios de transporte.

En cuanto a la política ambiental y de protección de recursos y de intereses socioeconómicos, se tendrá presente que cualquier escenario geográfico es “único”. Esto implica que se admita que los planes de contingencias, aunque estén acoplados a redacciones muy detalladas, serán lo suficientemente “flexibles”

como para adaptarse a las peculiaridades propias, de los lugares que se afecten por el accidente, dentro del área de cobertura.

En relación con esta política, se identificarán y se representarán sobre mapas del área de cobertura:

- tipos de escenarios geográficos, geomorfológicos y geológicos,
- recursos ambientales de interés científico,
- recursos ambientales de interés económico,
- áreas ecológicamente sensibles, por sus contenidos, frente a derrames de petróleo,
- zonas recreacionales,
- tomas de agua de mar, para usos industriales,
- pesquerías,
- instalaciones de acuicultura,
- infraestructuras viarias y de comunicaciones aéreas,
- y otros aspectos.

Los planes incluirán resúmenes de las características más importantes de los componentes identificados y cartografiados.

También establecerán las prioridades a proteger, conforme con criterios científicos, económicos, de cambios estacionales, pero todos ellos desde una perspectiva pragmática, que considere los medios disponibles.

Respecto a los recursos humanos a desplegar:

- Se indicarán cuáles serían las administraciones, los organismos, las organizaciones, las entidades y las empresas involucradas, con carácter permanente o temporal.
- Se definirán los grados de responsabilidades y las coordinaciones, en sus distintos niveles.
- Quedarán fijadas las competencias específicas.
- Se describirán, con sus funciones, los grupos de respuesta, los grupos de asesoramiento, los grupos de apoyo logístico, el posible personal adicional, los posibles contratistas y otros.
- Y se establecerán las formas de enlace.

Las administraciones, con su personal "ejecutivo", se minimizarán en lo máximo dentro de un plan de contingencias. Éstas se encuadrarán en un organigrama que induzca a competencias eficaces, sin interferencias.

Se realizarán periódicamente ejercicios prácticos, a todos los niveles, para evaluar:

- las coordinaciones, la eficacia de las comunicaciones y el adiestramiento de los recursos humanos.
- las disponibilidades y el estado de funcionamientos de los recursos mecánicos.
- las disponibilidades reales de suministros de dispersantes y de sorbentes, y
- la operatividad de los medios de transporte.

Los procedimientos operacionales consistirán, sobre todo:

- en una lista jerarquizada de acciones, concatenadas unidireccionalmente,
- con indicaciones de cómo se debe reaccionar ante el derrame,
- con fuentes de información, y
- con la especificación, descripción y modos de uso de los medios de comunicación interna (a través de teléfono, telex, radio, etc.), para que se den coordinaciones eficaces.

Las *acciones* más significativas, desde el inicio de un accidente hasta la finalización de las operaciones, serán sucesivamente:

- notificaciones,
- evaluaciones,
- decisiones de respuesta,
- movilizaciones,
- operaciones de limpieza,
- informaciones a todas las partes potencialmente afectadas por el accidente, y a los medios de comunicación social,
- culminaciones de la limpieza,
- formulaciones de reclamaciones, y
- revisiones de los planes.

En las *indicaciones* se encontrarán los criterios claros y concisos, a tener en cuenta, según:

- las situaciones propias del derrame, y
- las zonas geográficas afectadas.

Tales criterios podrían estar descritos en "*guías para la decisión de respuesta ante un derrame*", que contengan "*diagrama de flujo*". En estos diagramas, se hacen, de manera dependiente, análisis de problemas y una toma de decisiones, conforme con esos análisis.

En las "*guías de decisión*", suelen tener utilidad las representaciones esquematizadas de los factores a considerar. Sin embargo, con estas esquematizaciones, puede existir el riesgo de una sobresimplificación. Lo más aconsejable sería completar la esquematización con factores adicionales, que permitan analizar cada caso conforme:

- con las condiciones específicas que se den, y
- con las importancias relativas de esas condiciones, en el momento en que tenga lugar el accidente.

Dentro de los procedimientos operacionales, se encontrarán también las *selecciones de las técnicas* más adecuadas, con sus condicionantes de contorno. Entre estos condicionantes, se podrían citar, aparte de otros:

- las limitaciones a causa de escasez de recursos humanos,
- las limitaciones por las características de los escenarios geográficos afectados,
- las limitaciones intrínsecas de los equipos,
- las limitaciones por las ubicaciones de los equipos y por las dificultades de acceso a las zonas contaminadas,
- las limitaciones por las características del hidrocarburo derramado, y
- las limitaciones por las características de los contratos (por los términos contractuales).

Como complemento a las selecciones de técnicas, estarán los inventarios y las descripciones de los equipos.

En los procedimientos operacionales, se incluyen, además, bajo consideraciones ambientales y económicas:

- las rutas de transporte de productos y desechos recogidos,
- los lugares y los requerimientos para los almacenajes temporales, o definitivos, de los hidrocarburos recuperados y de los desechos contaminados,

- los lugares y los requerimientos para los almacenajes temporales, o definitivos, de los hidrocarburos recuperados y de los desechos contaminados,

- y los tratamientos posteriores de los anteriores hidrocarburos y desechos.

El conjunto de procedimientos operacionales de un plan será razonablemente completo en sí, y no necesitará consultar, con relativa frecuencia, a una serie de referencias bibliográficas. Esas frecuentes consultas causarían retrasos en las acciones.

Los procedimientos operacionales se actualizarán periódicamente.

**c). Criterios de actuaciones en escenarios costeros, a título de ejemplo.**

A partir de The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd (1987), con algunas matizaciones, y/o consideraciones añadidas, se pueden formular las siguientes pautas:

1. En los planes de contingencias por derrame de petróleo, contemplarán, en gran medida, la limpieza de las costas, que, por lo general, no es complicada.
2. Aunque normalmente no se requieren equipos especializados, se han desarrollado una variedad de técnicas, para la eliminación de hidrocarburos y de desperdicios manchados. Muchas tienen una aplicación y capacidad limitada.

La selección de las opciones más apropiadas se harán de acuerdo con las circunstancias de la contaminación y con el tipo de costa afectada.

En el caso de un derrame masivo, todas las opciones serán consideradas.

El uso de técnicas inapropiadas y la falta de organización pueden agravar el daño que puede hacer un derrame en sí.

3. Se tendrán identificados los puntos de acumulación de desperdicios en las costas. A menudo, estas acumulaciones indicarán donde es más probable que llegue el hidrocarburo del derrame.
4. Antes de efectuar cualquier acción, para eliminar los hidrocarburos, que lleguen a una costa, será necesario realizar los siguientes pasos previos:
  - determinar el tipo y cantidad de petróleo que contamina,
  - estimar la extensión geográfica (longitud y amplitud) de la contaminación, y
  - describir la naturaleza de la costa afectada.

Por otra parte, se identificará el punto de origen del hidrocarburo, de manera que se pueda evaluar la posibilidad de impactos posteriores en la costa.

5. Dado que suelen haber limitaciones en las disponibilidades de recursos, para combatir la contaminación, puede que no sea posible proteger y limpiar todas las zonas afectadas. Por ello, se identificarán, por adelantado, los sectores prioritarios, conforme con mapas de áreas sensibles, por sus contenidos, a derrames de petróleo.
6. Las decisiones sobre prioridades de respuesta se tomarán una vez se consideren los conflictos potenciales de intereses. Por ejemplo, la utilización de las técnicas más efectivas pueden resultar perjudicial para algunos ambientes sensibles, por sus contenidos biológicos, mientras que en otros lugares, los intereses sobre las playas recreacionales pueden invalidar tales consideraciones.
7. A veces, resulta mejor dejar que el hidrocarburo se curta en las costas, y que se degrade de forma natural.

En ciertas costas, tales como:

- pantanos,
- bancos de lodo, y
- manglares,

ambientalmente sensibles a los derrames de petróleo, normalmente la mejor técnica anticontaminante es dejar que actúen los procesos naturales.

8. Cuando se requiera limpiar una costa, por lo general se dará una de las siguientes situaciones:

- Situación I: Limpieza de una costa fuertemente contaminada. La contaminación y el hidrocarburo flotante afectaría a la totalidad de la zona.
- Situación II: Limpieza de una contaminación moderada, que tendría apresamientos puntuales de hidrocarburos, y en la que habría materiales costeros manchados.
- Situación III: limpieza de una costa ligeramente contaminada. Sólo se encontrarían algunas manchas aisladas de hidrocarburo.

9. En la situación I, el hidrocarburo flotante, que llegue a la costa, se contendrá y se recogerá lo más pronto posible, para evitar que se mueva hacia zonas no contaminadas. Esto también se aplicará para las concentraciones grandes de petróleo apresado, que pueda desplazarse y flotar, especialmente en regiones con fuertes rangos de marea.

Si no existiera riesgo de migración del hidrocarburo, quizás sería más aconsejable esperar a que todo el petróleo del derrame llegue a la costa, antes de comenzar las operaciones de limpieza. Así se evitaría tener que limpiar la misma zona más de una vez. Sin embargo, esta posibilidad se sopesaría contra la posibilidad:

- de que el petróleo se mezcle con el sustrato o, peor aún,
- de que se “entierre”, si se demora demasiado la limpieza.

En ocasiones, la capacidad de “enterramiento” va a estar determinada por la posición del nivel freático. En principio, se puede admitir que cuando más superficial sea este nivel, menor será la penetración, en profundidad, del petróleo.

10. La utilización de grupos mecánicos acelerará la limpieza de playas, pero también recogerá cantidades considerables de áridos, que pueden ocasionar problemas potenciales de erosión. A menudo, las técnicas manuales serán mejores, aunque produzcan retrasos.

11. Con frecuencia, será difícil decidir en que momento culminará la operación de limpieza. Por lo general, esta culminación estará determinada por factores tales como:

- la importancia que se dé al área contaminada,
- la época del año, y
- la tasa en la que se espera que ocurra la limpieza natural.

Los costes también juegan un papel decisivo en esta decisión. En efecto, los esfuerzos que se precisen para lograr una mejora en la limpieza supondrá un aumento desproporcionado, a medida que disminuya el hidrocarburo contaminante. Por este motivo, las limpiezas exhaustivas se harán sólo en zonas de alto valor:

- biológico,
- paisajístico, o
- recreacional.

En el último caso, la limpieza exhaustiva se efectuaría durante o justo antes de la temporada de turismo, o de uso de los lugareños.

12. Se puede hacer una catalogación, lo más estandarizada posible, sobre los tipos de costas, en función de comportamientos cuasi semejantes ante la contaminación por derrames de petróleo.

Una primera aproximación, a esta catalogación, sería:

- Formaciones rocosas (como los acantilados con sus elementos de erosión), peñones y estructuras construidas por el hombre.
- Depósitos sedimentarios de cantos, guijarros y cascajos.
- Depósitos de arena.
- Zonas de lodo, como las de los escenarios pantanosos, las de los manglares, las de praderas de gramíneas marinas, etc..

Apriorísticamente, cada uno de estos grupos de escenarios tendrán reacciones diferentes ante la contaminación de hidrocarburos.

13. Para los diferentes escenarios anteriormente catalogados, se indicarán pautas respecto a las siguientes actuaciones:

- recuperación mecánica,
- recuperación manual,
- técnicas de limpieza con equipos mecánicos y/o métodos manuales,
- utilización de sorbentes,
- utilización de dispersantes,
- utilización de bolsas de plástico, para la recogida de hidrocarburos y de desechos,
- lugares de almacenamientos temporales y definitivos de hidrocarburos y de desechos,
- tratamientos posteriores de los hidrocarburos recogidos y de los desechos,
- efectos adversos en los entornos costeros afectados, y
- restauraciones de las zonas afectadas.

Los autores de The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd (1987) hacen discusiones ciertamente detalladas de estos puntos, para los escenarios geográficos inventariados en la anterior catalogación costera.

#### **d). Evaluación de un plan de contingencias, ante derrames de petróleo.**

The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd (1987) evalúa un plan de contingencias, que haga frente a derrames de petróleo, mediante diez preguntas, a saber:

1. ¿Se ha realizado una evaluación realista sobre la naturaleza y magnitud de la amenaza y de los recursos amenazados, tomando en consideración el movimiento probable de cualquier hidrocarburo derramado?.
2. ¿Se han acordado las prioridades de protección, tomando en consideración la viabilidad de las diferentes opciones de protección y limpieza?.
3. ¿Se ha acordado y explicado claramente una estrategia para la protección y limpieza de las diferentes áreas?.
4. ¿Se ha definido la organización necesaria y se ha establecido claramente las responsabilidades de todos los involucrados?. Todos los que tengan alguna labor potencial que realizar en el plan de contingencias ¿son conscientes de lo que se espera de ellos?.

5. ¿Son suficientes las disponibilidades de equipos, de materiales y de personal, para hacer frente a un derrame de las dimensiones anticipadas?. De lo contrario, ¿se han identificado recursos de apoyo?. Donde sea necesario, ¿se han establecido los mecanismos para la obtención de permisos respecto a la entrada, en el país, de equipos, de materiales y de personal?.
6. ¿Han sido identificados los lugares de almacenamiento temporal y los medios de eliminación del hidrocarburo y de los desperdicios recolectados?.
7. ¿Se han explicado debidamente los procedimientos iniciales de alerta y de evaluación, así como las gestiones para la revisión continua del progreso y de la efectividad de las operaciones de limpieza?.
8. ¿Se han descrito los arreglos para asegurar una comunicación efectiva entre la costa, el mar y el aire?.
9. ¿Se han examinado todos los aspectos del plan sin encontrar ningún fallo significativo?.
10. ¿Es compatible el plan con los planes para áreas adyacentes y para otras actividades?.

## 6. CLASIFICACIÓN DE LOS PLANES DE CONTINGENCIAS PARA HACER FRENTE A LOS DERRAMES DE PETRÓLEO EN EL MAR.

Los planes de contingencias, respecto a los derrames del petróleo en el mar, se clasifican en:

- locales,
- zonales,
- nacionales e
- internacionales.

Los *planes locales* son aquellos que se ajustan a las dos siguientes situaciones:

- cuando el accidente sólo afecta a una terminal o a una instalación mar adentro, y
- cuando se dispone de medios suficientes para combatir el derrame.

Los *planes zonales* se conciben cuando:

- la contaminación desborda los medios del plan local, y/o
- el área afectada incluye un puerto o una zona limitada, pero significativa, del litoral, de una misma provincia marítima.

Un *plan nacional* se prepara para las dos siguientes circunstancias:

- Cuando la contaminación afecta al Mar Territorial, a la Zona Económica Exclusiva o a grandes extensiones del litoral.
- O cuando la contaminación es causada por accidentes marítimos de buques en navegación.

Un *plan internacional* se refiere a las medidas a tomar, con carácter transnacional, cuando el accidente puede afectar a las aguas jurisdiccionales de dos o más países.

## 7. MODELO DE ESQUEMA ORGANIZATIVO DE PLANES DE CONTINGENCIAS, DE UNA COMPAÑÍA PETROLERA, PARA SITUACIONES DE MAREAS NEGRAS, POR ACCIDENTES EN INSTALACIONES TERRESTRES, POR DERRAMES DE PETRÓLEO DESDE TANQUEROS Y POR REVENTONES COSTAFUERA.

A título de ejemplo, se presenta un esquema, muy resumido, del "Plan de Contingencias Contra la Contaminación Marina Accidental de Shell España (1995)".

Este Plan contempla los siguientes puntos:

- Propósito,
- Amenazas,
- Objetivos de un plan de repuesta a la emergencia,
- Partes afectadas,
- Planes locales,
- Planes zonales,
- Plan nacional, y
- Plan internacional.

#### 1. Propósito.

Las distintas fases (de menor a mayor cobertura) de este Plan tienden a prever contingencias:

- En las operaciones de suministro de buques y de abastecimiento de combustible de las instalaciones que tiene la Compañía Shell en España.
- En las entregas de combustibles, propiedad de Shell España, a instalaciones de terceros en la Península Ibérica.
- Y en los derrames accidentales de hidrocarburos, o productos químicos, en la actividad comercial y de transporte del Grupo Shell, en la Zona Económica de España.

Las operaciones de contingencia harán frente:

- A los riesgos que, por accidente, se puedan dar en un barco propio, o contratado, con sus repercusiones en la tripulación, en el cargamento, en la terminal y/o en el medio ambiente.
- A la coordinación de la información interna.
- Y a las solicitudes de información de los medios de comunicación y/o de terceros que, por el accidente, se sientan afectados.

#### 2. Amenazas.

Las amenazas de la contaminación marina accidental pueden provenir:

- de accidentes de buques en el mar, y
- de derrames de hidrocarburos en el mar.

#### 3. Objetivos de un plan de respuesta a la emergencia.

Con el Plan de Shell España, se pretenden los siguientes objetivos:

- Minimizar las pérdidas de vidas humanas, los daños al medio ambiente, los daños o pérdidas en el buque accidentado, el daño a la imagen de la Compañía, la contaminación del cargamento y el retraso en la entrega.
- Prestar la mayor colaboración posible a las autoridades y a los gestores de los intereses medioambientales.
- Y proporcionar la información adecuada a los medios de comunicación.

#### 4. Partes afectadas.

En relación con un accidente, se pueden ver involucradas una o más compañías, a saber:

- armador o propietario del buque,
- fletador (temporal o por viaje),
- propietario del cargamento,
- expedidores o receptores del cargamento,
- operador de la terminal marítima,
- asegurador del buque, del cargamento y/o de la terminal,
- la Compañía Shell operadora en el país afectado por la contaminación.

También pueden estar involucradas otras organizaciones, tales como:

- compañías de salvamento de buques,
- agentes locales de navegación,
- aseguradores del casco del buque,
- contratistas de lucha contra la contaminación,
- autoridades portuarias,
- autoridades locales,
- autoridades de comunidades autónomas, y
- autoridades de la Administración Central.

### 5. Planes locales (Tier 1).

En el ejemplo, los planes locales se limitan únicamente a las dos instalaciones que la Compañía tiene en el territorio español:

- SESA Las Palmas, y
- SESA Melilla.

Los planes locales de la Shell España contienen:

- Planillas estandarizadas para recoger informes de las contaminaciones.
- Un diagrama de flujo, para la toma de decisiones respecto al uso, o no, de dispersantes y/o a la limpieza de la orilla.
- Listas de comprobación, con formatos estandarizados, para escenarios de crisis, causadas por derrames de petróleo en el mar.
- Y diseños de planes de contingencia contra derrames y anticontaminaciones accidentales, específicos para las instalaciones de Las Palmas y de Melilla.

En las listas de comprobación:

a). Se describen las condiciones de contorno del escenario:

- aeropuerto próximo,
- otras instalaciones petrolíferas existentes,
- pactos o acuerdos con otras compañías,
- etc..

b). Se tipifican y se evalúan los volúmenes anuales de los cargamentos, que pasan por las instalaciones.

c). Se recogen los contactos y las localizaciones telefónicas:

- de la autoridad portuaria,
- de la autoridad marítima,
- de Protección Civil,
- de la Oficina de la Shell,

- de los medios de comunicación,
- de los grupos ecologistas, y
- de científicos de prestigio, en el campo de la Ecología.

d). Se recopilan datos:

- en relación con el contratista para el manejo y transporte de equipos,
- sobre la contratación de personal eventual, y
- sobre el almacén de materiales.

e). Y se hace constar si se han realizado ejercicios de entrenamiento.

#### 6. Planes zonales (Tier 2).

En el ejemplo, la Compañía Shell establece cuatro planes zonales, bajo las responsabilidades sectoriales de:

- División Canarias,
- Puerto de Melilla,
- Shell España en la Península, y
- Shell Gibraltar.

A este nivel, los planes están configurados por los siguientes elementos:

- Un organigrama, para las comunicaciones telefónicas internas.
- Listas de comprobación, con formatos estandarizados, para escenarios de crisis, causados por derrames de petróleo en el mar.
- Organigrama de emergencia en una concesión (fase verde).
- Organigrama de emergencia, en fases azul y roja (afectando, o no, a la concesión).
- Modelo de mensaje de aviso de emergencia.
- Diseños de planes propios para cada área geográfica, y para subsectores dentro de ellas, válidas para las diferentes fases de emergencia, y específicas del tipo de accidente.
- Inventario de infraestructura logística disponible.

#### 7. Plan Nacional (Tier 3).

De forma genérica, el Plan nacional de Shell España consta de los siguientes elementos:

- Organigrama del Plan Nacional de la Shell.
- Organigrama para las comunicaciones telefónicas internas.
- Organigrama de la Organización "STASCO" (Shell International Trading & Shipping), para la respuesta a derrames de crudo accidentes marítimos.
- Organigrama de responsables para proporcionar una información coherente a todos los medios de comunicación, en caso de accidente.
- Listas de comprobación, con formato estándar, para diferentes escenarios en crisis, causadas por derrames de petróleo en el mar.

- Documento interno sobre procedimientos de actuación de Shell España, en caso de un accidente objeto del Plan Nacional de Contingencias, de la Dirección General de la Marina Mercante.
- Ubicación, en un mapa nacional, de los centros coordinadores en funcionamiento, del Plan nacional de la DGMM.
- Localización, en el anterior mapa nacional, de otros centros coordinadores, previstos en el Plan de la DGMM, y pendientes de realización.
- Cartografía de las zonas de responsabilidad de búsqueda y de salvamento marítimo (SAR), asignadas a cada nación ribereña por la Organización Marítima Internacional (OMI).
- Mapa de despliegue de la flota de la Sociedad Estatal de Salvamento y Seguridad Marítima.
- Listado de autoridades portuarias y de capitanías marítimas, con sus localizaciones (domicilio, localidad, teléfono y fax).
- Formato “vigente” del Plan Nacional de Contingencias, de la Dirección General de la Marina Mercante, por contaminación marina accidental procedente de buques.

#### 8. Plan Internacional.

En situaciones de grandes derrames, de consecuencias catastróficas, en las que se requieran ayudas a escala internacional, la Compañía moviliza a sus equipos y a sus especialistas, con base en Southampton (Inglaterra), donde se encuentra el OSSC (Oil Spill Service Centre).

La Compañía participa, junto a otras multinacionales del sector, en el mantenimiento de un almacén de equipos de lucha contra la contaminación. Estos equipos pueden ser transportados, por vía aérea, a las proximidades del accidente. Asimismo, un grupo de especialistas acompañaría al equipo, para su mejor utilización.

#### 8. PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA MARINA MERCANTE, PARA MITIGAR LOS IMPACTOS DE CONTAMINACIÓN MARINA, PROCEDENTES DE ACCIDENTES DE BUQUES.

De acuerdo con Shell España, el Plan Nacional de Contingencias de la Dirección General de la Marina Mercante (DGMM), de 27 de junio de 1995, fue puesto en práctica en el incidente del “Mar Egeo”, en La Coruña (Galicia, España). Aún cuando no ha sido oficializado mediante su publicación por Decreto, o por Orden Ministerial, debe considerarse en “vigor”, según la DGMM.

El documento en cuestión consta de las siguientes secciones:

- Introducción.
- Objetivos del Plan.
- Criterios básicos.
- Procedimientos operativos generales.
- Recomendaciones que se han de tener en cuenta en una operación de lucha contra la contaminación marina accidental.
- Gestión de medios y servicios.
- Aspectos legales.
- Convenios y Acuerdos en materia de lucha contra la contaminación marina accidental.

- Anexos: Áreas sensibles y de especial protección en la costa española. Inventario de medios nacionales de lucha contra la contaminación. Lista de Autoridades y Centros Nacionales de Coordinación en la lucha contra la contaminación. Lista de Expertos Nacionales integrados en el Plan. Y lista de Organizaciones y empresas integradas en el Plan.

Cuasi textualmente, se puede leer lo siguiente en el documento:

### **Introducción.**

La experiencia acumulada a través de todos los derrames de hidrocarburos en el mar, bien sea por accidentes marítimos o por otras causas, señala que los factores *tiempo* y *organización* son de primordial importancia a la hora de afrontar, con posibilidades de éxito, la lucha contra la contaminación producida.

El factor *tiempo* está en muchas ocasiones íntimamente ligado con la *organización*, ya que un esquema organizativo claro y sencillo ahorra mucho tiempo a la hora de tomar decisiones sobre la utilización de distintos medios en las operaciones de contención, recuperación y limpieza de un derrame.

Para que las operaciones de descontaminación se inicien cuanto antes y de manera más eficaz posible, es necesario coordinar los esfuerzos y los medios de los distintos estamentos públicos y privados, que necesariamente han de intervenir, sobre todo en los casos en que la contaminación llegue a la costa.

Diversos Convenios Internacionales en materia de lucha contra la contaminación marina accidental prestan especial atención a que los Estados firmantes dispongan de *Planes de Contingencias* que permitan afrontar con posibilidades de éxito cualquier suceso de contaminación derivado de un accidente marítimo.

En esta línea, la Organización Marítima Internacional (O.M.I.), organismo de Naciones Unidas para temas marítimos, a través de su Comité de Protección del Medio Ambiente (C.P.M.M.), ha editado un "Manual de Lucha contra la Contaminación", que recoge tanto aspectos operativos como organizativos, con objeto de orientar a los Estados Miembros en la elaboración de sus Planes de Contingencias respectivos.

Los Planes de Contingencias, cualquiera que sea su nivel (local, zonal o nacional), determinan las líneas generales a seguir en estos casos. Todos ellos han de contar con una estructura común, de forma tal que el paso de un plan a otro se pueda realizar sin que sea necesario efectuar ajustes, o perder un valioso tiempo en el cambio.

Aún cuando los Planes Nacionales de Contingencias cuenten con una estructura común, adoptada internacionalmente, han de adaptarse a las características específicas de cada país, en virtud de sus peculiaridades administrativas, ya que, en muchos casos, la estructura de competencias diseñada para un determinado Estado no es válida para otro. La vigente Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, establece en su artículo 87, al hablar del "*El Plan Nacional de Servicios especiales de salvamento de la vida humana en el mar y de la lucha contra la contaminación del medio marino*", que el Plan Nacional será objeto de desarrollo mediante Programas Sectoriales y Territoriales (apartado 3).

En cumplimiento del mandato contenido en el mencionado artículo 87.3, se desarrolla el presente "*Plan Nacional de Contingencias por Contaminación Marina Accidental Procedente de Buques*", que, por otro lado, cumple la exigencia contenida en los Convenios Internacionales sobre la materia, como son:

- el Convenio Internacional para la Protección del Mar Mediterráneo (Convenio de Barcelona) de 1978, y
- el Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha Contra la Contaminación por Hidrocarburos (Convenio OPRC) de 1990,

de los cuales España es país signatario.

El presente plan incorpora en sus Anexos unas útiles bases de datos, como ayuda en la toma de decisiones a los responsables políticos y a los técnicos de la lucha contra la contaminación marina accidental, tanto en tierra como en la mar.

### **Objetivos del Plan.**

El Plan de Contingencias por Contaminación Accidental Procedente de Buques, tiene por fin primordial establecer, por un lado, las líneas básicas de actuación en los casos en que se produzca un accidente marítimo con resultado de contaminación, y por otro, definir la vinculación de las Autoridades, Organismos y Organizaciones Públicas y Privadas al mencionado Plan.

Otro objetivo importante es adecuar los niveles nacionales de respuesta ante un suceso grave de contaminación marina, que pueda afectar a otros países, y a los esquemas operativos internacionales en el marco de los Convenios y Acuerdos de prevención y lucha contra la contaminación suscritos por el Gobierno Español.

El Plan pretende, además, sentar las bases que permitan una acción coordinada y eficaz entre medios y personas pertenecientes a distintos grupos operativos.

### **Sección I: Criterios básicos.**

#### Definiciones:

Autoridad Marítima Nacional: Es el Órgano de la Administración a cuyo cargo está la lucha contra la contaminación en las aguas del mar bajo jurisdicción del Estado Español. De acuerdo con lo establecido en la Ley 27/1992, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, tal competencia recae en la Dirección General de la Marina Mercante, del antiguo Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

Centro de Operaciones: Es el lugar desde donde el coordinador de operaciones mantiene contacto con los distintos “grupos de respuesta” que intervienen en la lucha contra la contaminación, imparte instrucciones y comunica el desarrollo de los acontecimientos al “Organismo Rector”.

Coordinador de Operaciones: Es la persona designada por la Autoridad Marítima Nacional para realizar la dirección técnica y coordinación de los distintos “grupos de respuesta”.

Comité Técnico Asesor: Está formado por especialistas en distintas disciplinas, y asesora al “Organismo Rector” en la toma de decisiones sobre aspectos concretos de la lucha contra la contaminación.

Contaminación Marina Accidental: La constituye cualquier derrame de sustancias contaminantes en el mar, producido como consecuencia de un accidente marítimo u otras causas.

Contingencia Marítima: La forma cualquier accidente, incidente, acción o situación de la que resulte una sustancial contaminación o amenaza inminente de contaminación del mar por hidrocarburos, u otros productos nocivos para el medio ambiente marino. Se incluyen colisiones, vías de agua y otros incidentes que involucren a buques, así como los derrames procedentes de plataformas y torres petrolíferas de perforación y producción. Aquí entran también los derrames procedentes de otras operaciones de instalaciones industriales.

Grupo de Apoyo: Corresponde a los recursos humanos que deberán asumir tareas complementarias, pero indispensables para un óptimo funcionamiento de las operaciones de respuesta. Estas tareas son, entre otras, las comunicaciones, el suministro de personal y de equipo, la obtención y distribución de alojamiento, de víveres y de servicios para el personal operativo, la administración de recursos, las relaciones públicas, etc..

Grupo de Respuesta: Se denomina así a cada uno de los grupos cuya misión es la actuación directa, haciendo uso de los distintos medios disponibles para la lucha contra la contaminación. Por lo tanto,

existirán grupos de respuesta que se ocupen de los distintos aspectos del siniestro, como son el salvamento, la limpieza del mar, la vigilancia marítima, la operación de limpieza en playas y costas, eliminación de residuos, control del tráfico, etc..

Organismo Rector: Es aquél a cuyo cargo se encuentra la alta dirección de todas las operaciones y la relación institucional con otros organismos de la Administración Central, Autónoma y Local, así como con las demás entidades que participan en la lucha contra la contaminación. Dentro de sus cometidos están también las relaciones con los medios de comunicación e información al ciudadano.

Respuesta: Define cualquier acción encaminada a prevenir, contener, reducir, vigilar o combatir la contaminación.

Zona de responsabilidad: Corresponde al área marítima o marítimo-terrestre sobre la cual tiene competencia un determinado Órgano de la Administración, en determinadas operaciones de lucha contra la contaminación.

#### Clases de planes de contingencias:

Plan Local de Contingencias: Es aquél cuyo ámbito de aplicación se refiere a una determinada instalación mar adentro, o a una terminal marítima de carga y/o de descarga de productos potencialmente contaminantes, y concurriendo la circunstancia de disponer de los medios suficientes para combatir el derrame.

Plan Zonal de Contingencias: Es el que se refiere a las medidas de lucha contra la contaminación en un puerto, en una zona bajo la responsabilidad de una Capitanía Marítima o en una zona limitada significativa de litoral de una misma provincia marítima. La contaminación desborda los medios del Plan Local.

Plan Nacional de Contingencias: Es el que tiene su ámbito de aplicación en el Mar Territorial, en la Zona Económica Exclusiva y en grandes extensiones del litoral español. Aquí se sitúa la contaminación causada por accidentes marítimos de buques en navegación.

Plan Internacional de Contingencias: Se diseña para los casos en que la contaminación pueda afectar a dos o más países próximos.

#### Criterios para la activación de un plan de contingencias:

Se activará el Plan Local cuando el suceso de contaminación marina afecte sólo a una instalación mar adentro o a un terminal marítimo, y cuando los medios de respuesta disponibles sean suficientes para combatir el derrame. No obstante, se informará inmediatamente del suceso a la correspondiente Capitanía Marítima, en prevención de que sea necesario activar otro Plan.

Se activará el Plan Zonal si la contaminación se produce dentro de un puerto o en una zona limitada significativa del litoral, o si los medios disponibles no son suficientes para combatir el derrame producido en un terminal marítimo o en una instalación mar adentro.

Se disparará el Plan Nacional en el caso de que la contaminación producida pueda afectar a una gran extensión de las aguas marítimas españolas o a un importante sector de su litoral.

Se activará también el Plan Nacional en todos los casos en que la contaminación sea consecuencia de un accidente marítimo, tal como una colisión, una varada o averías en el casco de un buque en navegación.

Cuando la extensión del derrame permita suponer que puede verse afectada las aguas marítimas y costa de otra u otras naciones vecinas, se ha de dar conocimiento a las Autoridades de los países afectados y a los Organismos Internacionales, para activar el Plan Internacional.

### Mecanismos de activación del Plan Nacional:

El Plan Nacional será activado por la Capitanía Marítima de la zona donde haya acontecido el suceso, si ya se encuentra en ejecución un Plan Local o Zonal y si las circunstancias aconsejan activar el Plan Nacional.

Cuando se trate de un accidente marítimo o un suceso en una instalación mar adentro, en el Mar Territorial o Zona Económica Exclusiva, el Plan Nacional podrá ser activado por la Capitanía Marítima más próxima, por los propios responsables de la instalación o, en el caso de un accidente marítimo, por los capitanes de los buques siniestrados.

También podrá ser activado el Plan Nacional por la propia Administración Marítima Nacional o por cualquier autoridad integrada en el Plan, ante la recepción de una información sobre contaminación marina que, por su situación o magnitud, aconseje la puesta en acción de los recursos previstos en el referido Plan.

El Plan Nacional se activará siempre a través del Centro Nacional de Coordinación de Salvamento y Lucha contra la Contaminación (CNCS-LCC), mediante el correspondiente "informe sobre contaminación marina".

### Autoridades, organismos, entidades y empresas integradas en el Plan Nacional:

Como norma general, habrán de integrarse en el Plan Nacional de Contingencias los siguientes elementos:

- Presidencia del Gobierno.
- Delegaciones del Gobierno de todas las Comunidades Autónomas costeras afectadas.
- Gobiernos de las Comunidades Autónomas costeras afectadas.
- Ministerio de Defensa.
- Ministerio de Economía y Hacienda.
- Ministerio del Interior.
- Ministerio de Fomento.
- Ministerio del Medio Ambiente.
- Entidades y empresas públicas y privadas relacionadas con el tráfico marítimo.
- Organizaciones públicas y privadas de carácter humanitario.
- Todas las empresas de la industria petrolífera y químicas que posean terminales y/o instalaciones mar adentro.

Las autoridades, organismos, entidades y empresas integradas en el Plan formarán parte del mismo en los niveles directivo y operativo, que se describen en los puntos siguientes, como miembros permanentes o temporales.

### Esquema directivo y operativo de las operaciones de lucha contra la contaminación marina accidental:

Las operaciones de lucha contra la contaminación se estructuran de acuerdo con los órganos directivos y de respuesta, conforme con un organigrama determinado. Los cometidos de estos órganos se desarrollan en los puntos siguientes:

Organismo Rector: Tiene a su cargo la alta dirección de las operaciones y la relación institucional con otros organismos de la Administración Central, Autónoma y Local, siendo sus cometidos específicos los siguientes:

- Tomar las decisiones generales sobre las operaciones de respuesta y ordenar su ejecución.
- Mantener un contacto permanente con el coordinador de operaciones y evaluar la situación de acuerdo con el desarrollo de los acontecimientos.
- Establecer contactos con otros organismos, instituciones y empresas, a fin de recabar de los mismos los medios materiales y humanos necesarios en cada fase de las operaciones.

- Planificar y ordenar la ejecución de todas aquellas medidas complementarias a las operaciones de respuesta, que sean necesarias para un rápido y eficaz desarrollo de éstas.
- Redactar y ordenar la difusión de los partes informativos sobre el desarrollo de las operaciones y la situación de la contaminación.
- Disponer las medidas de apoyo a los grupos de respuesta que sean necesarias, para facilitar el trabajo de los mismos.
- Intervenir y aprobar los gastos que sean necesario realizar, para la ejecución de las operaciones de respuesta.
- Ordenar la apertura del correspondiente Expediente Administrativo sobre el suceso y admitir a trámite las reclamaciones por daños y pérdidas que se presenten.

El “Organismo Rector” estará compuesto por un representante, a nivel directivo, de cada una de las autoridades, organismos, entidades y empresas de la zona afectada. La presidencia será ostentada por la Autoridad competente que se definirá más adelante.

Comité Técnico Asesor: Tiene como misión la de aconsejar al “Organismo Rector” sobre aspectos científicos, técnicos y jurídicos concretos de las operaciones de respuesta. Entre sus cometidos caben destacar los siguientes:

- Estudiar el desarrollo de los acontecimientos y proponer acciones determinadas, encaminadas a combatir la contaminación o minimizar sus efectos.
- Obtener información sobre los posibles efectos del producto contaminante sobre el ecosistema y las poblaciones afectadas, a fin de proponer las medidas de protección que se consideren más adecuadas.
- Estudiar y proponer las medidas legales que se consideren necesarias para la resolución de controversias y reclamaciones.

El Comité Técnico Asesor estará compuesto por expertos en la lucha contra la contaminación marina, en protección civil, en tratamiento de residuos, por juristas, etc., tanto de las distintas administraciones públicas como del sector privado.

Grupos de Apoyo: Tiene como misión ejecutar todas las disposiciones del “Organismo Rector” encaminadas a facilitar el suministro de equipamiento y el apoyo logístico a los grupos de respuesta. Asimismo, tiene a su cargo las relaciones públicas y la administración de recursos. Dentro de sus cometidos específicos caben destacar los siguientes:

- Recepción y distribución de los equipos de lucha contra la contaminación facilitados por distintas administraciones públicas, organizaciones y empresas integradas en el Plan de Contingencias.
- Suministro, control y distribución de equipamiento ligero y ropa de trabajo a los miembros de los grupos de respuesta que lo precisen.
- Localización y preparación de lugares de almacenaje y clasificación de residuos y productos recuperados.
- Suministro y distribución de viveres, alojamiento, lugares de aseo, etc., a los miembros de los grupos de respuesta que lo precisen.
- Recepción y atención a las personas que se hayan de incorporar en los distintos órganos del esquema directivo y operativo del Plan.

- Difundir los comunicados elaborados por el “Órgano Rector”, mantener contactos con los medios de comunicación, disponer las ruedas de prensa y cualquier otra labor propia de un departamento de relaciones públicas.

Coordinador de Operaciones: Tiene como misión principal asumir la dirección técnica de las distintas operaciones de lucha contra la contaminación y coordinar las acciones de los diferentes grupos de respuesta. Su misión se desarrollará en el “Centro de Operaciones” y estará auxiliado por los Jefes de Operaciones de cada grupo de respuesta. Entre sus cometidos caben destacar los siguientes:

- Ordenar los tendidos de cercos y barreras de protección y la utilización de los medios de recogida y combate de la contaminación, de acuerdo con el “Plan Operativo” elaborado por el “Organismo Rector”. Introducirá las modificaciones necesarias, de acuerdo con las circunstancias de cada momento y el resultado de las acciones emprendidas.
- Mantener continuamente informado al “Organismo Rector”, cumpliendo sus disposiciones y proponiendo las medidas técnicas que considere necesarias, de acuerdo con las sugerencias de los respectivos jefes de operaciones de cada “grupo de respuesta”.
- Solicitar del “Organismo Rector” los medios materiales y humanos que considere necesarios.
- Disponer, de acuerdo con las instrucciones recibidas y las consideraciones técnicas precisas, el movimiento y asignación de misiones concretas a las unidades navales, aéreas y terrestres, que intervengan en las operaciones.

Grupos de Respuesta: Son los que ponen en práctica las operaciones de lucha contra la contaminación y demás misiones auxiliares necesarias. Cada unidad o grupo de unidades, que tienen encomendadas unas tareas específicas dentro del “Plan Operativo” constituye un “grupo de respuesta”, el cual tendrá un mando único representado por el “jefe de operaciones del grupo”, a través del cual recibirán las instrucciones del “coordinador de operaciones”. Se podrán formar, de acuerdo con las previsiones del “Plan Operativo”, los siguientes “grupos de respuesta”:

- salvamento marítimo,
- operaciones marítimas,
- operaciones terrestres,
- operaciones aéreas,
- protección civil,
- residuos,
- transportes,
- tráfico y
- operaciones auxiliares.

Competencias de las distintas administraciones nacionales, autónomas y locales.

Al objeto de realizar una labor coordinada entre las distintas administraciones que puedan intervenir en las operaciones, en beneficio de una mayor eficacia, y teniendo en cuenta el ámbito geográfico donde sea necesario actuar, las competencias se distribuirán de acuerdo con las siguientes “zonas de responsabilidad”:

Grandes derrames en el mar territorial y zona económica exclusiva, que no afecten a la costa. En este caso, la presidencia del “Organismo Rector” será ostentada por la Dirección General de la Marina Mercante, por delegación de la Presidencia del Gobierno, y donde se integrarán representantes de los demás organismos del Estado integrados en el Plan.

Derrames en el mar territorial y/o en las aguas interiores, que afecten al litoral de dos o más comunidades autónomas. La presidencia del “Organismo Rector” corresponderá a la Presidencia del Gobierno o al Departamento Ministerial o a la Autoridad en quien la misma delegue. En dicho

organismo, se integrarán los demás representantes correspondientes a las comunidades autónomas afectadas.

Derrames en el mar territorial y/o en las aguas interiores, que afecten a una sólo comunidad autónoma. En este caso, la presidencia del “Organismo Rector” será ejercida por el Delegado del Gobierno en la Comunidad Autónoma, y los demás miembros serán los representantes de las autoridades, organismos, entidades y empresas en la mencionada comunidad.

Derrames en el mar territorial y/o en aguas interiores, que afecten a una sólo provincia marítima de una comunidad autónoma. El “Organismo Rector” será presidido por el Subdelegado del Gobierno en la provincia marítima afectada, formando parte del mismo representaciones de las autoridades autónomas, administración local, municipios afectados, organizaciones y empresas locales incluidas en el Plan.

#### Coordinación y dirección técnica de las operaciones de lucha contra la contaminación.

La coordinación y la dirección técnica de las operaciones de respuesta corresponde a la Dirección General de la Marina Mercante, en razón a sus competencias en la lucha contra la contaminación y será ejercida:

- Por la “Subdirección General de Seguridad Marítima y Contaminación”, en las tres primeras zonas descritas en el epígrafe anterior.
- Y por el “Capitán Marítimo” en las zonas restantes.

En ambos casos, con el apoyo del Centro Nacional, y del Regional correspondiente, de Coordinación de Salvamento y Lucha contra la Contaminación, las misiones principales serán:

- asegurar los enlaces con los distintos “grupos de respuesta”,
- recibir y transmitir información sobre los acontecimientos,
- mantener la comunicación con los “Centros Internacionales e Lucha Contra la Contaminación” (FOCAL POINTS), y
- canalizar las peticiones de ayuda a otros países, a través de los mencionados Centros.

#### Integración de los órganos directivos, asesor, operativo y de apoyo de un Plan Local o Zonal en el Plan Nacional.

Como norma general, y dado que los tres planes deben tener la misma estructura, un miembro designado especialmente para cada uno de los órganos del correspondiente Plan, se integrará en el mismo nivel del Plan Nacional. Es decir, el representante del “Organismo Rector” del Plan Local o Zonal formará parte del Plan Nacional como miembro del “Organismo Rector” de dicho Plan, y así sucesivamente con los demás niveles.

Esta integración se producirá cuando la activación del Plan Nacional se origine por desbordamiento en la aplicación de un Plan Local o Zonal.

No obstante, a lo indicado en el anterior punto, cuando el “Organismo Rector” del Plan Nacional lo considere necesario, podrá solicitar la integración de algún miembro de los otros planes en el “Comité Técnico Asesor”.

#### Plan de entrenamiento y ejercicios periódicos.

Se asegurará la realización de ejercicios regulares, al objeto de que los integrantes de los “grupos de respuesta” estén familiarizados con el manejo de los equipos y de las técnicas de lucha contra la contaminación.

También es necesario que los miembros del “Organismo Rector”, del “Comité Técnico Asesor” y de los “grupos de apoyo” efectúen ejercicios teóricos y prácticos periódicos, con el fin de familiarizarse con las distintas situaciones que puedan plantearse.

En los ejercicios intervendrán también el “Centro Nacional de Coordinación de Salvamento y Lucha Contra la Contaminación” (CNCS-LCC) y los centros regionales existentes.

Todos los ejercicios, independientemente de su naturaleza, finalizarán con una evaluación de los resultados, que incluirá propuestas de modificación de los mismos, al objeto de mejorar el grado de respuesta ante una contaminación real.

Los ejercicios prácticos se desarrollarán en dos niveles. Por unidad operativa y por zona de responsabilidad, planificando cada uno de acuerdo con las características de la zona de actuación.

El plan de ejercicios será el que se recoge en la tabla 17.2.

NIVEL	TIPO DE EJERCICIO	FRECUENCIA
A	<u>Unidad Operativa</u> . Cada unidad integrada en el Plan Nacional efectuará ejercicios prácticos sobre el manejo de los equipos de lucha contra la contaminación disponibles en dicha unidad, con medida del tiempo de respuesta.	Mensual
B	<u>Grupo de Respuesta</u> . Las unidades y personal integrantes de cada grupo de respuesta realizarán ejercicios prácticos conjuntos en sus zonas respectivas, bajo la coordinación del CRCS-LCC correspondiente.	Semestral
C	<u>General</u> . En este tipo de ejercicio, se activarán todos los efectivos del Plan Nacional de Contingencias en una zona de responsabilidad determinada, desarrollándose el mismo de acuerdo con las previsiones de un supuesto accidente marítimo, con resultado de contaminación.	Anual
D	<u>Teórico</u> . En este ejercicio, se probará la capacidad de respuesta de los centros de coordinación de salvamento y lucha contra la contaminación, así como del Comité Técnico Asesor y del grupos de apoyo. En el mismo, se plantearán hipotéticas situaciones durante el desarrollo de una operación de lucha contra la contaminación.	Anual
<b>NOTA:</b> De todos los ejercicios realizados, se confeccionarán informes que servirán de base para introducir las modificaciones que sean necesarias en el Plan Nacional de Contingencias.		

Tabla 17.2

Programación de ejercicios que se contemplan en el Plan Nacional de Contingencias ante derrames de petróleo.

#### Revisión del Plan de Contingencia:

Se formará un “grupo de trabajo” integrado por un miembro de cada uno de los niveles contemplados en el Plan (Rector, Asesor, Apoyo y Coordinador), el cual tendrá a su cargo el estudio y evaluación de los informes de ejercicios y de casos reales, a fin de proponer las modificaciones o enmiendas, que se consideren necesarias, en el Plan.

Las propuestas de modificaciones, que afecten a las relaciones institucionales dentro del Plan, deberán ser aprobadas por unanimidad de los miembros permanentes del “Organismo Rector”.

Las modificaciones que afecten a aspectos operativos deberán ser adoptadas por la Dirección General de la Marina Mercante.

Las modificaciones o enmiendas aprobadas serán introducidas en el texto del Plan y distribuidas a las autoridades, organismos, entidades y empresas incluidas en el mismo, por la Dirección General de la Marina Mercante, en un plazo no superior a un mes desde su aprobación.

## **Sección II: Procedimientos operativos generales.**

### Información inicial sobre el suceso.

Al objeto de poder evaluar correctamente la situación y diseñar el Plan Operativo más adecuado, es necesario contar con una información inicial, donde se recojan los datos más relevantes sobre el suceso y la contaminación producida. Posteriormente, de acuerdo con las observaciones visuales y electrónicas realizadas, se modificarán y se ampliarán esos datos.

La información inicial deberá ser cumplimentada por el propio observador del suceso, o por el organismo, autoridad, organización, entidad o empresa que haya tenido conocimiento del mismo y lo haya remitido urgentemente al Centro Nacional de Coordinación de Salvamento y Lucha Contra la Contaminación (CNCS-LCC), o al Centro Regional de la zona afectada.

### Acciones inmediatas a emprender por el CNCS-LCC.

Estas acciones se contemplan en once puntos:

Se transmitirá la información recibida a los Jefes de Departamento de la Subdirección General de Seguridad Marítima y Contaminación, de la Dirección General de la Marina Mercante.

Se comunicará el suceso a los miembros permanentes del "Plan Nacional de Contingencias", que activará el mismo, si las circunstancias lo requieren.

Se pondrá en conocimiento de los hechos a las autoridades de la zona o zonas afectadas.

Se alertará a las Capitanías Marítimas de las zonas afectadas.

Si el suceso ha ocurrido en una zona fronteriza con otro país, se establecerá conexión con su Centro Nacional o Regional correspondiente, para alertar a las autoridades y determinar las acciones conjuntas a realizar, si existe un acuerdo regional con dicho país.

Si el causante del derrame es un buque identificado, y se encuentra en el mar, se procurará establecer contacto con él, a través de un de los siguientes procedimientos:

- Mediante el complejo costero de la compañía Telefónica, cuya base de emergencias está en el centro "Diana", el cual determinará el procedimiento más adecuado de comunicación con el buque.
- Utilizando el CRCS-LCC de la zona, o el buque del salvamento más próximo, para que actúe de "puente".
- Utilizando, en una segunda fase, los equipos de comunicaciones en ondas decamétricas y vía satélite que posee el CNCS-LCC.

Obtenida la comunicación, se solicitará al capitán del buque accidentado todos los datos necesarios, de acuerdo con el "Informe sobre contaminación marina".

Se alertarán a todas las unidades de salvamento y lucha contra la contaminación de la Dirección General de la Marina Mercante, que se encuentren disponibles en la zona, manteniendo contacto

permanente con las mismas, a fin de disponer sus salidas hacia el lugar del suceso, si fuera necesario, de acuerdo con las instrucciones recibidas del “Coordinador de Operaciones”.

Según la magnitud de la contaminación, y si el “Organismo Rector” lo considera oportuno, se enviará un mensaje de “Alert Pollution” a la “Task Force” de la Unión Europea.

Se harán inventarios de los medios útiles, para la lucha contra la contaminación, que dispongan las autoridades, organismos y empresas. De acuerdo con las instrucciones del “Organismo Rector”, se alertará a los responsables de dichos medios, por si fuera necesario el uso de los mismos.

Si el aviso de contaminación se recibiera en uno de los Centros Regionales de Coordinación, de Salvamento y Lucha contra la Contaminación (CRCS-LCC), éste transferirá la información al Centro Nacional, actuando coordinadamente con éste, en las acciones que el mismo lleve a cabo, y que se han descrito anteriormente.

#### Activación de los distintos órganos de respuestas del Plan.

En el momento de recibir un aviso de contaminación, que requiera la activación del Plan Nacional de Contingencias, la Dirección General de la Marina Mercante, a través del CNCS-LCC, cursará aviso inmediato a los demás miembros permanentes del Plan, los cuales, reunidos en sesión urgente, tomarán las decisiones iniciales y realizarán la distribución de funciones de acuerdo con lo establecido en el punto siguiente.

#### Composición de los órganos de respuesta y distribución de funciones.

Los órganos de respuesta, que se han descrito en su momento, se compondrán de “miembros permanentes” y de “miembros temporales”.

De los primeros, formarán parte las representaciones de los distintos Departamentos Ministeriales, entidades y empresas integradas en el Plan, a nivel nacional.

Los segundos, estarán integrados por representantes de las autoridades autónomas, locales, organizaciones y empresas de la zona o zonas afectadas por la contaminación.

Estos órganos de respuesta (permanentes y temporales) se ajustan a las siguientes descripciones:

Composición del Organismo Rector. Los miembros de este organismo serán elegidos entre cargos de alta dirección, con capacidad decisoria, y estarán formados por miembros permanentes y temporales.

Los *miembros permanentes* están integrados por:

- El representante de la Presidencia del Gobierno,
- los representantes del Ministerio del Interior, y
- los representantes de los Ministerios de Fomento y del Medio Ambiente.

Serán *miembros temporales*:

- el Delegado del Gobierno en la comunidad autónoma o el Subdelegado de la provincia marítima afectada, según los casos, y
- los representantes de la comunidad autónoma afectada.

Composición del Comité Técnico Asesor. Pertenecen a este comité:

- Representante del Ministerio de Defensa.
- Representante del Ministerio de Economía y Hacienda.
- Representante de armadores y consignatarios.
- Representante de Cruz Roja Española.
- Representante de las asociaciones ecologistas nacionales.

- Representante de las empresas petroquímicas (ASERPETROL).
- Representante, en su caso, de la empresa en cuyo terminal, o instalación mar adentro, se haya producido el derrame.

También formarán parte de este Comité uno o dos representantes del Comité Técnico Asesor que figure en el "Plan Local" de la empresa, en cuyo terminal o instalación mar adentro se haya producido el derrame o, como alternativa, los que se encuentren integrados en el correspondiente "Plan Zonal".

Composición del Grupo de Apoyo. Habrán miembros permanentes y miembros temporales.

*Miembros permanentes:*

- Representante de los servicios de gestión económica de cada uno de los organismos de la Administración Central incluidos en el Plan.
- Representante por cada uno de los servicios de suministros y recursos humanos de los Ministerios de Defensa, de Interior y de las organizaciones nacionales incluidas en el Plan.
- Representante de los servicios de relaciones públicas de cada uno de los organismos de la Administración Central que figuren en el Plan.

*Miembros temporales.*

Serán miembros temporales los representantes de los servicios mencionados anteriormente, a nivel del Gobierno Autónomo, de la Delegación del Gobierno, de los Subdelegados del Gobierno y de la Administración Local de la zona afectada. Así mismo, estará representada la empresa en cuyo terminal, o instalación mar adentro, se haya producido la contaminación.

Centro de Operaciones.

Al frente del mismo figurará el "coordinador de operaciones" designado por la Dirección General de la Marina Mercante, siendo parte del mismo los "jefes de operaciones" de los "grupos de respuesta".

También formará parte del Centro de Operaciones los oficiales designados del CNCS-LCC, del correspondiente CRCS-LCC o de la Capitanía Marítima, según los casos, así como el personal auxiliar de dichos centros.

El coordinador de operaciones del correspondiente Plan local o zonal, activado con anterioridad, se incorporará al Centro de Operaciones como un "jefe de operaciones" de un "grupo de respuesta", formado por el personal a sus órdenes.

Como norma general, el Centro de Operaciones tendrá su sede en el CRCS-LCC de la zona afectada, y, en su defecto, en la Capitanía Marítima de dicha zona.

Distribución de funciones.

De acuerdo con el área de competencias de cada uno de los miembros que forman parte de los órganos de decisión del "Plan de Contingencias", se distribuirán las funciones descritas en la sección precedente.

Evaluación de la situación y establecimiento del Plan Operativo.

La evaluación de la situación requiere:

- analizar la primera información recibida, así como las medidas inmediatas tomadas (ya que posiblemente esté activado y en ejecución un "Plan Local" o un "Plan Zonal", y

- a la vista de todos los factores que intervienen en el suceso, considerar las acciones más convenientes.

Se deben tener en cuenta las siguientes premisas:

- Si existen o no zonas sensibles o recursos importantes amenazados por la contaminación.
- Si es más aconsejable combatir la contaminación en alta mar o esperar a que se aproxime a la costa.
- Si la contaminación ya ha afectado a la costa, cuales son los puntos donde es prioritario comenzar la limpieza.
- Cuáles son las características del producto derramado y sus efectos sobre el ecosistema.
- Cuál es el resultado de las acciones emprendidas hasta el momento.

Una vez consideradas las alternativas y evaluadas la situación, se ha de establecer un “Plan Operativo”, que deberá tener en consideración lo siguiente:

- Determinación de la posible trayectoria de la contaminación mediante la utilización de los programas informáticos de predicción disponibles, o mediante aproximaciones empíricas teniendo presente las direcciones y velocidades de desplazamiento del viento y de las corrientes marinas más superficiales.
- Establecimiento de un servicio de vigilancia aérea, para verificar las predicciones y obtener información complementaria.
- Determinación de los puntos de la costa que es prioritario proteger, y selección de los sistemas más adecuados de protección.
- Organización de un “apoyo logístico” adecuado, a fin de evitar un retraso en las operaciones de limpieza por la formación de “cuellos de botella” entre la recuperación, el transporte, el almacenamiento temporal y la eliminación de residuos.
- Selección de las rutas más adecuadas para el acceso de los medios y equipos de lucha contra la contaminación, a las zonas de operaciones.
- Selección de las rutas de salida de productos y residuos recuperados hacia los puntos previstos para su almacenaje y/o eliminación.
- Establecimiento de la manera de proceder en la revisión del “Plan Operativo”, según el progreso de las operaciones y la información adicional obtenida de los observadores y de los propios “grupos de respuesta”.
- Establecimiento de los sistemas de comunicaciones entre los “grupos de respuesta” y el “Centro de Operaciones”, así como de éste con el “Organismo Rector”.
- Mantenimiento de un control y registro diario de todas las operaciones, resultado de las mismas y equipos utilizados.
- Confección y difusión de los correspondientes “partes de operaciones”.
- Procedimientos para la limpieza, el mantenimiento y la reparación de los equipos utilizados.
- Previsiones para el levantamiento de las operaciones, una vez finalizadas éstas, y para el regreso del personal y materiales a sus lugares de origen.

### Coordinación inicial de medios disponibles y obtención de ayuda exterior.

El establecimiento del "plan operativo" no ha de ser un motivo que pueda producir retrasos en las acciones más urgentes a emprender, para tratar de luchar contra la contaminación. El factor tiempo es muy importante a la hora de obtener resultados positivos de las operaciones. En consecuencia, hasta que se pueda poner en práctica dicho Plan, se continuarán las acciones emprendidas si anteriormente estaba activado un "Plan Local" o un "Plan Zonal", o en los casos en que no se hubiesen dado estas activaciones, se tomarán las siguientes medidas:

- Si la contaminación se encuentra lejos de la costa y no existe peligro inmediato de que afecte a la misma, la Dirección General de la Marina Mercante activará los medios aéreos y navales disponibles en la zona afectada, para mantener una vigilancia continua de la progresión de la contaminación, y aplicará las primeras medidas de protección de acuerdo con las previsiones obtenidas por los sistemas informáticos, los sistemas electrónicos de detección, las observaciones visuales realizadas y los cálculos manuales con datos de corrientes y de vientos.
- Si la contaminación se encuentra en la costa o en sus proximidades, el Capitán Marítimo correspondiente asumirá la coordinación de las primeras operaciones, las cuales se realizarán inicialmente con los medios y personal de la Dirección General de la Marina Mercante en la zona, adscritos al "Plan Nacional de Salvamento y Lucha Contra la Contaminación", quienes se pondrán a las órdenes directas de dicha Autoridad, previo aviso al CNCS-LCC.

La intervención de medios y personal de la Sociedad Estatal de Salvamento y Seguridad Marítima, dependiente de la Dirección General de la Marina Mercante, con base en otras zonas, será decidida por la propia Dirección General.

La incorporación de medios privados, ajenos a los que ya estén interviniendo en virtud de la activación de un Plan Local o Zonal, así como la solicitud de ayuda internacional, será decidida por el "Organismo Rector".

### Protección de zonas sensibles amenazadas por la contaminación.

En la protección de las zonas sensibles, se tendrá en cuenta la información contenida en este Plan y las recomendaciones sobre el particular de la sección III. Seguidamente, se iniciarán las operaciones de protección de acuerdo con los criterios de prioridad establecidos en el "Plan Operativo".

En las operaciones de protección de determinados puntos de la costa, que no requieran equipos y sistemas especializados, cooperarán los efectivos pertenecientes a las corporaciones locales adscritos al Plan Nacional de Contingencias.

### Información adicional e introducción de modificaciones en el Plan Operativo.

La información recibida posteriormente:

- de la progresión de la contaminación,
- del desarrollo de las operaciones de respuesta y
- del resultado de éstas.

puede hacer necesario introducir reformas en el "Plan Operativo" inicial. Estas reformas, si afectan exclusivamente a aspectos técnicos de las operaciones de respuesta y en virtud de las circunstancias, podrán ser adoptadas por los miembros del "Centro de Operaciones", al objeto de evitar demoras. Posteriormente, serán comunicadas al "Organismo Rector".

Si las reformas propuestas por el "coordinador de operaciones" afectan a la introducción de variaciones en los criterios de prioridad, para la protección de determinadas áreas, o implican la

retirada de efectivos en una zona, para su traslado a otra, la decisión será tomada por el “Organismo Rector”, con el asesoramiento del “Comité Técnico Asesor”.

#### Partes periódicos de situación.

En el “Centro de Operaciones”, los oficiales del mismo confeccionarán los correspondientes “partes de operaciones”, a intervalos no superiores a doce (12) horas, los cuales, tras la supervisión del “coordinador de operaciones” serán retransmitidos al “Organismo Rector”, que determinará su difusión a través del correspondiente Departamento de Relaciones Públicas adscrito al mismo.

Si la situación lo requiere, se confeccionarán “partes de operaciones” específicos de una zona, o de los resultados de una operación de respuesta determinada, bajo mandato del “Organismo Rector”.

#### Comunicaciones.

El “coordinador de operaciones”, de común acuerdo con los “jefes de operaciones” de los “grupos de respuesta” establecerá los medios y frecuencias más convenientes para mantener una comunicación directa con los mencionados grupos.

Como norma general, cada “grupo de respuesta” mantendrá el contacto con sus respectivos “jefes de operaciones”, a través de los canales habituales de radio en dicha agrupación, salvo que el grupo esté integrado por miembros pertenecientes a distintos organismos, o existan frecuencias o canales repetidos de radio, en cuyo caso se fijarán los más convenientes.

Con independencia de los canales particulares de cada “grupo de respuesta”, se establecerán al menos dos canales o frecuencias comunes para la recepción de instrucciones generales, y al objeto de asegurar alternativas en caso de fallo de alguno de los sistemas particulares de comunicaciones.

Se asegurará también la comunicación entre el “Centro de Operaciones” y el “Organismo Rector” por las siguientes vías: radio, teléfono, telefax y télex.

#### Relaciones Públicas.

El “Organismo Rector” formará un “gabinete de relaciones públicas”, el cual tendrá a su cargo la redacción de los comunicados a los medios de comunicación y a otros organismos y departamentos.

Los comunicados sobre el desarrollo de las operaciones serán aprobados “en pleno” por los miembros del “Organismo Rector”, antes de su difusión.

Todas las peticiones puntuales de información serán canalizadas a través del mencionado “gabinete de relaciones públicas”, evitándose que el “centro de operaciones” tenga que atender a los medios de comunicación, a fin de que su labor no se encuentre afectada.

El acceso directo de los medios de comunicación a las zonas de operaciones será considerado por el “Organismo Rector”, previo informe del coordinador de operaciones sobre los posibles riesgos que pudieran correr los informadores.

El acceso de los informadores a determinadas áreas de operaciones será siempre en compañía de un miembro del “Gabinete de Relaciones Públicas” evitándose en todo momento entorpecer o retardar las operaciones que se están realizando.

### **Sección III: Recomendaciones que se han de tener en cuenta en una operación de lucha contra la contaminación marina accidental.**

#### Riesgos ante una contaminación.

Los riesgos que conlleva la contaminación accidental, en una zona costera, pueden ser de diversas índoles y de distintas magnitudes, de acuerdo con las características del producto derramado, la

cantidad vertida al mar y la zona afectada. En el caso de los hidrocarburos, cuyos efectos pueden ser más persistentes, y en el momento de planificar una operación de respuesta, se ha de prestar atención a los siguientes aspectos:

- Efectos sobre las actividades costeras. El efecto de un derrame sobre las actividades que se desarrollan en la zona costera puede afectar:
  - a). A las áreas de interés turístico, por el efecto visual del derrame y por las molestias que puede ocasionar a los usuarios, los que se traduce en cancelación de reservas hoteleras y pérdidas en el comercio local.
  - b). A las industrias costeras que dependen del agua de mar para desarrollar su actividad, como es el caso de las centrales termoeléctricas, las plantas desalinizadoras, los astilleros y los puertos.

También, el derrame de productos inflamables, como la gasolina, pueden representar riesgo de incendios, ante actividades rutinarias de reparación de buques, tráfico marítimo especial y otras.

- Efectos biológicos. Estos efectos pueden ser causados por las propiedades físicas del hidrocarburo (contaminación directa o sofocación), o por los componentes químicos del mismo (efectos tóxicos e impregnación). La vida puede también verse afectada por las operaciones de limpieza, o indirectamente a través del daño físico al biotopo. Entre los efectos biológicos más importantes merecen especial mención los siguientes:
  - a). Las fluctuaciones naturales de las poblaciones marinas. Éstas pueden deberse a cambios en las condiciones climáticas, hidrográficas y de alimentación (a cambios en las presiones ambientales). Tales cambios son, a su vez, consecuencias del suceso de contaminación.
  - b). Las pérdidas naturales en las diferentes etapas de crecimiento de una especie. Estas pérdidas pueden mostrar variaciones considerables conforme a la tolerancia y capacidad de reacción ante un derrame de hidrocarburo.
  - c). La capacidad de recuperación de una población de animales o de plantas afectadas por un derrame. Esta capacidad es un factor a tener en cuenta a la hora de evaluar las prioridades para realizar operaciones de descontaminación, que tiendan a restablecer las condiciones originales de la zona. Como norma general, se ha de tener en cuenta que las especies juveniles, con un alto índice de reproducción, pueden recuperarse más rápidamente que las especies de larga vida, que maduran más lentamente. En aguas cálidas, la capacidad de recuperación es mayor que en aguas frías.

En la mayoría de los casos, el restablecimiento de las características físicas anteriores al derrame puede ser factible, siendo más problemático el grado de recuperación biológica en algunas zonas con hábitats marinos complejos, debiendo tenerse sumo cuidado en las operaciones de limpieza, para no dañar especies de difícil reposición.

#### Medidas especiales de actuación en zonas sensibles y criterios de prioridad en la protección de determinadas áreas.

Se ha de prestar especial atención a las zonas calificadas de alta sensibilidad (sensibilidad crítica), que se encuentren amenazadas por un suceso de contaminación accidental, estableciendo las medidas de protección más adecuadas, de acuerdo con las normas generales que se dan en este Plan de contingencias.

A la hora de establecer los criterios de prioridad para la protección de determinadas áreas, se han de evaluar tres factores que determinan el grado de sensibilidad de una cierta zona costera:

- su valor desde el punto de vista ecológico y económico.

- su índice de sustentabilidad ante un derrame, y
- su índice de riesgo en la ocurrencia de un derrame.

El grado de sensibilidad se determinará de acuerdo con la concurrencia de dos o más factores y con las escalas dentro de las cuales éstos están representados, para una área en concreto. En la tabla 17.3, se da una pauta para la evaluación ecológica y económica de una área costera, ante un derrame de petróleo.

SENSIBILIDAD DE LA COSTA SEGÚN SU VALOR ECOLÓGICO Y ECONÓMICO			
INDICE	TIPOS DE AREAS	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
100	<i>Ecosistemas naturales sin uso</i>	Marinos	Playas de arena
		Estuarios (baja salinidad)	Ciénagas y lechos de marisco
		Lacustres (agua dulce)	Manglares poco profundos
		Fluviales	Sectores de corrientes rápidas
		Pantanos	Marismas litorales
200	<i>Áreas de uso industrial</i>	Transporte	Rutas de navegación
		Electricidad-Comunicaciones	Cables eléctricos y torres
		Extracción de recursos	Plataformas petrolíferas
300	<i>Áreas de actividad comercial</i>	Zonas turísticas	Playas, hoteles, restaurantes, etc
		Marina deportiva	Puertos, fondeaderos, varaderos, etc
400	<i>Áreas de recreo</i>	Contacto directo con el agua	Playas aptas para el baño
		Contacto indirecto con el agua	Áreas de navegación deportiva
500	<i>Áreas de captación de agua para consumo</i>	Doméstico	Sistemas de agua potable
		Industria	Sistema de agua procesada
		Riego	Captaciones de riego agroforestal
600	<i>Áreas de recursos marinos</i>	Peces	Piscifactorías
		Mariscos	Criaderos
		Aves acuáticas	Áreas de reproducción
		Mamíferos	Sitios de refugio
		Vegetal	Áreas de cultivo

Tabla 17.3  
Sensibilidades de algunos escenarios costeros, frente a derrames de petróleo

Se ha de tener muy en cuenta que en determinadas ocasiones no es posible proteger simultáneamente todas las zonas sensibles de una costa, por lo que se ha de poner especial cuidado en seleccionar, como objetivo prioritario, aquellas áreas costeras con un mayor grado de sensibilidad.

Como norma general, se ha de considerar que merecen especial protección:

- las playas de uso público,
- las áreas ecológicamente valiosas,
- las pesquerías,
- las zonas de cultivos marinos,
- los biotopos de las colonias de aves,
- las fuentes industriales sensibles, como plantas desalinizadoras y centrales térmicas costeras,
- etc..

En la protección de las áreas sensibles, se tendrán en cuenta las recomendaciones de los expertos concededores de las zonas a proteger y de las especies que habitan en la misma, al objeto de adoptar las medidas más adecuadas en cada caso.

La suma de los índices, conforme con sus correspondientes tablas, puede dar una orientación del "grado de sensibilidad" para cada zona. Este grado de sensibilidad se puede estimar de acuerdo con el baremo de la tabla 17.4.

GRADO DE SENSIBILIDAD DEL LITORAL	
SUMA DE INDICES	SENSIBILIDAD
Menos de 200	Baja (compatible y moderada)
Entre 200 y 400	Media (severa)
Más de 400	Alta (crítica)

Tabla 17.4  
Baremo del grado de sensibilidades del litoral

### Medidas urgentes a tomar después de un accidente marítimo.

En general, un buque varado, o embarrancado, constituye un serio peligro de contaminación para la costa. Las operaciones de "alijo" del combustible y de la carga (si ésta es de hidrocarburos, de productos químicos o de cualquier otro producto susceptible de producir contaminación) deberán iniciarse en cuanto sea técnicamente posible y cuando las condiciones de viento y mar lo permitan.

Se tratará, en lo posible, de disponer cercos de contención en las zonas dañadas del casco del buque, y proteger con barreras las áreas próximas de costa, donde exista riesgo de que llegue la posible contaminación.

El coordinador de operaciones permanecerá en continuo contacto con el capitán del buque siniestrado, a fin de conocer, en todo momento, las condiciones en que se encuentra el buque y las acciones que se están realizando a bordo, para reducir el riesgo de contaminación.

El capitán del buque siniestrado y su tripulación colaborarán con los equipos de respuesta en todo lo que sea posible y, en el caso de que dicho buque sea un petrolero, se tomará a bordo las medidas que sean factibles, que se expondrán más adelante.

En el caso de que se produzca una embarrancada, se tomarán las medidas necesarias para eliminar cualquier foco de ignición y para evitar la entrada de gases inflamables en el espacio de máquinas y en las acomodaciones.

El capitán se asegurará de recibir, tan pronto como sea posible, un informe detallado de los daños sufridos en el buque, con la finalidad de emprender las acciones necesarias para salvaguardar la seguridad de la tripulación y del buque.

Como medidas inmediatas, se tomarán las siguientes:

- Una inspección visual del buque, en la zona donde se ha producido la embarrancada.
- Se sondarán todos los tanques de carga, combustible y lastre, así como los cofferdams, peaks y sentinas de máquinas y cámara de bombas.
- Se sondarán, asimismo, todos aquellos compartimentos que puedan encontrarse en contacto con el mar, para asegurarse que se encuentran intactos.
- Se establecerán comparaciones entre las sondas tomadas a los tanques de carga, tras el accidente, con las obtenidas al finalizar la carga en el puerto o terminal de procedencia, al objeto de averiguar si se ha producido variaciones en el nivel de los mismos.
- La misma operación se realizará con los tanques de combustible. Se comparará las sondas obtenidas después del accidente con las anotadas en la última guardia, antes de producirse el suceso, haciendo las correspondientes deducciones por la cantidad estimada de combustible consumido hasta el momento de la embarrancada.
- Se inspeccionará la superficie del mar próxima a la zona de embarrancada, para detectar el afloramiento de manchas de hidrocarburos.

Una vez conocida la situación, se procederá a trasegar, en lo posible, la carga o combustible contenido en los tanques que se hayan dañado, o que se encuentren próximos a la zona de varada, procurando variar el asiento del buque, para facilitar su reflotamiento.

Seguidamente, se tomarán las precauciones necesarias para evitar, en lo posible, mayores daños o desgarraduras, a causa de la acción del mar sobre el casco. Se iniciarán todas aquellas acciones que sean factibles para el reflotamiento del buque.

### Selección de medios de lucha contra la contaminación.

El rociado con dispersantes es un método para romper las manchas de crudo, en pequeñas partículas. Éstas quedan en suspensión en el agua, y son rápidamente diluidas por el movimiento turbulento de la mar. Los dispersantes químicos previenen la formación de una emulsión persistente de agua en el crudo (mousse de chocolate). La resultante del crudo más el dispersante es más sensible a una biodegradación rápida.

Al usar un dispersante, deben seguirse las siguientes recomendaciones:

- Los crudos de alta viscosidad ( $> 2\ 000$  centistokes), o con alto grado de fluidez, no son sensibles a los dispersantes.
- Los dispersantes de base hidrocarbonada, y los concentrados pre-diluidos, necesitan de una profunda mixtura con el hidrocarburo, para producir unos efectos satisfactorios.
- La dosificación del rociado de dispersantes se hará variando la velocidad del buque/ avión/helicóptero, o por control de las bombas de rociado, en función del grosor de la mancha.
- En muchos casos, el uso de dispersantes, después de ocurrido el accidente veinticuatro horas, resulta ineficaz, a causa de los procesos meteorológicos y de envejecimiento en el petróleo.
- No se aplicará dispersantes en aguas poco profundas (20 metros es el límite), ya que las concentraciones de hidrocarburo en el agua pueden afectar a las especies marinas.
- La dispersión natural generada por el mar normalmente será preferida, si especies valiosas o fondos de friza (de desove) pueden verse influenciados por la dispersión química.

**NOTA:** Los crudos del Golfo Pérsico pueden ser tratados normalmente con dispersantes. Los crudos con alto contenido de asfaltenos, tienden a formar rápidamente "mousse de chocolate".

Cerca de la línea de costa, el uso de los dispersantes deberá ser restringido, con la excepción de la protección:

- de playas de recreo,
- de zonas de importantes poblaciones de tortugas, y
- de biotopos de importantes poblaciones y/o comunidades de aves.

si no existiesen otros medios disponibles de lucha contra la contaminación, y si se esperasen graves daños en las especies anteriormente mencionadas.

La recogida mecánica del crudo necesita de una observación muy cuidadosa de las condiciones meteorológicas y oceanológicas reinantes, tales como:

- el estado de la mar,
- el viento y
- las corrientes marinas,

así como la evaluación de la costa y de su porción amenazada.

El tipo de crudo a recoger, su viscosidad a temperatura ambiente y cualquier otra variable deben ser evaluadas en orden a contener la contaminación de una forma conveniente.

Un largado de barreras será restringido a las siguientes situaciones:

- Cuando se desee rodear el buque dañado con derrame continuo, o amenaza de ello.

- A las operaciones de salvamento, cuando se requiera rodear el naufragio con barreras.
- Cuando se quiera provocar ángulos deflectores a los vientos, y así poder detener el efecto de concentración sobre embarcaderos, muelles o en otros entornos de interés.
- Cuando se prefiera cerrar las bocanas de los puertos, si la anchura de éstos no excede 200 metros, y si la corriente en superficie no es mayor de 0.7 nudos. Para velocidades mayores, el petróleo retenido por la barrera tenderá a escaparse por debajo de la falda de ésta. Para velocidades mayores a 0,7 nudos se pueden emplear barreras si éstas se posicionan de manera tal que formen pequeños ángulos deflectores con las direcciones de la corriente. Así se evitará que el petróleo pueda escaparse por debajo de ellas o, incluso, que se rompiesen por efecto de la excesiva tensión.

Si la mancha de petróleo es interceptada por una barrera dispuesta en forma de V, U o J, el sistema de recogida será activado desde una embarcación, desde el muelle y/o desde un pantalán.

El Skimmer se situará en el lugar de máxima concentración de crudo, siendo susceptible a continuos ajustes, conforme con los cambios en las condiciones reinantes. Lo ideal, al utilizar un buque como plataforma, sería contar con los medios de cubierta apropiados, y con una suficiente maniobrabilidad, para mantener una apropiada posición, respecto a los vientos y corrientes. Otros elementos alternativos serán los catamaranes y embarcaciones menores, de gran maniobrabilidad, que puedan ajustarse a los cambios de las circunstancias, en las operaciones de recogida. Serán necesarios tener preparados tanques de almacenaje de gran capacidad, a bordo de estas embarcaciones, para permitir su estiba a bordo. Como se embarcará gran cantidad de agua, se necesitarán elementos separadores de petróleo/agua. Para un almacenamiento temporal de los residuos, se suele emplear tanques integrales, a bordo de estas embarcaciones. También se puede realizar el almacenaje temporal en otros buques/tanques. De igual forma, pero dependiendo del tipo y cantidad de petróleo a recoger, se pueden utilizar tanques flotantes a remolque, barcasas y gánguiles.

#### Aplicación de productos tensoactivos.

La acción de las olas sobre las manchas de hidrocarburo en el agua puede provocar la dispersión natural del petróleo en pequeñas gotas. A medida que estas gotas se mezclan a través de la columna de agua, la concentración del hidrocarburo se reduce, y éste se hace más sensible a su degradación natural por microorganismos. Para acelerar este proceso, es a veces apropiado utilizar un dispersante químico, especialmente cuando la contención y la recuperación no son convenientes.

Sin embargo, se ha de evaluar cuidadosamente la necesidad o no de utilizar dispersantes, de acuerdo con la sensibilidad de la costa y el posible efecto negativo de grandes cantidades de hidrocarburos sobre el ecosistema. En ocasiones, será más aconsejable dejar que la acción mecánica del oleaje, la resaca y los vientos actúen sobre el hidrocarburo derramado, provocando su dispersión natural.

Además de las orientaciones generales sobre el uso de dispersantes, conviene tener en cuenta los siguientes puntos:

- Existen dos tipos de dispersantes, los de base de hidrocarburo y los concentrados. Los concentrados se pueden utilizar sin diluir o diluidos en una proporción 1:10 (dispersante/agua).

Las dosis más comunes oscilan entre 1:5 y 1:30 de dispersante a utilizar respecto al hidrocarburo a dispersar. No obstante a lo anterior, deberán seguirse las instrucciones dadas por los fabricantes en los envases, ya que las concentraciones marcadas corresponden a las admitidas durante las pruebas de homologación de los productos.

- Siempre que se decida la utilización de dispersantes, se deberá hacer con las técnicas apropiadas y bajo la vigilancia del personal experto.

- Nunca deben utilizarse dispersantes que no estén debidamente identificados y homologados. Si existen dudas sobre un determinado producto, se solicitará asesoramiento a la Dirección General de la Marina Mercante, a través del CNCS-LCC, o del correspondiente CRCS-LCC, antes de su uso.
- Es importante conocer las limitaciones de los dispersantes, particularmente su incapacidad para tratar hidrocarburos viscosos y emulsiones de agua en hidrocarburos. Debido a que la mayoría de los hidrocarburos derramados en el mar se convierten rápidamente en resistentes a los dispersantes, es esencial que tenga lugar una reacción rápida, y que haya una alta tasa de tratamiento.
- Mientras que las embarcaciones son adecuadas para el tratamiento de derrames pequeños, cercanos a puertos, las aeronaves ofrecen potencialmente una reacción más económica, en cuanto al tratamiento de derrames en alta mar.
- El rociado aéreo presenta la ventaja de una rápida reacción, una buena vigilancia, altas tasas de tratamiento, una utilización óptima del dispersante y una buena evaluación de sus efectos.
- Los dispersantes sólo se utilizarán para la limpieza de playas después de que el grueso de la contaminación haya sido recogido. Se debe tener cuidado en evitar la penetración del hidrocarburo en el material de la playa. También se deberá reducir al máximo el riesgo de daños a la vida marina, ocasionados por la exposición prolongada a las mezclas de dispersante e hidrocarburo.

En la mayoría de los casos, el uso de dispersantes comportará ventajas e inconvenientes. Por eso, al considerar los pros y los contras, no se averiguará simplemente si los hidrocarburos tratados con los dispersantes serían tóxicos o no. Más bien, se determinará si los daños causados por una toxicidad elevada del dispersante superarán, o no, a los que producirían los hidrocarburos no tratados y que no pudieran recuperarse de la superficie del mar.

### Limpieza de costas.

Antes de efectuar cualquier acción para limpiar una costa, se precisará determinar el tipo y cantidad de hidrocarburo contaminante. La extensión geográfica de la contaminación y la longitud y naturaleza de la costa afectada.

Cuando se requiera la limpieza de una costa, ésta comprenderá generalmente tres etapas:

- a). Etapa I: Remoción de la contaminación mayor y del hidrocarburo flotante.
- b). Etapa II: Limpieza de la contaminación moderada, del hidrocarburo apresado y de los materiales costeros manchados.
- c). Etapa III: Limpieza de las zonas ligeramente contaminadas y de las manchas de hidrocarburos.

En toda operación de limpieza de una costa, conviene recordar lo siguiente:

- El tipo de costa determinará en gran medida las técnicas más apropiadas de limpieza.
- En general, el hidrocarburo móvil deberá ser recogido tan pronto como sea posible, para evitar su movimiento hacia otros lugares.

- En líneas generales, se preferirá que las costas del tipo de sebadales y de algueros, y otras de tipo fangoso y pantanoso, como las marismas, se limpiarán a través de procesos naturales.
- La utilización de equipos mecánicos acelera la limpieza de las playas, pero también se recogen cantidades considerables de arena, lo que puede ocasionar problemas de erosión potencial en el depósito sedimentario. A menudo, serán mejores las técnicas manuales, aún cuando sean más lentas.
- La efectividad de la limpieza deberá ser estrechamente supervisada, de manera tal que las técnicas y el nivel de esfuerzo se ajusten a las condiciones cambiantes, y para asegurar que las operaciones culminen en el momento apropiado.
- Se tendrán identificados los sitios de almacenamiento temporal, que puedan funcionar como puntos intermedios entre la limpieza de la costa y la eliminación final.
- Y se considerará prioritariamente la posibilidad de recuperación del hidrocarburo derramado, antes de considerar otras técnicas de eliminación, como pudiera ser el tratamiento químico.

La tabla 17.5 establece las relaciones entre índices de respuesta y situaciones del accidente, donde puedan estar implicadas áreas costeras.

INDICES DE RESPUESTA ANTE UN DERRAME EN MAR ABIERTO		
INDICES	AREAS	TIPOS DE AREAS
05	Secundarias.	Refinerías costeras, áreas de almacenamiento costero de hidrocarburos, astilleros de reparaciones, zonas de emisarios submarinos, etc..
10	Principales.	Rutas de navegación (zonas de gran tráfico o difícil navegación), explotaciones petrolíferas mar adentro, redes de oleoductos submarinos y terminales marítimas.

Tabla 17.5  
Índices de respuesta según algunas localizaciones del accidente

Las relaciones entre índices de respuesta, el tipo de costa, el comportamiento del derrame y las acciones a tomar, se recogen en la tabla 17.6.

INDICES DE RESPUESTA ANTE UN DERRAME EN UNA COSTA		
INDICES	TIPO DE COSTA	COMPORTAMIENTO DEL DERRAME Y TIPOS DE ACCIONES
10	Puntas rocosas expuestas.	La reflexión del oleaje mantiene al petróleo a cierta distancia de la costa.
20	Plataformas erosionadas en costas escarpadas (Plataformas de abrasión).	La mayor parte del petróleo se elimina por procesos naturales, a las pocas semanas, como consecuencia de las barridas del oleaje.
30	Playas planas de grano fino	El petróleo no penetra en el sedimento, facilitando la remoción mecánica si fuere recomendable. Si no se efectúa limpieza, el petróleo se vara en la parte alta de la playa y permanece allí por meses.
40	Playas de pendiente abrupta y con arena de media a gruesa.	El petróleo puede hundirse o ser enterrado, haciendo difícil la limpieza. Bajo procesos moderados de energía, el petróleo será eliminado en algunos meses.
50	Terrazas compactas y expuestas.	La mayoría de los petróleos no penetran ni se adhieren al sedimento. La limpieza es, generalmente, innecesaria.
60	Playas de arenas y gravas.	El petróleo se hunde y se entierra rápidamente, persistiendo por varios años, en caso de regímenes de baja energía.
70	Playas de gravas.	El petróleo invade todo el perfil de la playa. Se puede formar una capa de "asfalto" en caso de grandes acumulaciones de petróleo.
80	Costas rocosas protegidas, con depósitos de arena.	El petróleo permanece varios años. La limpieza no es recomendada, a no ser que la acumulación sea excesiva.
90	Terrazas intermareales estuarias protegidas, con arenas de gran productividad biológica.	El petróleo puede permanecer por varios años. La limpieza no es recomendable, a no ser que la acumulación sea excesiva. Estas áreas deben protegerse con prioridad, con el empleo de materiales absorbentes y barreras flotantes.
100	Marismas salinas protegidas. Corresponden a los ambientes costeros más productivos.	El petróleo permanece allí por varios años. La limpieza de marismas afectadas debe hacerse sólo en condiciones de recubrimiento extremo. Prioridad de protección mediante barreras y material absorbentes.

Tabla 17.6  
Índices de respuestas ante derrames que afecten a costas.

Respuesta a los derrames en los puertos y terminales de carga.

Cuando se produzca un suceso de contaminación en un puerto, o en una terminal de carga y/o de descarga de hidrocarburos, se activará, en primer lugar, el correspondiente "Plan Local", o "Plan Zonal", de acuerdo con la magnitud del derrame y con los medios disponibles para combatirlos.

El Capitán Marítimo del puerto donde haya ocurrido el suceso, o del cual dependa la terminal, actuará de acuerdo con lo establecido en los correspondientes planes y, en el caso de que sea necesario activar el "Plan Nacional", se seguirán las normas que se formularon en la sección II de este Plan.

Se ha de considerar, dentro de las primeras medidas de lucha contra la contaminación, la posibilidad de:

- tender un cerco de contención en la zona de derrame, para evitar que éste se extienda a otras zonas, y

- extender barreras de protección en las proximidades de zonas sensibles, en el supuesto de que el petróleo se escapara de la zona de contención.

Se tratará de desviar la contaminación hacia puntos donde se facilite la recuperación, y donde el impacto sobre el entorno sea mínimo.

Cuando los vehículos y embarcaciones puedan llegar hasta la orilla del agua, como son los casos de los muelles de un puerto y de los pantalanes de algunas terminales, el hidrocarburo será recogido utilizando recuperadores mecánicos (Skimmers), bombas o camiones de vacío. Si un skimmer no puede trabajar bien a causa de la poca profundidad, o al movimiento del mar, será más efectiva una bomba de succión o un camión de vacío.

#### **Sección IV: Gestión de medios y de servicios.**

##### Procedimiento para la contratación de medios y servicios.

Esta sección comprende los siguientes apartados:

##### Intervención de medios de la Administración.

Cuando los medios utilizados en las operaciones de lucha contra la contaminación pertenezcan a un organismo determinado:

- tanto de la Administración Central,
- como de las administraciones autónomas, institucionales y/o locales,

éste será, en principio, el titular de dichos medios.

Tal organismo también será quien soportará los gastos que la utilización de esos medios generen. Todo ello, sin perjuicio de una posterior reclamación de dichos gastos a las compañías aseguradoras del buque causante de la contaminación, como se describirá más adelante.

##### Intervención de medios ajenos a la Administración.

Se actuará de acuerdo con lo estipulado en el Art. 27 de la Ley de Contratos del Estado, en la contratación de medios privados nacionales o internacionales:

- cuando la contingencia se produzca en alguna zona donde no sea posible movilizar, con la rapidez requerida, los medios al servicio de las administraciones públicas, o
- cuando la contaminación sea de tal naturaleza que los medios disponibles sean insuficientes o inadecuados, y se haga ineludible la contratación de medios ajenos.

Este procedimiento excepcional deberá ser aprobado "en pleno" por los miembros del "Órgano Rector".

##### Régimen excepcional (Art. 27 de la Ley de Contratos del Estado):

Cuando la Administración tenga que acometer obras de emergencia, a causa de acontecimientos catastróficos, situaciones que supongan grave peligro o necesidades que afecten directamente a la Defensa Nacional, se actuará conforme con el siguiente régimen excepcional:

- El órgano de contratación competente, sin necesidad de transmitir expediente previo, podrá ordenar la directa ejecución de las obras indispensables, o contratarlas libremente en todo o en parte, sin sujetarse a los requisitos formales establecidos en la presente Ley. Del acuerdo correspondiente se dará cuenta inmediata al Consejo de Ministros.

- Simultáneamente, por el Ministerio de Hacienda, en expediente sumarísimo, se autorizará el libramiento de los fondos precisos a favor del órgano de contratación, para hacer frente a los gastos, con el carácter de "a justificar".
- Desaparecida la causa determinante a que se refiere el párrafo primero de este artículo, el órgano de contratación dará cuenta al Ministerio de Hacienda de los gastos y contratos verificados, a efectos de su fiscalización y ulterior aprobación, en su caso, por el Gobierno.

El resto de las obras, que puedan ser necesarias, se contratará de conformidad con lo establecido en esta Ley.

#### Suministro y control de medios.

De todas las adquisiciones o arrendamientos de cualquier equipo, material o suministro relacionado o afecto a éste Plan, se levantará un acta de entrega o recepción, debidamente firmada. Un ejemplar de la misma será remitido al grupo de apoyo, a efectos de control de los medios disponibles. En el documento de entrega o recepción, figurará, junto con la firma de la persona autorizada, el precio del suministro correspondiente, así como el Organismo que ha efectuado la adquisición y la imputación presupuestaria de la misma, en el caso de las administraciones públicas.

El grupo de apoyo tendrá a su cargo la recepción de los medios y equipo contratados, y su distribución a los grupos operativos, de acuerdo con las indicaciones del coordinador de operaciones, llevando un control minucioso de cada suministro y del destino final de los mismos.

Cuando algunos medios o equipos dejen de ser utilizados, o precisen reparaciones, en el caso de que los mismos no cuenten con personal técnico a su cargo, el grupo de apoyo tendrá, como una de sus misiones, asegurarse de que los mencionados medios y equipos sean debidamente almacenados, o reciban el servicio técnico adecuado, para reparar sus averías, según los casos.

#### Control de gastos.

El grupo de apoyo llevará la contabilidad de los gastos que se produzcan por la aplicación de este Plan. Los asientos contables de los libros correspondientes registrarán, en todo caso, la fecha, el lugar, la denominación y características, la empresa y el importe de los gastos ocasionados, por las actuaciones ante contingencias por contaminación marina accidental.

### **Sección V: Aspectos legales.**

#### Expediente administrativo por contaminación.

Este apartado desarrolla los siguientes puntos:

##### Órgano que ha de incoar el expediente.

La protección del medio marino se encuentra establecida tanto en normas de carácter penal como administrativas, siendo el criterio cuantitativo, es decir, la mayor o menor gravedad del ataque o puesta en peligro del bien jurídicamente protegido (medio marino), el que doctrinalmente mayor aceptación tiene, a efecto de diferenciar cual norma aplicar a la hora de sancionar, para no incurrir en duplicidad en atención al principio "non bis in idem".

Dada la existencia de esa doble vertiente, penal o administrativa, puede ocurrir:

- que sea en primer lugar la Autoridad Judicial, o el Ministerio Fiscal, la que inicie el proceso de investigación de los hechos acontecidos, todo ello con objeto de aplicar, principalmente, el artículo correspondiente del Código Penal que esté vigente,
- o bien, que sea la Autoridad Administrativa la iniciadora de dicho proceso.

En el caso de que la contaminación tenga su origen en un buque, la Autoridad Marítima Nacional (Dirección General de la Marina Mercante) y sus Delegaciones periféricas (Capitanías Marítimas), serán las competentes para incoar el correspondiente expediente administrativo.

#### Inhibición en las actuaciones.

De considerarse por el órgano jurisdiccional que el hecho no reviste la entidad suficiente como para considerarlo delito, se deberá remitir las actuaciones a la Autoridad Administrativa, para que ésta continúe y sancione, si estima que se hayan infringido las normas administrativas protectoras del medio ambiente marino, mediante un expediente sancionador incoado al efecto, teniendo como fundamento fáctico los hechos que la jurisdicción competente tenga como probados.

Así mismo, cuando sea la Autoridad Administrativa la que haya incoado un expediente informativo, le incumbe una idéntica obligación, y deberá dar traslado de lo actuado al Ministerio Fiscal, cuando la infracción contenga indicios de ser delito o falta.

Aún cuando la Autoridad Marítima inicie un expediente informativo por contaminación marina, trasladará las actuaciones a la Delegación del Gobierno en la Comunidad Autónoma afectada, cuando de las mismas se deduzca que el origen de la contaminación es de tierra.

Puede darse el supuesto de existir dos investigaciones paralelas en desarrollo:

- una, por la administración competente, y
- otra, por el Ministerio Fiscal, o el Juez de Instrucción.

En este caso, corresponde a la Administración remitir, o al Poder Judicial reclamar, las actuaciones administrativas llevadas a cabo, todo ello conforme al principio de superioridad jurisdiccional recogido en el Artículo 117 de la Constitución Española.

#### Cuestiones a tener en cuenta en la tramitación de expedientes administrativos por contaminación.

Teniendo en cuenta el principio de intervención mínima característico del Derecho Penal, se realza el papel de la protección administrativa del medio marino. Debe, por ello, mantenerse una especial precaución en la tramitación de los expedientes administrativos sancionadores, ya que cualquier formalidad incumplida puede dar lugar a una demora, cuando no, dejar sin sanción la conducta irregular.

En orden de la aplicación de la adecuada norma, hay que realizar una primera distinción dentro de los sucesos de contaminación, cual es la calificación de la conducta realizada por los posibles responsables y, en atención a ella, aplicar una u otra norma administrativa.

Así se tiene que en el caso de un vertido deliberado al mar de sustancias cargadas a bordo de un buque con este fin, sin contar con la autorización de la Autoridad Marítima, se acudirá, para sancionar, a la Ley 21/77, de 1 de abril, sobre sanciones en casos de contaminación marina provocada por vertidos de buques y aeronaves (B.O.E. de 4 de abril de 1977).

Por el contrario, cuando aparezca una situación de contaminación producida por una conducta negligente, y por lo tanto, no deliberada, habría que acudir a la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (B.O.E. del 25 de noviembre de 1992).

Numerosos son los convenios internacionales que describen las pautas a seguir por los navieros o por los propietarios de los buques, portadores de mercancías o desechos nocivos, tendentes a prevenir o minimizar los daños que pudieran originarse al medio ambiente marino. A modo indicativo, se procede, a continuación, a mencionar algunos de los mismos:

- Convenio MARPOL 73/78.

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, de 22 de marzo de 1989.
- Convenio para la Protección del Mar Mediterráneo Contra la Contaminación y Protocolos Anejos, hechos en Barcelona el 16 de febrero de 1976 (B.O.E. del 21 de febrero de 1978).
- Convenio Viena - Nueva York, sobre Protección Física de los Materiales Nucleares, hecho el 3 de marzo de 1980 (B.O.E. de 25 de octubre de 1991).

La administración marítima tiene las competencias para sancionar las infracciones de las normas de protección del medio marino que hayan dado origen a una contaminación, atentando contra los bienes del dominio público marítimo-terrestre ocurrida dentro de aguas interiores, en el mar territorial y la zona económica exclusiva española, independientemente de la nacionalidad del buque.

Asimismo, podrá tomar, previa inspección, las medidas necesarias para que el buque causante de la contaminación no se haga a la mar, hasta que pueda hacerlo sin amenaza, dentro de lo razonable, de dañar al medio marino.

#### Tramitación del expediente administrativo sancionador.

La regulación de la tramitación del procedimiento sancionador queda recogido en el Título IV de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común (B.O.E. del 27 de noviembre de 1992) y, en su caso, por el Real Decreto 1398/1993, de 4 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento del Procedimiento para el Ejercicio de la Potestad Sancionadora.

Sin entrar en profundidad en los diferentes aspectos del procedimiento sancionador, habría que reseñar ciertos puntos de importancia:

- Primero. La fijación de los hechos en el pliego de cargos tiene una gran relevancia, por ser la base fáctica sobre la cual se fundamenta, entre otras cosas, la aplicación de las normas sancionadoras y, por ende, cuál será la administración competente para conocer los hechos. Sea el ejemplo de que la fuente originadora fuera una fábrica instalada en tierra, que haya realizado un vertido al mar, cuya competencia tiene atribuida la Comunidad Autónoma.

Además, la anterior fijación de hechos afectará a la aplicación, o no, de la normativa no sancionadora, cual pudiera ser la del Fondo Internacional para Indemnización por Contaminación por Hidrocarburos (IOPC-FOUND), en cuanto la misma sea producida por buques tanques.

Por todo lo anterior, la investigación ha de ser lo más exhaustiva posible, pudiéndose utilizar todos los medios de pruebas admitidos en derecho: recogida de muestras del elemento contaminante y su análisis posterior, información testifical, levantamiento de actas de inspección, estado de las condiciones meteorológicas, nombre de los buques y cargas que transportaban en el momento del suceso, información gráfica (fotografías, videos y otros), interrogatorio de los posibles responsables, etc..

- Segundo. En el medio marino, se realiza una actividad, cual es el transporte marítimo, que se caracteriza por su internacionalidad, confluyendo diferentes nacionalidades en empresas navieras, buques y tripulaciones. Este hecho hay que tenerlo en cuenta en la tramitación del expediente administrativo, solicitando a la empresa naviera o al capitán del buque que designe un representante en una persona, con domicilio, a ser posible en España, a efectos de notificaciones de las actuaciones a desarrollar.

La designación y aceptación del cargo debe hacerse constar en el expediente

- Tercero. Las notificaciones de los actos administrativos tienen una relevancia importante, ya que la carencia de pruebas que acrediten su realización, o una mala ejecución, puede conllevar a la nulidad de las actuaciones posteriores a dicho acto, si se ha producido indefensión del administrado.

Las normas que regulan las notificaciones están contenidas en el artículo 59 de la ya mencionada Ley 30/1992, así como en las Órdenes de 20 y 22 de octubre de 1958 y en el Decreto 1653/64 de 14 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Correos.

En cuanto a la notificación en el extranjero, de las actuaciones administrativas realizadas, depende del país en el que tenga su domicilio el posible destinatario de la misma. Hay que tener presente la posible existencia de instrumentos bilaterales, multilaterales del ámbito regional, o internacionales, que establecen cauces ágiles para facilitar las notificaciones, como es el caso el Convenio Europeo de 24 de noviembre de 1977, hecho en Estrasburgo sobre Notificación en el Extranjero de los Documentos de índole Administrativa.

- Cuarto. La conducta ilícita descrita en la fundamentación fáctica tiene que estar recogida en algunas de las normas que establezcan las infracciones administrativas (Principio de Tipicidad), y sancionada con una norma que tenga el rango de ley (Principio de Legalidad). Ambas han de estar señaladas en el expediente.

#### Avales.

La movilidad, elemento propio del buque como bien inmueble, unida a la inexistencia, en la mayoría de los casos, de otros bienes patrimoniales del posible causante responsable en el territorio español, hacen necesario tomar, en ciertas ocasiones y cuando ello fuere posible, la medida cautelar de solicitar la formalización de una garantía, para responder de las responsabilidades a quienes hubiesen lugar, cuya existencia queda recogida en el artículo 112 de la Ley 27/1992, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

En el tráfico marítimo, las responsabilidades de los navieros se cubre generalmente con las garantías ofrecidas por los Clubs de Protección e Indemnización (P&I). La Carta de Garantía emitida tiene la naturaleza de un compromiso, por el que los Clubs asumen:

- la obligación de pagar hasta una cantidad determinada en la misma, y
- las responsabilidades pecuniarias del posible responsable en un suceso, también delimitado.

La redacción de la Carta de Garantía lleva incorporada, además, una reseña de la naturaleza o tipo de responsabilidades, a la que hay que prestar atención, ya que pudieran quedar omitidas referencias a los intereses de demoras en el pago de las cantidades a indemnizar, así como del pago de las sanciones administrativas impuestas.

Se tendrán presente los convenios internacionales, que determinan el límite máximo de responsabilidad del naviero o propietario del buque y que han sido ratificados por España. En principio, no deberá serle exigida una garantía que supere dichos límites, salvo que se tengan indicios suficientes que no tengan derecho a acogerse a esta limitación.

Los convenios establecen la necesidad de que, para tener derecho a la limitación de responsabilidad, debe constituirse un fondo, cuya cuantía asciende al límite de su responsabilidad, consignando la suma o depositando una garantía bancaria o de otra clase, a disposición de la Autoridad Judicial u otra autoridad competente que conozca el suceso. Por ello, de tramitarse un procedimiento judicial, la Carta de Garantía prestada debiera transformarse en un depósito o aval bancario.

Procedimiento para la reclamación por gastos y/o daños producidos con motivo de la contaminación.

Dos son principalmente los grupos de reclamantes:

- El primero está formado por quienes se han visto afectados en sus bienes y/o en sus derechos, con ocasión del suceso, habiendo tenido pérdidas económicas, ya sea por los gastos realizados o por lucro cesante, los cuales tienen derecho a una indemnización de daños y perjuicios, nacida de una relación extracontractual (artículos 1902 y 1903 del Código de Comercio).
- El segundo está constituido por aquellos otros que, mediante una relación contractual, ya sea con la administración central, autónoma o local, ya sea con los asegurados, propietarios o explotadores del buque, realizan servicios encaminados a combatir o prevenir la contaminación, una vez ocurrido el suceso. Los afectados recibirán de sus contratantes las prestaciones fijadas en el correspondiente contrato, dando origen, en este caso, a un derecho de reembolso a favor de la Administración.

Mientras que respecto a este último grupo habría que prestar atención al cumplimiento de las condiciones del contrato celebrado entre las partes, los pertenecientes al primero, así como las administraciones que hayan contratado los servicios de descontaminación, tendrán que demostrar el nexo casual entre el suceso y el daño o perjuicio soportado.

Las administraciones o personas que tengan derecho a reclamar cantidades, por gastos y/o daños, deben dirigir sus acciones contra los responsables del gasto y/o daño.

Habida cuenta de que el procedimiento, sea penal o administrativo, tiene como finalidad determinar quién o quiénes son las personas responsables, las víctimas de la contaminación producida por el suceso, o las administraciones que hayan contribuido a combatir la misma, éstos deben personarse en el procedimiento, haciendo valer su derecho.

Ante dicha autoridad judicial o administrativa, se puede constituir el fondo que establece los Convenios Internacionales sobre Limitación de Responsabilidad, para que de esta forma tenga el responsable derecho a limitarla. Generalmente, los propietarios de los buques tienen cubierta su responsabilidad a través de los P&I Clubs, los cuales determinan las garantías requeridas.

Asimismo, hay que tener presente la posible intervención del Fondo IOPC, cuando en el suceso haya intervenido un buque-tanque que transporte hidrocarburos, el cual, previo seguimiento de las operaciones realizadas y el análisis de las reclamaciones, suele realizar un pago anticipado a cuenta de las cantidades exigidas. Todo ello se realiza, normalmente, en estrecha colaboración con los P&I Clubs.

Manual del procedimiento para formular reclamaciones ante el "Fondo Internacional para Indemnizaciones de Daños Debidos a Contaminación por Hidrocarburos" (IOPC FOUND).

Este manual consta de los siguiente epígrafes:

- Introducción.
- ¿Quién puede reclamar?.
- ¿A quién debe dirigirse la reclamación?.
- ¿Cuándo deben ser presentadas las reclamaciones?.
- ¿Cómo deben ser presentadas las reclamaciones?.
- ¿Qué información debe contener una reclamación?.
- Procedimiento de reclamación.

NOTA: En el documento que se está casi transcribiendo, de la Dirección General de la Marina Mercante, se detallan los anteriores epígrafes.

**Sección VI: Convenios y acuerdos en materia de lucha contra la contaminación marina accidental.**

Esta sección recoge los siguientes convenios y acuerdos:

- Convenio Internacional Relativo a la Intervención en Alta Mar, en Casos de Accidentes que Causen, o que Puedan Causar, una Contaminación por Hidrocarburos (Convenio Internacional, de 1969, y Protocolos).
- Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil, por Daños Debidos a la Contaminación por Hidrocarburos, de 1969, y Protocolos.
- Convenio Internacional sobre Constitución de un Fondo de Indemnización por Daños Causados por la Contaminación de Hidrocarburos, de 1971, y Protocolos.
- Convenio Internacional para la Protección del Mar Mediterráneo (Convenio de Barcelona), de 1978.
- Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos.
- Acuerdo de Cooperación para la Protección de las Costas y de las Aguas del Atlántico del Nordeste contra la Polución (Acuerdo de Lisboa), de 1990.
- Acuerdos de Cooperación con la Xunta de Galicia, con la Generalitat Valenciana y con la Junta de Andalucía en Materia de Salvamento y de Lucha contra la Contaminación.

*Convenio Internacional Relativo a la Intervención en Alta Mar, en Casos de Accidentes que Causen, o que Puedan Causar, una Contaminación por Hidrocarburos (Convenio Internacional, de 1969, y Protocolos).*

Este Convenio, ratificado por España el 8 de noviembre de 1973, y en vigor desde el 6 de mayo de 1975 (BOE nº 49 de 26/02/76), permite a los Estados firmantes tomar las medidas necesarias para prevenir, atenuar o eliminar los peligros graves e inminentes de sus costas e intereses, como consecuencia de una contaminación, o de una amenaza de contaminación del mar.

Siempre que sea posible, salvo casos de emergencia, que requieran la adopción de medidas inmediatas, el Estado ribereño que ejerza el derecho de intervención, se compromete en los siguientes aspectos:

- Consultar a los demás Estados, y en especial a los del pabellón de los buques implicados en un accidente marítimo, con riesgo o resultado de contaminación marina.
- Notificar a los interesados las medidas adoptadas y tener en cuenta sus opiniones sobre las mismas.
- Consultar, si se considera oportuno, a expertos independientes, que figuren en una lista confeccionada y puesta al día por la Organización Marítima Internacional, en su calidad de depositaria del Convenio.
- Evitar todo riesgo a las vidas humanas durante la ejecución de las medidas adoptadas.
- Notificar, sin demora, las medidas adoptadas a los Estados y a las personas físicas y jurídicas afectadas, así como a la Organización Marítima Internacional.

En el Convenio, se determina que las medidas adoptadas deberán ser proporcionales a los daños, que efectivamente haya sufrido, o por los que esté amenazado el Estado ribereño que las adopte, quedando obligado a indemnizar por los perjuicios ocasionados, en el caso de que dichas medidas sobrepasen lo razonablemente necesario, para alcanzar los fines previstos.

El Convenio también regula el procedimiento de conciliación y el arbitraje de controversias.

Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil, por Daños Debidos a la Contaminación por Hidrocarburos, de 1969, y Protocolos.

El Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil fue ratificado por España el 15 de noviembre de 1975, y se encuentra en vigor desde el 7 de marzo de 1976 (BOE nº 58 de 08/03/1976). Este Convenio garantiza una indemnización suficiente a las personas que sufran daños causados por la contaminación resultante de los derrames o descargas de hidrocarburos, procedentes de los buques.

El término “persona” incluye a individuos, sociedades y entidades públicas y privadas, ya estén o no constituidas en compañías, incluyendo a un Estado y cualquiera de sus subdivisiones políticas.

Dentro de la denominación “hidrocarburo” se incluye, además de los hidrocarburos persistentes (petróleo crudo, fuel-oil, gas-oil, aceite lubricante, etc.), al aceite de ballena.

Sin distinguir en la forma de transporte, el Convenio cubre los daños causados por el hidrocarburo transportado como cargamento y el utilizado como combustible del buque siniestrado.

El Convenio regula los casos de limitación o exoneración de responsabilidad, así como la constitución, por el propietario del buque causante de la contaminación, de un fondo, por la cuantía máxima a la que se limita su responsabilidad, según lo establecido en el Convenio.

Se obliga al propietario de cualquier buque:

- que esté matriculado en un Estado contratante, y
- que transporte más de 2 000 toneladas de hidrocarburos a granel como cargamento,

a suscribir un seguro u otra garantía financiera, por el importe del límite de responsabilidad.

El buque deberá llevar un “certificado de seguro”.

Convenio Internacional sobre Constitución de un Fondo de Indemnización por Daños Causados por la Contaminación de Hidrocarburos, de 1971, y Protocolos.

Como consecuencia de la firma del Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil de 1969, se adoptó, en 1971, el Convenio sobre constitución de un fondo. El compromiso es conocido como “Convenio del Fondo”. El documento fue ratificado por España el 22 de septiembre de 1981, y entró en vigor el 6 de enero de 1982 (BOE nº 60 de 11/03/1982).

El Convenio viene a constituir un fondo internacional de indemnización de daños causados por la contaminación del mar por hidrocarburos, con objeto de reparar perjuicios en las víctimas, en aquellos casos en que las previsiones del Convenio de Responsabilidad Civil resulten insuficientes.

El ámbito de aplicación del Convenio comprende:

- no sólo los daños causados en el territorio y en el mar territorial de un Estado contratante,
- sino también las medidas adoptadas para prevenir o limitar esos daños.

En este Convenio, se establecen, además:

- los límites de las cuantías cubiertas por el mismo, y
- la condición de que el suceso no sea imputable a falta intencionada del propietario del buque, que causó la contaminación.

El fondo se nutre de las aportaciones de las compañías y de particulares, que durante el año hayan recibido cantidades superiores a 150 000 toneladas de hidrocarburos. La Asamblea del Fondo es la que determina cada año las aportaciones necesarias, de acuerdo con las previsiones del Convenio y las indemnizaciones satisfechas.

El Convenio regula, asimismo, la composición y funciones de la Asamblea y de la Secretaría, creadas para la administración del Fondo.

Convenio Internacional para la Protección del Mar Mediterráneo (Convenio de Barcelona), de 1978.

Se trata de un documento de ámbito regional, que establece su jurisdicción exclusivamente en el Mar Mediterráneo, entre:

- el Estrecho de Gibraltar y
- el Paso de los Dardanelos, que lo comunica con el Mar Negro.

Fue ratificado por España y entró en vigor el 12 de enero de 1970 (BOE nº 44, de 21/02/78).

El Convenio reconoce la posibilidad de establecer acuerdos bilaterales, o multilaterales, entre países ribereños del Mar Mediterráneo, para prevenir y combatir la contaminación, siempre y cuando dichos acuerdos no sean contrarios al propio Convenio y al Derecho Internacional.

El Convenio consta de dos Protocolos:

- uno sobre la prevención de la contaminación causada por vertidos desde buques y aeronaves, y
- otro sobre cooperación para combatir, en situación de emergencia, la contaminación por hidrocarburos y otras sustancias perjudiciales.

El Protocolo de cooperación, aplicable en el caso de una contaminación marina accidental, viene a ser un complemento de los Convenios de Intervención y de Responsabilidad Civil. En el mismo, se establece el compromiso de cooperación de los países firmantes, en la vigilancia de la contaminación en el Mediterráneo, en las operaciones de lucha contra la misma y en el intercambio de información sobre sucesos de esta naturaleza. Toda la información se enviará a los países contratantes a través del Centro Regional de Lucha Contra la Contaminación (REMPEC), situado en la Isla de Malta.

Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos.

Este otro Convenio lo ratificó España y entró en vigor el 13 de mayo de 1995.

Consiste en un instrumento mediante el cual los Estados se comprometen a tomar todas las medidas adecuadas para prepararse y luchar contra sucesos de contaminación por hidrocarburos.

Cada Estado exigirá un plan de emergencias, en caso de contaminación por hidrocarburos:

- a todos los buques que tengan derecho a enarbolar su pabellón,
- a empresas explotadoras de las unidades mar adentro sometidas a su jurisdicción, y
- a autoridades y a empresas que tengan a cargo puertos marítimos e instalaciones de manipulación de hidrocarburos.

Cada Estado exigirá la notificación de la presencia de la contaminación por hidrocarburos, sin ningún tipo de demora por parte:

- de capitanes y de toda persona que esté a cargo de los buques que enarbolan su pabellón,
- de las personas que tengan a su cargo una unidad mar adentro, sometida a jurisdicción,
- de las personas que estén a cargo de puertos marítimos e instalaciones de manipulación de hidrocarburos, sometidos a su jurisdicción,
- de los buques o de las aeronaves del servicio de inspección marítima,
- del personal de cualquier otro servicio y de los funcionarios, y
- de los pilotos de aeronaves civiles.

Cada Estado:

- hará una evaluación de la naturaleza, magnitud y posibles consecuencias de la contaminación, e
- informará a los Estados cuyos intereses se vean o puedan verse afectados.

El Convenio dispone que cada Estado diseñe un sistema nacional de preparación y de lucha contra la contaminación. En dicho sistema:

- Se asignará la autoridad o autoridades nacionales competentes, responsables de la preparación y de la lucha contra la contaminación.
- Se ubicará el punto o los puntos nacionales de contacto, con las autoridades facultadas por el Estado.
- Y un plan nacional de preparación y de lucha.

Cada Estado establecerá:

- un mínimo de equipo,
- un programa de ejercicios,
- unos planes pormenorizados,
- los medios de comunicación y, finalmente,
- los mecanismos para coordinar la lucha contra la contaminación.

*Acuerdo de Cooperación para la Protección de las Costas y de las Aguas del Atlántico del Nordeste contra la Polución (Acuerdo de Lisboa), de 1990.*

Mediante este acuerdo, los Estados se comprometen a tomar las medidas de preparación, para hacer frente a cualquier incidente de contaminación en el mar, provocado por hidrocarburos u otras sustancias.

La zona de aplicación es la región del Atlántico del Nordeste. Ésta queda definida por el límite exterior de las zonas económicas exclusivas de los Estados contratantes, y al Norte y al Sur, por otros convenios y coordenadas.

En el Acuerdo, cada Estado tendrá en operatividad, para hacer frente a derrames de hidrocarburos o de otras sustancias nocivas:

- un volumen mínimo de material, en puntos predeterminados,
- un sistema nacional de prevención y de lucha contra los incidentes de polución marítima,
- y programas de formación de personal.

Los Estados:

- Elaborarán y establecerán, en coordinación, líneas directrices sobre los aspectos prácticos, operativos y técnicos de una acción conjunta.
- Y facilitarán un intercambio de información relativa a la organización administrativa, a los puntos de contacto operacional nacional, a los medios nacionales en equipos y en personal, a nuevos métodos y procedimientos para evitar y hacer frente a la contaminación, y a la información sobre los principales incidentes de contaminación, que hayan necesitado su intervención.

*Acuerdos de Cooperación con la Xunta de Galicia, con la Generalitat Valenciana y con la Junta de Andalucía en Materia de Salvamento y de Lucha Contra la Contaminación.*

Estos acuerdos fueron firmados, respectivamente, con fechas de 23 de enero, 20 de abril y 6 de mayo de 1991.

Tienen por objeto la colaboración entre las distintas Comunidades Autónomas en cuestión y el Ministerio de Fomento:

- en la búsqueda y salvamento de las personas, en peligro en el mar, y
- en la lucha contra la contaminación marina.

La dirección de las operaciones y la coordinación de la búsqueda y del salvamento, y de la lucha contra la contaminación, recaerá:

- en el Centro Nacional de Coordinación de Salvamento y Lucha Contra la Contaminación (CNCS), o
- en el Centro Regional de Coordinación de Salvamento (CRCS), o
- en el Centro Local de Coordinación de Salvamento (CLCS).

Los acuerdos obligan a cada una de las Administraciones firmantes a facilitarse mutuamente:

- información,
- los medios que dispongan, y
- los planes de modificaciones de las emergencias.

Periódicamente, se realizarán ejercicios de coordinación, referentes a los distintos procedimientos y técnicas, en operaciones simuladas. Anualmente, se promoverán planes específicos para la formación y reciclaje del personal.

Por otra parte, prevén:

- órganos de seguimiento, para los eficaces desarrollos de estos acuerdos, y
- campañas informativas anuales, por las administraciones implicadas.

**NOTA:**

Este borrador del Plan Nacional de Contingencias, por contaminación marina accidental procedente de buques, se completa con una serie de Anexos referentes a los siguientes aspectos:

- Áreas sensibles y de especial protección de la costa española, con bases de datos.
- Inventarios de medios nacionales de lucha contra la contaminación.
- Autoridades y centros nacionales de coordinación en la lucha contra la contaminación.
- Expertos nacionales integrados en el Plan.
- Y organizaciones y empresas integradas en el Plan.

Los anexos se encuentran, o se encontrarán, relacionados entre sí, a través de la Comunidad Autónoma y la Provincia Marítima, donde se produzca el suceso.

## CAPÍTULO 18

### LA RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO NATURAL Y AMBIENTAL.

#### ESQUEMA:

1. Concepto de restauración, definiciones, objetivos y consideraciones generales.
2. Criterios, metodologías y técnicas de restauración.
3. Casos particulares de recuperación de áreas degradadas, a modo de ejemplos.
4. El marco legal de la restauración.

#### 1. CONCEPTO DE RESTAURACIÓN, DEFINICIONES, OBJETIVOS Y CONSIDERACIONES GENERALES.

Protección y restauración de un recurso ambiental son dos conceptos íntimamente ligados. El primero de ellos se basa en el desarrollo sostenible de un territorio. El conjunto de medidas, que pretendan un uso sostenible constituye la *protección* ambiental.

Pero si un recurso ambiental se encuentra degradado, por intervenciones antrópicas, se precisa rehabilitarlo, para nuestro propio uso, y para el de nuestros descendientes. Y a esto se denomina *restauración*.

Las causas de la degradación de un recurso ambiental se centran, de entrada:

- en las presiones demográficas, que propician una ocupación “habitacional” desorbitada del territorio, y
- en unas actividades de desarrollo, incluida la industria turística, no ajustadas a criterios de usos sostenibles de los recursos.

La restauración de un recurso:

1. Supone asumir que un escenario geográfico dado:
  - es patrimonio de todos, y
  - que debe conservar sus propias peculiaridades y temperamentos, para no perder sus identidades.

Si un territorio hubiera perdido sus peculiaridades, habría que actuar de forma que las reencontrara.

2. Encierra una “ética”, que traduce, en palabras de Bordes (1994), “la responsabilidad de reconducir el patrimonio heredado, para transmitirlo a nuestra gente, en mejores condiciones”.
3. Y, según el anterior autor, “se articula como una respuesta, frente al deterioro generalizado de la calidad de vida. ...”

Los tres anteriores puntos se sustentan en una filosofía de explotación sostenible de un recurso. La restauración conlleva:

- a la eliminación del mayor número posible de impactos, que devalúan a los componentes abióticos y bióticos de un recurso ambiental, y
- a la recuperación, en lo que se pueda, del patrimonio etnográfico-cultural.

Por ejemplo, respecto a las obras públicas correctamente trazadas, o ubicadas, y socialmente necesarias, las perturbaciones en la percepción “agradable” del entorno, por hombre, quedan diluidas con cuatro tipos de medidas, ciertamente sencillas:

- El empleo de materiales con coloraciones que se adapten al medio físico de su entorno.
- El empleo de elementos estructurales, diseñados de acuerdo con el escenario natural. Por ejemplo, en las proximidades de acantilados o de escarpes basálticos, con disyunción columnar, los bloques “vista” de cemento de las obras, debidamente coloreados conforme con el entorno geográfico, tendrían reproducidas, externamente, la estructura columnar.
- La utilización de la jardinería, que jugaría un papel importante.
- Y la utilización de pantallas de vegetación, in perder de perspectiva que éstas pueden suponer, de por sí misma, elementos impactantes, dentro de entornos áridos.

Estas actuaciones corresponderían, en cierto modo, a una restauración del paisaje.

## 2. CRITERIOS, METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN.

En general, la restauración de un recurso ambiental se caracterizaría por una serie de actuaciones, que tendrían que conseguir, en la medida de lo posible, la recuperación:

- de los acervos culturales propios, si es que existían, y
- de las identidades, por sus contenidos naturales.

El conjunto de estas actuaciones se podría resumir de la siguiente manera:

1. Establecimiento de métodos operativos realistas, útiles y proporcionados al calibre de las distintas intervenciones, a llevar a cabo.

Se descartarían las meras especulaciones o discusiones “teóricas”, más o menos complejas, que quedarían como utopías, cuando se intentaran ponerlas en práctica.

2. Aprovechamiento, al máximo, de los recursos que ofrece el entorno a optimizar. Se potenciarían los caracteres de los mismos.
3. Elección de un coordinador generalista, de concepción amplia y abierta (integradora), no condicionado por una determinada disciplina, que matizaría sus tomas de decisiones.
4. Formación de un equipo multidisciplinario, con especialistas y expertos ilusionados, que supieran identificar y discutir (con propuestas de valoraciones):

- tanto los aspectos positivos significativos, que aún tiene un recurso en concreto,
- como los impactos que soporta.

5. Involucración de los usuarios habituales en el mantenimiento del recurso ambiental en cuestión, mediante campañas y estrategias de difusión, que deben:

- vencer las apatías o pasividades, los sentimientos de “desarraigo”, la insolidaridad y los excesivos individualismos,

- y despertar entusiasmos y actitudes optimistas, ante la evidencia de progresivos resultados positivos.

En una restauración, se podría seguir una metodología que encerrara los siguientes pasos:

- a). Delimitación, sobre un mapa, del territorio a restaurar. Por ejemplo, toda una isla.

La cartografía de una restauración paisajística, se podría basar:

- en categorías jerarquizadas, de forma integral, a nivel de la escala espacial considerada, y
- en la delimitación de “corredores”, con sus “cuñas”.

Los corredores estarían definidos:

- por las rutas de circunvalación de un territorio, y
- por los muros, que representan los macizos montañosos, al pié de los cuales se encuentran redes viarias, relativamente bastante transitadas.

Las cuñas normalmente corresponden a los valles fluviales y/o barrancos significativos, que interceptan a los corredores.

- b). Diagnóstico de las diferentes calidades del recurso cartografiado.
- c). Inventario y evaluación de impactos, en los escenarios geográficos delimitados.
- d). Análisis de alternativas de restauración y de reutilizaciones, en los entornos geográficos en estudio.

En el caso una la restauración paisajística “rural”, los espacios recuperados se podrían dedicar, por ejemplo:

- a la creación de infraestructuras de ocio en espacios seminaturales (complejos deportivos entre zonas verdes, pistas de juego, parques públicos, etc.), y
- a las explotaciones agrícolas o ganaderas, que den personalidad paisajística al territorio,

Posiblemente, estos tipos de intervenciones, en terrenos rurales paisajísticamente degradados, sean los de mayor rentabilidad social, o incluso, indirectamente, los más beneficiosos, en un proceso de reconversión de usos.

En áreas urbanas, una recuperación paisajística, unida a una mejora de la calidad de vida, de los antiguos complejos industriales fuera de actividad, que hubieran tenido un fuerte peso socioeconómico y cultural, podría ser sus reconversiones en parques temáticos.

- e). Propuesta de unas acciones concretas de restauración, de acuerdo:

- con las diagnosis estimadas de calidades,
- con los impactos que soportan los territorios, y
- con los usos alternativos.

- f). Establecimiento de una prioridad de escenarios a restaurar.

- g). Definición de las fases de actuaciones, en cada escenario, con una especificación de las mismas, que se llevarían a cabo dentro de una temporalización, que se ajuste:

- A unos posibles retrasos administrativos, por causas diversas. Sea el caso de problemas legales, en expropiaciones necesarias.

- Y a unas partidas económicas realistas, que incluyan las posibles modificaciones de los costes. Con frecuencia, en muchas obras, los costes finales triplican a los estimados inicialmente, en la fase de proyecto.
- h). Mantenimiento del territorio, después de las acciones de restauración. Estarían previstas las partidas económicas necesarias, ya calculadas, en los presupuestos de las administraciones formalmente comprometidas.

### 3. CASOS PARTICULARES DE RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS, A MODO DE EJEMPLOS.

Bordes (1994), en un programa de rehabilitación paisajística de la Isla de Gran Canaria (Canarias, España), que se puede extrapolar a otros territorios, propone 17 grupos de actuaciones, centradas en la siguiente serie de aspectos:

- forestación,
- ajardinamiento,
- movimiento de tierras,
- limpieza,
- demoliciones,
- reubicación de áreas de servicios,
- tratamiento cromático,
- iluminación,
- pequeños equipamientos,
- arquitectura doméstica,
- arquitectura singular,
- arquitectura del sistema productivo,
- reutilización de grandes unidades de explotación agrícola,
- obras civiles,
- pequeñas estructuras viarias,
- elementos de las redes eléctricas y telefónicas, e
- intervenciones singulares.

De acuerdo con este autor, con consideraciones añadidas, y algunas eliminaciones, estas acciones se podrían describir de la siguiente manera:

1. En la forestación, se intentaría restituir y resolver el estado original de muchos sectores frondosos, hoy día esquilados. Para esta acción, se preveía la plantación de especies botánicas propias de áreas macaronésicas, que no introdujeran variables negativas ni desestabilizaciones en los ecosistemas a tratar.
2. En el ajardinamiento, se recurriría a la plantación de arbustos y plantas tapizantes, de bajo mantenimiento posterior, en áreas determinadas, donde se requiera. Por ejemplo, frente a las cicatrices que han provocado y provocan la explotación de canteras, a cielo abierto. Este "ajardinamiento" crea pantallas de camuflaje de impactos paisajísticos.

Aquí se utilizaría, preferentemente, una vegetación de especies autóctonas, o foráneas, pero que ya hayan adquirido carta de naturaleza en el lugar. Esto supone el conocimiento del ecosistema local, en una recuperación del paisaje.

3. Los movimientos de tierra se referirían a aquellas operaciones, para:

- homogeneizar los terrenos,
- compactar taludes en tajos o quebrantos, producidos por la construcción de carreteras y caminos y, en definitiva,
- remodelar el "suelo", al objeto de mejorarlo en los distintos lugares, que ahora aparecen maltratados.

Asimismo, se querría generar superficies continuas, ya sean horizontales o inclinadas.

4. La limpieza sería una acción que incluiría operaciones superficiales de recogida y retirada de elementos extraños al medio, tales como acúmulos de chatarra, escombros o basura dispersa.

Los vertederos de basuras (de residuos sólidos) constituyen elementos muy desagradables, dentro de un paisaje. Para la recuperación paisajística, de sus medios ambientes, está lo que se llamaría la “alternativa israelita” que, en resumen, reconvierten los vertederos colmados en “manchas verdes”, tras un previo acondicionamiento de la topografía con medidas físicas. Las manchas verdes resultarían de un plan de colonización vegetal. Pero hay que tener ciertas precauciones con estas acciones restauradoras. Habría que prever, entre otras cosas:

- las estabilidades del terreno, ante diversas circunstancias y a distintas escalas de tiempo, y
- lo que ocurriría en las aguas subterráneas de los acuíferos subyacentes, si es que existen.

5. Las demoliciones tenían por objetivo la destrucción y la retirada de elementos edificados, que producen impactos negativos en el paisaje. Aquí se consideran:

- ruinas no significativas (sin valor histórico, artístico ni en la evolución etnográfica de un territorio),
- edificaciones no significativas en mal estado y/o en abandono,
- construcciones, también no significativas, con ubicaciones no ajustadas a planteamientos de ocupación de un territorio,
- restos de obras no retiradas, y
- vallas publicitarias.

6. La reubicación de áreas eliminaría las edificaciones o usos “nocivos” en escenarios frágiles. Esta acción conllevaría la elección de nuevas áreas, más “escondidas” y, por lo tanto, con menor proyección de los impactos que se produjeran. Se aminoraría el impacto paisajístico en el paisaje.

7. El tratamiento cromático, después de un análisis, que considerase todos los aspectos relacionados con el color, se centrarían en las pigmentaciones que deberían recibir las edificaciones, según criterios de:

- adaptaciones,
- complementaciones, o
- diferenciaciones.

establecidos según premisas que respeten:

- las culturas de los pueblos y
- el medio físico.

Las pigmentaciones se regirían conforme con una carta o mapa de colores, para el escenario geográfico en cuestión. Como regla general, pretendería que los coloridos de las edificaciones se vieran, pero que no resaltasen.

Por ejemplo, para la Isla de Gran Canaria (Canarias, España), se ha propuesto que las casas rurales y de los pequeños núcleos urbanos fueran pintadas conforme con los siguientes criterios y localizaciones.

- De añil y de blanco en el sector playero de El Castillo del Romeral. De esta manera, se recuperaría, en cuanto a las apariencias externas, el espíritu marinero, que es uno de los reflejos culturales de esta Isla.

- De amarillo en la Playa de El Cabrón y en Jinámar, para que se adapten a las coloraciones de sus arenas.
  - Y de ocre o siena (color “gofio”) en el Pico de La Atalaya - Montaña de Gáldar, en acoplamiento con la coloración de un picón (lapilli) basáltico alterado.
8. La iluminación pretendería sacar partido expresivo a la escenografía nocturna, aparte de resolver problemas funcionales. Pero habría de tener la precaución de no introducir, significativamente, una presión ambiental negativa en los hábitats de poblaciones faunísticas protegidas, como serían, por ejemplo, las poblaciones de pardelas, en la Isla de Gran Canaria.
9. Los pequeños equipamientos abarcarían dos tipos de actuaciones:
- La construcción de elementos de uso público, de carácter repetitivo, que pudieran utilizarse en varios sectores. Entre estos elementos, se encontrarían cobijos, paradas de guaguas (de autobuses), miradores, pasarelas sobre carreteras y autopistas, y señalizaciones e indicadores de interés paisajístico.
  - Y la construcción de otros elementos de pequeña escala, capaces de generar un lugar nuevo, un polo de atracción con su presencia, y que encerrara una reflexión de carácter conceptual y un diálogo de carácter minimal con el paisaje. Como ejemplo, se puede indicar la construcción de un “monumento” al Atlántico, sobre el borde de un acantilado, que soporta una ruta viaria de mucho tránsito.
10. La arquitectura doméstica prestaría atención a las edificaciones tradicionales, con valores pintorescos y expresivos. Estas construcciones serían tratadas en distintas operaciones de renovación, rehabilitación o restauración, con objeto de reconvertir y enriquecer el patrimonio edificado.
11. Las acciones de la arquitectura singular programaría operaciones de remozamiento o rehabilitación, con posibles nuevos usos, de edificios de significativo interés artístico y/o cultural, sin excluir los que representan valores etnográficos.
12. La arquitectura del sistema productivo comprende los diferentes tejidos de la organización agrícola, de la red hidrológica, o de obras de otras actividades productivas, que controlan arquitectónicamente al paisaje. Aquí se incluyen:
- acequias,
  - canales,
  - norias,
  - molinos,
  - salinas artesanales,
  - hornos de cal,
  - muros de bancales,
  - corta-vientos, como los de las fincas de plataneras de Canarias,
  - etc..

Las acciones de este apartado irían enfocadas:

- a eliminar elementos disarmónicos de los mantenimientos, o
- a restaurar esta arquitectura, diseñando medidas adecuadas de mantenimiento.

Los muros rurales antiestéticos, de bloques prefabricados a partir de cemento con áridos, se sustituirían por otros de piedra, como ha sido la norma tradicional.

En muchos casos, para la mejora y conservación de esta arquitectura, se tendría que catalogar las áreas de suelo, y definir las posibles operaciones concertadas con la propiedad privada. Quizás, esta política de restauración requiera introducir usos alternativos, en relación con usos obsoletos a

abandonados, como sería el caso de la explotación agrícola, en sectores periféricos de la Isla de Gran Canaria.

13. La rehabilitación de grandes unidades agrícolas en desuso, necesaria operaciones de envergadura, y la aceptación de nuevos criterios de explotación. Entonces, se posibilitaría la puesta en funcionamiento rentable de las fincas abandonadas, y el territorio se revalorizaría, en su aspecto paisajístico.

14. Las acciones en relación con las obras civiles estarían destinadas a rescatar:

- pasarelas,
- puentes,
- malecones,
- muelles,
- caminos reales, y
- obras civiles en general.

Se pretendería rehabilitar todas estas piezas, de especial interés público, cultural, artístico y paisajístico.

15. Las acciones de las pequeñas infraestructuras viarias tratarían de adecuar:

- rotondas,
- pequeños enlaces entre carreteras y/o caminos, y
- embocaduras de los caminos y carreteras vecinales con carreteras generales.

16. Las acciones con los elementos de las redes eléctricas y telefónicas tenderían:

- A organizar el aspecto compositivo de los transformadores y de otras edificaciones destinadas a desvíos de tendidos eléctricos y telefónicos.
- Y a seguir unas pautas de enterramiento de estos tendidos, normalmente sub-aéreos. Los enterramientos requerirían, a su vez, operaciones de restauración de los terrenos afectados.

17. Las intervenciones singulares consistirían en reconvertir unidades o tramos ambientales completos.

Para ello, se precisaría elaborar proyectos específicos, ya que habría que atender diferentes cuestiones de regeneración ambiental-paisajística. Se incluirían acciones de diferentes naturalezas y envergaduras, que irían desde la forestación, demoliciones o tratamientos cromáticos, a otras más específicas.

#### 4. EL MARCO LEGAL DE LA RESTAURACIÓN.

A nivel de todo el Estado Español, independientemente de las "Directivas Europeas", y sin entrar en las transferencias de competencias a las Comunidades Autónomas, el marco legal de la restauración se apoya en los siguientes textos:

- Real Decreto 2994/1982, de 15 de octubre, sobre restauración del espacio natural afectado por actividades mineras. BOE número 274. 15 de noviembre de 1982. Páginas 31 246 - 31 247.
- Real Decreto 1116/1984, de 9 de mayo, sobre restauración del espacio natural afectado por las explotaciones de carbón a cielo abierto y el aprovechamiento racional de estos recursos energéticos. BOE número 141. 13 de junio de 1984. Páginas 17 194-17 195.
- Orden de 13 de junio de 1984, sobre normas para la elaboración de los planes de explotación y restauración del espacio natural afectado por las explotaciones del carbón a cielo abierto y el aprovechamiento racional de estos recursos energéticos. BOE número 143. 15 de junio de 1984. Páginas 17 433-17 437.



## CAPÍTULO 19

### LOS CONFLICTOS DOMÉSTICOS DE GEOPOLÍTICA.

#### ESQUEMA:

1. Concepto de conflictos de Geopolítica.
2. Listado de algunos tópicos significativos de Geopolítica.
3. Estudio de un ejemplo de problemas de Geopolítica.

#### 1. CONCEPTO DE CONFLICTOS DE GEOPOLÍTICA.

Los conflictos de Geopolítica, en un marco geográfico amplio, corresponden a las disputas, entre estados frecuentemente vecinos, o entre bloques de naciones, por la soberanía, ocupación o usufructo de unos territorios, que inciden en los intereses estratégicos de una de las partes, a saber, entre otros:

- en la economía, en términos generales,
- en la posesión y control de recursos, o de sus reservas, principalmente del agua y de energías,
- en las salidas a vías de comercialización,
- en el dominio de rutas internacionales de comunicaciones,
- en el orgullo o prestigio nacional,
- en la posesión de áreas geográficas ocupadas por etnias, culturas y/o religiones nacionales,
- en la defensa y seguridad nacional, y
- en el dominio de puntos estratégicos transfronterizos, de interés militar.

También se podrían considerar como conflictos de Geopolítica, a escala internacional, la existencia, o creación, de fuentes de contaminación (atmosférica, o a través de ríos), cuyos efectos invaden, o llegan, a territorios de otros estados, dañando:

- sus recursos y reservas, y/o
- la calidad de vida ecológica y de sus ciudadanos.

Los "conflictos domésticos de Geopolítica" tienen escalas espaciales más reducidas que los anteriores. Surgen, entre comunidades de ciudadanos, que residen en un mismo estado, y que ven afectados sus intereses:

- a causa del manejo de territorios nacionales vecinos,
- o por "agravios comparativos".

Aquí, los enfrentamientos se pueden establecer entre:

- regiones u autonomías,
- provincias,
- municipios, o
- territorios de menor rango administrativo y/o de diferentes idiosincrasias.

Estos problemas domésticos normalmente se relacionan:

- en sentido amplio, con la toma de decisiones administrativas, y

- en sentido restringido, normalmente con las tomas de decisiones que rigen la explotación, la distribución y el usufructo de recursos.

Los problemas domésticos de Geopolítica suelen presentar, como denominador común, dos características:

- una particularización actualizada de otras situaciones, que se podrían recibir el calificativo de “estandarizadas”, y

- un enfrentamiento de intereses, entre comunidades.

En las particularizaciones, respecto a los problemas ya planteados, se hacen cambios de escalas:

- tanto en el espacio
- como en el tiempo.

Estos cambios de escalas implican que los problemas particulares, que se estudiasen, adquirieran, necesariamente, una serie de matizaciones:

- por requerimientos intrínsecos, y/o

- por los precedentes condicionantes, estos últimos, a veces, a causa de pretéritas malas gestiones.

## 2. LISTADO DE ALGUNOS TÓPICOS SIGNIFICATIVOS DE GEOPOLÍTICA.

En principio, este listado podría ser muy amplio, y con muchas matizaciones, conforme:

- con las características propias abióticas y bióticas de los escenarios geográficos afectados,

- y con las peculiaridades de sus habitantes (del hombre).

Y como todos los territorios, que se puedan delimitar, y sus habitantes son únicos, las matizaciones serían, teóricamente, infinitas, las cuales darían lugar a un inmensurable listado de problemas, o de aspectos, de Geopolítica.

Con todo, dentro de un esfuerzo de simplificación, se hace un sucinto listado de tópicos de Geopolítica, a título de ejemplos, en sus formulaciones más generales.

De esta manera, se llega a los siguientes tópicos:

- La solidaridad inter-regional en el usufructo de recursos. El caso particular de los trasvases de agua.

- Las políticas de infraestructuras estatales y/o regionales y los intereses locales. El trazado de las redes viarias.

- Las mancomunidades de municipios y los intereses particulares de cada municipio integrante. La ubicación de servicios no deseables y el grado de participación en el aprovechamiento de recursos.

- Los problemas de segregaciones de municipios. Las repercusiones en las dotaciones de servicios.

- Las actuaciones de equipamientos de las administraciones y los conflictos con organizaciones conservacionista-ecologista. La ubicación de líneas eléctricas de alta tensión, la ocupación de terrenos para embalses de agua y el trazado de carreteras por espacios protegidos, entre otros casos.

### 3. ESTUDIO DE UN EJEMPLO DE PROBLEMAS DE GEOPOLÍTICA.

Sea el caso de los trasvases de las aguas superficiales, de una cuenca hidrológica a otra, en escenarios geográficos próximos a litorales. En este contexto, los problemas arrancan:

- de la necesidad de disponer de agua dulce, tanto para el consumo doméstico como para las actividades industriales y agrícolas,
- de los “costes energéticos” de producción de las desaladoras, y
- de malas gestiones referentes a los recursos disponibles y a la explotación de las desaladoras.

El recurso “agua dulce”, susceptible de utilizar por el hombre, es cada vez más escaso. El acceso y control de estos recursos y de sus reservas, como pueden ser los ríos, han ocasionado conflictos a todos los niveles:

- Desde luchas armadas, por la ocupación, o pretensiones de ocupación, más o menos ocultas, de territorios de otros estados vecinos, que controlan ríos.
- A pleitos entre particulares, por las consecuencias de explotaciones de pozos, próximos a otros, que provocan interferencias entre “conos de depresión” en los acuíferos. Por estas interferencias, descienden el nivel freático en el terreno del vecino, con todas sus repercusiones en las explotaciones de los pozos afectados.

Los conflictos por los trasvases se sitúan a niveles intermedios, normalmente:

- dentro de un mismo estado,
- en una región o comunidad autónoma, o
- en el escenario de una isla.

Dentro del Estado Español, resulta clásico el caso del Trasvase Tajo - Segura:

- cuyos estudios se realizaron en la década de los 60,
- para realizarse las obras básicas en los años 70 y en parte de los 80, y
- sin que se haya llegado, en la actualidad, a un diseño definitivo del manejo de los desvíos, por las presiones de las comunidades autónomas implicadas.

En la Isla de Gran Canaria, ha nacido este problema con el proyecto de Trasvanorte, que sirve, a su vez, como ejemplo de un cambio de escalas, dentro de los planteamientos de Geopolítica. Aquí, interfieren tres grupos de intereses:

- De los habitantes de la “reserva” (de la zona donde llueve significativamente y en donde se encuentran las presas: poblaciones de las Cumbres de Tejeda).
- De las poblaciones del resto de la cuenca hidrológica, que se consideran con derechos sobre el agua que se recoge y que, de forma natural, hubiera llegado hasta ellos, a través

de los cauces de los barrancos, los auténticos "trasvases naturales". Entre estas poblaciones está La Aldea de San Nicolás de Tolentino.

- Y uno de los sectores más poblados de la Isla, con escasas reservas: zona Norte, principalmente las comarcas de Gáldar y de Agaete.

Los dos primeros grupos de litigantes son eminentemente agrícolas, y los conforman comunidades de regantes. En el tercer grupo de interesados, están las necesidades urbanas, además de los requerimientos para la agricultura.

A los tres anteriores grupos de actores, hay que añadirles:

- las administraciones de ámbito insular, como el Cabildo y el Consejo Insular de Aguas,
- el Gobierno Autónomo, también con competencias en la "política del agua", y
- la Administración Central, en lo que le compete, básicamente como "inversionista".

Estas disputas:

- tanto en la defensa
- como en la contra-defensa

de los trasvases, se juega con argumentos de diversos índoles, y con sus interpretaciones, de acuerdo con los intereses de los implicados.

Entre los argumentos, se encuentran los siguientes:

- Los derechos históricos sobre las aguas pluviales.
- El "interés general".
- La propiedad de las aguas públicas pluviales.
- El optimizar el recurso, con el usufructo (recogida) de las aguas sobrantes, que van al mar, de acuerdo con la forma y el tiempo que determinen las entidades insulares, con competencias en el manejo de las aguas (Consejo Insular, por ejemplo).
- El miedo al engaño de los políticos oportunistas: En principio el trasvase se utilizaría para aprovechar las aguas sobrantes, pero una vez creada las obras de infraestructura, se podrían invertir las prioridades, invocando el "interés general, y dejando en un segundo lugar los derechos históricos.
- La presencia y el papel que desempeñan los aguatenientes y las comunidades de regantes.
- La naturaleza y el rol de las concesiones administrativas.
- Y las potenciales y/o reales repercusiones en áreas protegidas, por la manipulación de las aguas pluviales que se encauzan artificialmente.

La tendencia de la sensibilización de la opinión pública, cuando se admite la importancia del "discurso político", se constata observando los medios de comunicación.

Para el caso del Trasvanorte, y sólo en relación con la prensa escrita, se pueden analizar los trabajos que se recogen en el listado de referencias, no exhaustivo, de la tabla 19.1.



En este ejemplo, son evidentes las vinculaciones del trasvase:

- con los costes de producción de las desaladoras, y
- con el manejo de las aguas en general, desde consideraciones de planificaciones del territorio.

La potabilización del agua del mar, mediante desaladoras, evitarían, en muy buena medida, las alternativas de construir trasvases. pero entraría, entonces, en juego el coste energético de la producción. Mientras no estén a punto las "energías alternativas", el funcionamiento de las desaladoras, de alto rendimiento, dependerá del petróleo. Y esta energía, que está en claro agotamiento, es cara. No obstante, el precio de coste de las aguas de las desaladoras es asumible para el consumo doméstico, pero resultaría ruinoso para la agricultura. Los precios de los productos agrícolas no serían competitivos, en comparación con los de las regiones de mayores disponibilidades de agua.

Desde esta perspectiva, la participación de los agricultores, como accionistas, se podría calificar como un mal manejo de las desaladoras, si estos accionistas usufructuaran, para la agricultura, parte de la producción. En tales circunstancias, como el agua saldría costosa, la producción estaría subvencionada, y la planta no se autofinanciaría. En áreas donde la agricultura requiera muchas disponibilidades de agua, como sucede en las Islas Canarias, habría una gran demanda de este recurso. A aumentar la demanda, se incrementaría la producción. Pero aquí, según las premisas asumidas, el aumento de la producción provocaría unas mayores pérdidas, con lo que se dispararía el déficit económico, en lugar de hacer "viable" la desaladora. Tendría lugar todo lo contrario a lo que suele acontecer con otras producciones.

Muy ligado a las anteriores consideraciones está la planificación y manejo del suelo agrícola. Fomentar ampliaciones de plantaciones, o reconvertirlas, de, o en, cultivos que precisan más insumos de agua, cuando aún no se han obtenidos aumentos de estos recursos, ¿qué calificativo tomaría?.

## CAPÍTULO 20

### LAS VALORACIONES ECONÓMICAS DE LOS RECURSOS AMBIENTALES.

#### ESQUEMA:

1. Panorámica general y conceptos básicos.
2. Las valoraciones económicas de la biodiversidad.
3. La valoración económica de las “historias de amor”, en un enmarque de biodiversidad: Presentación de un ejemplo.
4. Introducción a la valoración de los recursos ambientales, para usos recreativos y de esparcimiento.
5. El coste de oportunidad.
6. El precio hedónico y las valoraciones económicas de los recursos ambientales.
7. Presentación de escenarios geográficos, de características distintas, en el área del Caribe, y a modo de ejemplos, para sus valoraciones económicas.

#### 1. PANORÁMICA GENERAL Y CONCEPTOS BÁSICOS.

Para unas valoraciones económicas de los recursos ambientales, el territorio se puede clasificar:

- según criterios ecológicos y socioculturales (patrimoniales), y
- por sus roles socioeconómicos.

Los componentes socioculturales, o patrimoniales, hacen referencias, principalmente, a los legados y/o a adquisiciones:

- etnográficas,
- históricas y
- artísticas.

A partir de consideraciones ecológicas y patrimoniales, los territorios serán:

- de interés y, por lo tanto, a proteger, o
- no significativos.

Los terrenos no significativos se pueden englobar entre los destinados a desarrollos socioeconómicos, sin riesgos de insostenibilidad.

Esto último no quiere decir que las áreas de desarrollo socioeconómico se sitúen siempre fuera de los territorios protegidos, por sus contenidos ecológicos y patrimoniales. Lo que habría que procurar es que los usos respetaran a los contenidos ambientales, adaptándose a las circunstancias de contorno, para asegurar un desarrollo sustentable del territorio. No obstante, en muchas ocasiones, se dan incompatibilidades entre ciertos usos de interés socioeconómicos y los contenidos propios del ambiente a usufructuar.

Desde una perspectiva socioeconómica, los terrenos se podrían clasificar como:

- urbanísticos,
- recreativos y de esparcimiento
- agropecuarios,
- industriales y mineros, y
- de servicios (instalaciones e infraestructuras para comunicaciones terrestres, aéreas y marítimas, instalaciones de telecomunicaciones, instalaciones de transporte energético, etc.).

Las valoraciones económicas de las áreas protegidas, de interés ecológico y patrimonial, entrarían en la utopía. En muchos casos, se trataría de valorar la biodiversidad.

Las valoraciones pecuniarias, de las áreas de desarrollo socioeconómico, se harán según criterios específicos. Por ejemplo, no se aplicarían los mismos criterios-para valorar:

- los terrenos destinados a ocupaciones urbanísticas,
- los equipamientos urbanísticos (las viviendas sobre todo), y
- los recursos para usos recreativos y de esparcimiento (en áreas urbanas o no).

En general, los terrenos se valorarán económicamente:

- por sus características intrínsecas (ecológicas y patrimoniales),
- por sus usos, y
- por sus equipamientos.

A modo de ejemplo de valoraciones económicas de recursos, sea el caso de los terrenos., para usos urbanos, de primera residencia, y en sentido amplio. Estas valoraciones se apoyarán, entre otros, en los siguientes aspectos:

- idoneidad del terreno para soportar construcciones,
- lejanía respecto a las actividades habituales de los potenciales usuarios,
- cantidad y calidad de los accesos viarios,
- facilidad de comunicaciones aéreas (ubicación de los aeropuertos más próximos),
- infraestructura urbanística: red de saneamiento, tomas de agua potable, alumbrado público, etc.,
- grado de desarrollo edificatorio (sin viviendas, con unas primeras viviendas aisladas, con fases de ocupación ya desarrolladas, etc.),
- equipamiento del sector terciario: existencia de colegios, hospitales, de áreas comerciales, etc.,
- presiones negativas de contorno (ruidos por una cantera próxima, proximidad de una industria que produce olores desagradables, aislamientos por arterias viarias, etc.),
- proximidad a áreas recreativas y de esparcimiento,
- proximidad de puertos deportivos, y
- proximidad a áreas protegidas (en función de la sensibilidad cultural de los usuarios).

Las valoraciones económicas de los recursos ambientales, explotables como áreas recreativas y de esparcimiento, se basarían, en principio, en estas otras características:

- riqueza intrínseca del territorio (arquitectura paisajística, por ejemplo).



- usos idóneos que puedan soportar (sea el windsurfismo en una playa con olas y vientos muy adecuados para este deporte),
- presiones negativas de contorno, y
- equipamientos en infraestructuras.

## 2. LAS VALORACIONES ECONÓMICAS DE LA BIODIVERSIDAD.

Según el esquema de Escarré (1997), la biomasa de los ecosistemas puede representar:

- recursos de consumo directo por el hombre, que proporcionan alimentos, combustibles, madera, materia prima para la industria farmacéutica, etc., o
- beneficios indirectos para el hombre.

Los beneficios indirectos de una biomasa son muchos. Por ejemplo, las biomásas de los ecosistemas:

- Reciclan compuestos químicos procedentes, en buena parte, de la actividad del hombre, y que podrían alterar la calidad de vida. Entre estos compuestos, se encuentran el dióxido del carbono, el ozono y los óxidos de nitrógeno.
- Suavizan las presiones ambientales, como es el clima.
- Protegen a otros recursos, como a los suelos.
- Relentizan procesos negativos, como la desertización.
- Aseguran y mejoran la explotación de ciertas especies, o variedades, biológicas, mediante la carga genética de otras muy próximas, aparentemente inútiles. De esta forma, por ejemplo, se haría frente a plagas o epidemias en biomásas comerciales.
- Y podrían ser fuentes de productos de interés en el futuro, para resolver problemas, o para proporcionar otros beneficios al hombre.

Valorar económicamente una biomasa de consumo directo, resulta una tarea relativamente fácil y, en el peor de los casos, realizable, aunque sea de forma muy compleja. En cambio, las valoraciones económicas de una biomasa, de funciones indirectas y muchas ciertamente desconocidas, en relación con los intereses del hombre, realmente es imposible. Esto se comprende, sin dificultades, formulando una serie de preguntas muy sencillas. Por ejemplo:

- ¿Qué pasaría si no hubiese un consumo biológico de ciertos gases de desecho, relacionados con la actividad antrópica?
- ¿Cómo se mediría, en términos económicos, estos procesos de reciclado?
- ¿Cómo se devaluaría, económicamente, un medio natural o un medio ambiente, que se volviera, cada vez más contaminado, al decaer el proceso de reciclado, de gases de desecho, por una destrucción de su biomasa?
- ¿En qué magnitud se darían las pérdidas económicas en las distintas unidades territoriales, que se configuran a diferentes escalas dimensionales, latitudinales y altitudinales, por los cambios climáticos atribuibles a disminuciones de los "sumideros" de gases, que se identificarían con ciertas biomásas?
- En el anterior contexto, ¿cómo se evaluarían económicamente los sistemas que albergasen las grandes biomásas de "efecto sumidero"?
- En el supuesto que se evaluarían económicamente las biomásas, por sus implicaciones en los cambios climáticos, entonces ¿se estarían creando conflictos geopolíticos?

- Los conflictos de geopolítica ¿influyen en las valoraciones económicas de los recursos ambientales?
- ¿Cómo se podría medir, objetivamente, los efectos de los conflictos de geopolítica, en las biomasa de los recursos ambientales?
- Si se destruye una biomasa vegetal, en una unidad ambiental, ¿existen riesgos que se pierdan suelos, en sentido edáfico? ¿Bajo qué circunstancias?
- ¿Cómo se puede valorar económicamente la pérdida de un suelo?
- Por la pérdida de la biomasa vegetal, de unas determinadas características, ¿aparecerían, o se acentuarían, riesgos de erosión, en general, en los relieves?
- ¿Decaería el valor económico de una unidad ambiental, cuando se incrementasen, en ella, los riesgos de erosión? ¿Cómo se mediría esta depreciación?
- Una biomasa vegetal ¿da cobijo a otra de fauna?
- Si desaparece el cobijo de fauna ¿qué pasaría? ¿Se extinguirían, por ello, algunos atributos del recurso ambiental?
- ¿Se puede cuantificar económicamente los atributos de un recurso ambiental, por sus contenidos naturales?
- ¿Cómo se valoraría en dinero, por ejemplo, la ausencia de ciertas especies y variedades ornitológicas, ante perturbaciones en sus cobijos vegetales, en un recurso apropiado para observar aves?
- ¿Un paisaje se devaluaría económicamente si sus aves coloristas dejaran de actuar en ese escenario?
- ¿Sería posible valorar, monetariamente, la pérdida de una especie o variedad biológica comercial, básica para las necesidades del hombre?
- En dependencia con la pregunta precedente, ¿qué valor tendrían aquellos ecosistemas, o sistemas, que asegurasen la "perpetuidad" de una especie o de una variedad biológica en explotación?
- ¿Se podrían reconstruir ecosistemas destruidos, que hubieran encerrado especies o variedades biológicas endémicas?
- ¿Qué precios adquirirían aquellos ecosistemas, o sistemas, que contenesen especies o variedades biológicas endémicas, actualmente con apariencias de inútiles?
- Las especies y variedades biológicas actual y aparentemente inútiles ¿resolverán problemas, y/o aportarán beneficios económicos al hombre, en el futuro?
- ¿Se podría valorar económicamente algo que se desconoce, como la utilidad futura de una especie o variedad biológica?

Y así, se podrían formular muchísimas más preguntas. Las anteriores constituyen un muestrario muy simple y modesto.

Para comprender la envergadura de algunas de las interrogaciones propuestas, se recogen las siguientes observaciones de Escarré (1997), más o menos modificadas en sus estilos de presentación:

- Como resultados de proyectos, o de programas, de investigaciones, continuamente se descubren nuevas propiedades, beneficiosas para el hombre, en los compuestos químicos de especies o variedades biológicas, que se tenían como inútiles. Los nuevos compuestos pueden servir de “modelos” en la síntesis química de otros más económicos. Como ejemplo de descubrimiento de una nueva planta medicinal, está el caso de la Pariwinkle rosada, que contiene principios activos para combatir diversos tipos de cáncer, que antes eran incurables.
- Se estima, estadísticamente, que, por cada 1 000 especies vegetales que se extingan, se perderán 8 especies potencialmente aprovechables en el campo de la medicina.
- Dentro de las especies y variedades biológicas, que cubren las necesidades alimentarias del hombre, las más solicitadas son aquellas que tienen mayores índices de crecimiento y menores costes de cosecha. Esta biomasa ha ido desplazando al resto y, por lo tanto, la biodiversidad se ha ido, cada vez, menguando más. Resulta más económico producir grandes cantidades de un mismo producto que pequeñas cantidades de distintos productos. De esta manera, se ha llegado a la “uniformidad genética”, a nivel de especie, o de variedad, en donde ha podido intervenir la ingeniería genética. Pero esta “uniformidad”, ligada a una producción extensiva (en el sentido de ocupar progresivamente más espacio), que puede ser también intensiva, es más vulnerable a los impactos externos, como una plaga o enfermedad. Cuando menos especies y variedades se cultiven, menos posibilidades habrá de que exista alguna resistente al impacto. Se podría estar, inclusive, ante impactos no previstos por la ingeniería genética. De esta manera, cabría la posibilidad de llegar a la extinción de una determinada producción. Las especies y variedades naturales despreciadas por sus peores producciones, habrían sido desplazadas por sus parientes naturales, o de ingeniería genética, de mayor producción. Si esta biomasa despreciada hubiera desaparecido en su totalidad, si hubiera disminuido la diversidad, no se podría reponer, por el procedimiento que fuese, la carga genética necesaria, para recuperar la biomasa que interesa por su producción.

En resumen, se puede afirmar que la valoración económica de la biodiversidad es absolutamente imposible, en su concepción global. En su integridad, no se puede llegar, incluso, a órdenes de aproximación. Lo más cauteloso es respetarla al máximo, en la medida de lo posible. O, al menos, poner todo el empeño al respeto.

### 3. LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS “HISTORIAS DE AMOR”, EN UN ENMARQUE DE BIODIVERSIDAD: PRESENTACIÓN DE UN EJEMPLO.

En la Isla de La Gomera (Canarias, España), se encuentra el Parque Nacional de Garajonay.

Este Parque:

- ocupa casi un tercio del territorio insular (unos 130 km<sup>2</sup>),
- se desarrolla, sobre todo, en las zonas de cumbres.
- encierra en sus entrañas un ecosistema forestal singular, la laurisilva, un bosque subtropical de la Era Terciaria, bañado por un mar de nubes,
- describe un paisaje de laureles, de brezos, de cedros, de roques y de acantilados, y
- es también amor, por su leyenda, por Gara y Jonay, dos jóvenes guanches que dejaron la vida en lo más alto del bosque.

El Bosque de Garajonay se puede percibir de muchas maneras. Se va a intentar asumir una de ellas, conforme con una versión libre, a partir del texto de Juan Fernández-Cuesta (ABC del 14-2-1998).

El Bosque de Jarajonay huele a paz. Algunos pájaros y el rumor del agua del riachuelo iluminan el silencio de la masa boscosa. La inmensidad de su entorno se rompe con los árboles de cedro, de cuatro y cinco metros de altura. El alma se viste de sosiego, a lo largo del camino que conduce a la ermita, como se cubren de líquenes los laureles. El alisio riega al bosque, que siempre se encuentra húmedo, para que,

en todo momento pueda germinar el amor. Las piedras, qué buen ejemplo, pierden su tono natural. Son verdes, del musgo que se ha apoderado de ellas, como a veces se apoderan de nosotros los sentimientos.

El agua, transparente, desciende por revueltos caminos, aparta las piedras y sigue su curso. Se suceden meandros consecutivos, a izquierda y a derecha, sin un tramo recto al que aferrarse, como una repetición de las carreteras de la Isla, como los recovecos que, en ocasiones, aparecen en nuestros corazones. Mientras, y aunque las nubes cubren casi toda La Gomera, el Sol deja caer hilillos de luz, en lo más profundo del bosque.

Sombras y luces convergen, como también acontece en nuestro interior, al tiempo que se contemplan las pocas zonas que ha tocado la mano del hombre, lugares de devoción y respeto. Una ermita, sencilla y pobre, se levanta en un suelo lleno de tréboles.

La laurisilva, cuando se asciende por los caminos, se contempla bella, y como un bosque inmenso. Es un bosque misterioso, lleno de edad, de árboles de hojas perennes, semejantes al laurel. Seis especies autóctonas de aves se esconden en su seno, como los sentimientos de amor se cobijan en nuestros corazones. Entre las aves, la paloma turquí es la reina de la laurisilva por excelencia. Destaca por su color gris pizarra, con incrustaciones rosas y verdes, a igual que los grises que invaden nuestras almas se ven interrumpidos por los coloridos de nuevas ilusiones.

Somos unos profanos, pero cuando salimos de las profundidades y llegamos a los roques, nuestros ojos tienen aún capacidad:

- para atrapar, desde los miradores, la libertad de una pareja de aguilillas, una de las poquísimas que quedan, que planean sobre estos afloramientos de rocas, y
- para atrapar nuevas ilusiones, aunque ya nos queden pocas, como los néctares que nos mantengan siempre jóvenes.

Aún más arriba, quizás allí donde Gara y Jonay acabaron con sus vidas, después de que Jonay, el joven (dice la leyenda), cruzase a nado las aguas que separan Tenerife de La Gomera, para unirse por siempre a su amor, nos cubren los mares de nubes.

Los vientos del alisio, cargados de humedad, ascienden por las vertientes, y conforman capas de nieblas, que nos envuelven, como envolvieron un día a Gara y a Jonay. Y tras remontar estas nieblas, se tiene el cielo al alcance de los dedos, como a veces está a nuestro alcance la felicidad.

Esta es la leyenda, sentida con alma de poeta, de una Isla, de La Gomera, y de su Parque Nacional, Garajonay. El Parque fue declarado Patrimonio Mundial por la UNESCO en 1986, y guarda, para siempre, una belleza tremenda en su interior, a semejanza de como podemos conservar, también "eternamente" el amor en nuestros corazones.

Ante ambientes como los descritos, se pueden hacer preguntas como las siguientes:

- ¿Cómo se pueden valorar económicamente tales escenarios geográficos, con sus leyendas?.
- ¿Cómo se pueden valorar, en términos monetarios, los escenarios que hacen revivir los sentimientos nobles en el hombre?.
- ¿Cómo se puede valorar, con dinero, las tradiciones de los pueblos?.

#### 4. INTRODUCCIÓN A LA VALORACIÓN DE LOS RECURSOS AMBIENTALES, PARA USOS RECREATIVOS Y DE ESPARCIMIENTO.

En las valoraciones de los recursos ambientales, para fines recreativos y de esparcimiento, las cuantías económicas vendrán dadas por un justiprecio.

El justiprecio dependerá:

- de los beneficios directos que proporcionen los recursos,
- de los beneficios indirectos que generen, en un área geográfica, de límites determinados (en una isla, por ejemplo), y
- de las inversiones en equipamientos y en infraestructuras.

Sea el caso de la Playa de Pozo Izquierdo, en la Isla de Gran Canaria (España). El escenario, a nivel internacional, es muy idóneo y solicitado para la práctica y campeonatos de windsurfismo. Los beneficios económicos directos pueden ser pocos, pero, en cambio, los indirectos repercuten en la mejora de la rentabilidad de una serie de servicios, entre los que se encuentran los siguientes:

- hostelería, en el conjunto de la Isla,
- transportes (aéreos y terrestres), y
- suministros deportivos.

Además, la realización de campeonatos de este deporte, en Pozo Izquierdo, conlleva, también de forma indirecta, campañas publicitarias de la Isla de Gran Canaria en particular, y de las Islas Canarias en general. Tal publicidad se dejará sentir positivamente, más o menos a la larga, en los beneficios económicos por turismo, en el Archipiélago Canario.

En cuanto a las valoraciones económicas, en función de los equipamientos, se puede aplicar una derivación “transitiva” del método del “precio hedónico”.

Las indemnizaciones, ante desastres no previstos, de origen natural o antrópico, para este tipo de recursos ambientales, por parte de posibles aseguradoras, se regirían:

- por los beneficios económicos directos e indirectos, que se obtienen por los usos, y
- por las cuantías de las inversiones realizadas en equipamientos e infraestructuras necesarias, para los usos en cuestión.

Puede ocurrir que unos equipamientos e infraestructuras, para un uso en concreto, interfieran con los contenidos que predestinan otros usos. Por ejemplo, unas determinadas infraestructuras pueden interferir con los contenidos:

- paisajísticos,
- étnicos,
- artísticos,
- etc..

En esas situaciones, las valoraciones económicas de los equipamientos e infraestructuras, para un uso prefijado, corresponderán a balances, que tengan en cuenta los prejuicios que pueden, o pudieran, ocasionar en la “explotación” del recurso en su totalidad.

Así, puede suceder que unas instalaciones e infraestructuras hoteleras, para un turismo de “sol y playa”, intercepten el esparcimiento por el uso del paisaje, cuando esas instalaciones produzcan impactos en la percepción polisensorial del entorno geográfico.

La rentabilidad en una “explotación” no siempre se debe medir en términos monetarios. Hay rendimientos de altos beneficios, que se miden en el “bienestar” cultural que proporcionan a los pueblos.

Particularizando en la conservación y protección del conjunto de valores de un recurso ambiental, sea la Montaña de Tindaya, en la Isla de Fuerteventura (Canarias, España).

Esta Montaña representa, en sí misma, una rareza geológica, a escala regional, de interés científico y didáctico, que, por añadidura, encierra un patrimonio étnico-cultural.

La importancia geológica de Tindaya se basa, principalmente, en dos aspectos:

a). Describe a un domo subvolcánico, traquítico-sienítico, descarnado por la erosión.

b). Y muestra estructuras petrológicas:

- unas características de las rocas que forman el domo, y
- otras peculiares del escenario.

Se observan estas estructuras gracias a la existencia de una cantera, actualmente fuera de explotación. La cicatriz dejada por la cantera se puede utilizar como una "Aula de la Naturaleza".

El significado etnográfico y cultural estriba, esencialmente:

- en el contenido de grabaciones podomórficas prehispánicas, y
- en el carácter sagrado, también prehispánico, de la Montaña en sí.

Desde otras consideraciones, la cima de la Montaña constituye un punto singular de observación, de un conjunto de cuencas visuales paisajísticas (áreas paisajísticas), que abarcan, de forma muy representativa, a los valles centrales. Sin embargo, la accesibilidad a esta cumbre, en estos momentos, resulta dificultosa.

En este escenario, supóngase que se quiere construir una serie de instalaciones y de infraestructuras recreativas y de esparcimiento, con aportaciones artísticas (Proyecto Chillida). Las obras requerirían, en el interior de la Montaña, un vaciado cúbico, de unos 50 metros de lado, teóricamente invisible desde fuera.

A la hora de la toma de decisiones, respecto a si se ejecuta, o no, el Proyecto, se tendría que sopesar, entre otros, los siguientes factores:

- Los beneficios económicos que se pudieran obtener, una vez realizado el Proyecto.
- La forma de disponer de los medios económicos necesarios para la ejecución del Proyecto.
- Las características de la amortización de los préstamos, si se recurrieran a estos procedimientos de financiamiento.
- La potencialización de la comodidad de acceso, en el uso paisajístico del recurso.
- La acción de propiciar la ingeniosidad artística del proyectista.
- La posibilidad de albergar una obra artística, única en su género.
- El enriquecimiento del entorno con la recepción de una aportación artística-cultural contemporánea.
- La destrucción parcial de unos contenidos geológicos de interés.
- La posibilidad de destrucción parcial del patrimonio étnico-cultural.
- Y la posible falta de respeto hacia el patrimonio étnico-cultural.

Y además, cabría preguntarse:

- En palabras del propio Eduardo Chillida, el Proyecto ¿correspondería a una gran escultura para la tolerancia, para los hombres de todas las razas y colores? ¿Serviría de instrumento para comunicar con el sol, con la luna y con el horizonte? ¿Se crearía un espacio en el que el hombre se sienta disminuido en su dimensión física? ¿Se favorecería que el hombre se sienta hermano de los demás hombres?

- La realización del Proyecto ¿desarrollaría unos atributos que revalorizaran los precios hedónicos, de terrenos urbanizables, más o menos próximos a Tindaya, con la consecuente especulación inmobiliaria?.
- El patrocinio, la defensa y la permisología del Proyecto ¿constituiría, en parte, un pretexto, ignorado por el artista, para seguir explotando la roca de la Montaña (por el vaciado)? ¿Se estaría ante un negocio de la extracción minera?.
- ¿Se profanaría un símbolo de un pueblo, el del pueblo majorero? ¿Sería algo parecido a la profanación del Árbol de Guernika, desde la óptica vasca? ¿A qué escultor, por magnífico que fuere, se le ocurriría solicitar al Gobierno Vasco permiso para tallar el propio árbol de Guernika, aprovechando sus características texturales, espaciales, de color y de formas? ¿Daría su consentimiento las autoridades de Ajuria Enea? ¿Cómo respondería el pueblo de Euskadi? ¿Por qué no se solicita horadar la Montaña de Monserrat para esculpir algo parecido al proyecto de Chillida en Tindaya? ¿Lo permitiría la Generalitat Catalana?.

Los procesos:

- de sopesar la secuencia de factores inventariados, y
- de contestar a las interrogaciones,

permitirían:

- establecer las exclusiones que pudieran plantearse entre los factores en cuestión, y
- llegar a valoraciones éticas.

Las controversias se resolverían conforme con unas prioridades socioculturales, en las que no tienen por qué privar los efectos económicos.

En consecuencia, y en relación con una tentativa de valoración económica de este recurso de Tindaya, estarán presentes no sólo la potencial acogida de equipamientos y la bondad de sus explotaciones económicas, sino también los condicionantes de contorno, de fuerte carga científica, étnica y cultural.

Como regla general, se deben buscar equilibrios entre las valoraciones, económicas o no, entre los distintos aspectos que entran en juego, y llegar a los balances más rentables, siempre que se sea respetuoso con la Naturaleza y con los legados étnicos y culturales. Es decir, cuando se hagan desarrollos sustentables.

## 5. EL COSTE DE OPORTUNIDAD.

Conforme con Dixon et al. (1988 y 1989), Maxwell y Constanza (1989) y Pomeroy (1992), entre otros, el *coste de oportunidad* (opportunity cost) se puede definir como las valoraciones económicas de recursos ambientales, sometidos a acciones, o a propósitos, que no adquieren precio, o que no intervienen, en el mercado, a partir de las estimaciones de ingresos netos que se perderían, a causa de esas acciones o propósitos.

Haq (1997) da otra visión compatible, y quizás más general, de este concepto. El costo de oportunidad significaría:

- la medición del ingreso total que daría un uso alternativo del recurso en cuestión, y
- la comparación de ese ingreso total con los beneficios que se derivan de mantener el recurso intacto.

Sean los siguientes ejemplos:

- la conversión de un manglar en una granja camaronera o en un arrozal,
- la utilización de un bosque costero para la agricultura.

- la construcción de complejos urbanísticos turísticos en un parque marino,
- etc..

Haq (1997) advierte que, dado que muchos proyectos de desarrollo dan altos beneficios a corto plazo, se debe hacer una ponderación adecuada antes de compararlos con los beneficios de conservar las áreas naturales intactas, las cuales se expresan a más largo plazo.

En general, las pérdidas de ingresos económicos serían una consecuencia de prescindir de otros usos de los recursos, de interés en una economía de mercado.

La medición de este coste de oportunidad es una tarea difícil en la práctica. Se requiere un conocimiento muy completo del sistema o, por lo menos, del ecosistema directamente implicado.

Entre los elementos que se tendrán que tomar en cuenta, en los costes de oportunidad, están:

- los productos o bienes directos (sea el caso de las extracciones de madera para distintos usos),
- las producciones indirectas (por ejemplo, la explotación de tierras de pastoreo, la explotación de organismos marinos para la acuicultura, la explotación de organismos marinos para el consumo directo del hombre, la producción de miel de abeja, etc.),
- y los servicios ambientales (la protección de la orilla, la protección de suelos, los ciclos biogeoquímicos, etc.).

En el supuesto de valorar económicamente lo que supondría la declaración de áreas protegidas (creación de reservas naturales, por ejemplo), el “costo de oportunidad” es una vía para medir el “costo de la preservación”. Se estaría midiendo el coste de la preservación de un recurso ambiental, mediante lo que se dejaría de percibir económicamente.

Pomeroy (1992) incluye el método de la estimación del coste de oportunidad entre las alternativas de valoración económica de los recursos costeros. No obstante, esta metodología se puede aplicar de forma general.

Dixon et al. (1989) ilustran el concepto de “costos de oportunidad” para el caso de la protección de un manglar. Para este ejemplo, señalan que hay que evaluar de forma exhaustiva toda la gama de bienes y de servicios que se derivan del manglar, y que se perderían con un proyecto determinado, como sería uno de conservación y protección de su escenario geográfico.

## 6. EL PRECIO HEDÓNICO Y LAS VALORACIONES ECONÓMICAS DE LOS RECURSOS AMBIENTALES.

En sentido estricto, se entiende por “*precio hedónico*” las valoraciones económicas que se hacen de las viviendas, de acuerdo:

- con sus atributos propios (implícitos a los materiales empleados, a las características de lo construido y a los espacios comunes de los usuarios), y
- con los atributos que reciben del entorno ambiental.

En la tabla 20.1, se hace un incompleto inventario de atributos propios a las viviendas (atributos implícitos):

Siglas	Descripción	Siglas	Descripción
01	vivienda tipo chalet (quinta)	12	aire acondicionado central
02	vivienda tipo bungalow, a varios niveles	13	calefacción central
03	vivienda tipo apartamento	14	aljibe subterráneo con motor
04	vivienda tipo "piso"	15	antena convencional de TV
05	superficie del habitáculo	16	antena parabólica de TV
06	número de habitaciones	17	tipo de recepción y de hall
07	número de baños	18	áreas verdes propias o de la comunidad
08	acabado interior: closet empotrados, ...	19	parque infantil
09	plazas de garaje	20	caney
10	ascensores	21	piscinas , con duchas y baños
11	planta eléctrica de emergencia	22	canchas de uso múltiple

Tabla 20.1  
Inventario de algunos atributos implícitos de las viviendas.

El entorno ambiental puede corresponder a un recurso recreacional y/o de esparcimiento (un recurso a disfrutar).

En este sentido, y según Azqueta (1994), el precio hedónico implica que, cuando se adquiere una vivienda, no sólo se está comprando una serie de metros cuadrados de construcción, de una determinada calidad, sino que también se está escogiendo un entorno, que tiene una serie de características, con respecto:

- al barrio, y
- al medio ambiente.

Dentro de este contexto, un "comprador está dispuesto a pagar una determinada cantidad de dinero, superior a la que correspondería a viviendas de idénticas características estructurales, pero con un entorno diferente y en un lugar diferente" (Albornoz, 1997).

Con las metodologías de los llamados "precios hedónicos", se intenta descubrir todos los atributos del recurso ambiental, que contribuyen a la valorización de las edificaciones habitacionales.

Respecto a los recursos ambientales de riberas de lagos y mares, y para las cuencas paisajísticas en general, algunos autores identifican los siguientes atributos ambientales, entre otros:

- la calidad ambiental, incluida la paisajística, en su conjunto,
- la cercanía del recurso a usar (de sus áreas de recreo y/o de esparcimiento),
- la ubicación frente al recurso y la vista escénica: el disfrute paisajístico del recurso desde las viviendas (en primera línea o no, presencia o no de pantallas arquitectónicas, posición altitudinal de la vivienda en una torre),
- el tipo de acceso al recurso (directo o no, privado o público), y
- el derecho de las viviendas a "plazas de disfrute", como sería puestos para lanchas en marinas o puertos deportivos próximos, que reúnan seguridad y buenos servicios.

Las valoraciones de las viviendas, por los atributos que reciben de su entorno ambiental, se reajustaran, a la alza o a la baja, con los factores de contorno, propios de los terrenos urbanos o urbanizables, ya descritos en el primer epígrafe de este capítulo.

Una lectura de "*rebote*", del precio hedónico, conduciría a la formulación de que *el valor económico de un territorio*, correspondería al que alcanzara la sumatoria del potencial máximo de viviendas (conforme

con las diferentes limitaciones que se impongan), cuyas valoraciones estarían en dependencia con los atributos que reciben del recurso ambiental en cuestión. Se trataría de una metodología de extrapolación, para estimar el valor económico de un escenario geográfico dado, “considerando los valores de las viviendas beneficiarias” (Albornoz, 1997).

Puede ocurrir que una edificación sobredimensionada, que tenga que ocupar terrenos inapropiados, lleve a una devaluación del recurso ambiental a usufructuar, por los efectos negativos que pueda producir esa ocupación. Los efectos negativos, que repercutirían en los precios de las viviendas, pueden ser muy diversos. Sean los dos siguientes ejemplos:

- a). La inestabilidad de una playa arenosa, próxima a una urbanización. La inestabilidad se aceleraría si la urbanización usufructuante invadiera a una formación de dunas, que asegurara la sobrevivencia del depósito playero. ¿Sería este el caso de la Península de Hicacos, en Cuba?
- b). La Isla de Coche, en Venezuela. La calidad muy alta de los Acantilados de El Coco revaloriza las viviendas turísticas de los sectores urbanizables adecuados. Pero si se construyera en el entorno de los propios acantilados, éstos sufrirían graves impactos paisajísticos, y se despreciarían fuertemente, para un disfrute paisajístico. Como consecuencia inmediata, caería el precio del conjunto de las viviendas y de la hostelería de Coche.

En definitiva, si se devalúa un recurso ambiental, decae la apreciación de sus atributos y, por lo tanto, disminuyen las valoraciones económicas de los beneficiarios de esos atributos (las viviendas). Y ante una bajada de precios de las viviendas, sigue devaluándose el recurso ambiental. Por el “efecto rebote” o de “ping-pong”, se desencadenaría una progresiva e iterativa depreciación económica de los recursos ambientales y de las viviendas beneficiarias.

De lo anterior, se deduce que hay una estrecha relación entre:

- el precio hedónico de un recurso ambiental, a partir del precio hedónico de sus viviendas,
- y la capacidad de carga habitacional del territorio ocupado.

Para evitar que los recursos ambientales tengan caídas de precios, las capacidades de carga estarán bien calculadas, desde todas sus vertientes.

Las dificultades para los cálculos de los precios hedónicos se presentan:

- Si no se ha dispuesto de cuestionarios estandarizados para la toma de datos y para las evaluaciones aisladas de los atributos muestreados (implícitos, de los propios de los terrenos urbanos y de los recursos ambientales), con criterios claros y precisos.
- Si el muestreo no se ha hecho con un diseño estadístico.
- Y si se ha tenido incertidumbre en el momento de escoger forma de procesar la información recabada, sobre la apreciación de los atributos.

Si se asume la relación precio hedónico / capacidad de carga habitacional, se deduce que las estimaciones de los precios (de las viviendas y del recurso que aporta los atributos) se rigen según funciones no lineales.

Estas funciones podrían ser:

- logarítmicas,
- semilogarítmicas,
- cuadráticas, y
- otras.

En principio, y en unas iniciales especulaciones, se podría admitir una función exponencial, hasta un umbral determinado, antes de llegar al tramo asintótico, que se continuaría con otra función descendente

(despreciativa), que podría ajustarse a una curva semilogarítmica. En ordenadas, se representarían los precios hedónicos, y en abscisas, las capacidades de carga habitacional.

Albornoz (1997) recoge, en una tabla, los investigadores más significativos, que han trabajado y/o trabajan:

- sobre el valor económico del recurso ambiental,
- sobre el valor de las viviendas, en función de los atributos (positivos y/o negativos) del ambiente de contorno, y
- sobre el valor de la calidad de vida,

especificando las metodologías de cálculo que utilizan.

En general, el precio hedónico de un recurso ambiental suele representar una valoración económica a la baja, ya que sólo se evalúa uno de sus aspectos, el equipamiento, sin que intervengan, de forma rigurosa, los otros dos:

- los contenidos ecológicos y patrimoniales, y
- los usos reales y potenciales del recurso en sí, con sus implicaciones económicas directas e indirectas.

Finalmente, dentro de este epígrafe, vale la pena recoger la reflexión que se hace Albornoz (1997), referente al carácter social que pierden algunos recursos ambientales, calificados como públicos, por los precios hedónicos que imprimen en las viviendas usufructuarias. Este autor viene a preguntar, más o menos, lo siguiente: ¿Hasta qué punto son bienes públicos ciertos recursos ambientales, cuando el acceso al disfrute de los mismos está limitado a quienes posean unos medios económicos altos?

#### 7. PRESENTACIÓN DE ESCENARIOS GEOGRÁFICOS, DE CARACTERÍSTICAS DISTINTAS, EN EL ÁREA DEL CARIBE, Y A MODO DE EJEMPLOS, PARA SUS VALORACIONES ECONÓMICAS.

Respecto a las valoraciones económicas de los recursos ambientales, se podrían obtener buenas enseñanzas con estudios, in situ, de casos reales, y máxime si se disponen, para contrastarlos, de distintos escenarios geográficos, ilustrativos por sus características diferentes y significativas.

En Cuba, dos de estos escenarios, que son asimismo prioritarios por los intereses económicos que llevan implícitos, se identifican:

- con la Península de Hicacos, que incluye su Playa de Varadero, y
- con el área de los Mogotes de Viñales.

En el primer escenario, se estaría en un entorno de depósitos marinos, en donde concurren los siguientes hechos:

- playas arenosas, que se encuentran en inestabilidad sedimentaria (retroceso acelerado, hacia tierra, de la orilla septentrional),
- una biomasa muy degradada (destrucción de manglares, en la fachada meridional de la Península, para acondicionar, por ejemplo, campos de golf), y
- una importante industria turística, que ha inducido a una fuerte carga edificatoria.

En este caso, las valoraciones económicas de los recursos ambientales se podrían hacer en función del *precio hedónico*, y se intentaría aplicar las metodologías al respecto de diversos autores, como la de Azqueta (1994). Las valoraciones económicas dependerían de los equipamientos urbanísticos, con sus obras de infraestructuras, pero sin olvidar factores correctivos, que podrían derivar de una serie de circunstancias de contorno, como, por ejemplo, de la accesibilidad viaria y por transporte aéreo al escenario de Varadero.

En consecuencia, en el precio hedónico de la Península de Hicacos intervendría los requerimientos de una *industria turística de urbanismo ocupacional in situ*. Habría una estrecha relación entre el precio hedónico y la capacidad de carga habitacional. Pero, ¿cuáles son los efectos negativos de una carga habitacional, que no se haya ajustado, o que no se ajustara en el futuro (si Varadero sigue creciendo en una ocupación urbanística), a los esquemas de desarrollos sustentables, o a los de equilibrios ecológicos?. Cabrían prever efectos indirectos, por el usufructo del territorio, que devaluara, o hicieran caer, las estimaciones económicas, mediante el método del precio hedónico, del recurso ambiental.

Sería una tarea muy interesante llegar a identificar correctamente, en análisis de campo y en discusiones de gabinete, las limitaciones en las intervenciones, que se deberían imponer a la Península de Hicacos, para que las valoraciones económicas deducidas del recurso ambiental se mantengan al alza o, por lo menos, de forma estabilizada.

Por otro lado, está el escenario de Los Mogotes de Viñales (en Pinar del Río), que encierra, de forma muy patente:

- rarezas geológicas y biológicas (del biotopo y de su biocenosis), y
- paisajes de una alta cualificación.

El territorio de Viñales está configurado por relieves kársticos muy peculiares, formados por unos procesos de erosión diferencial. En estos relieves de calizas:

- la meteorización,
- la acción geológica de las aguas superficiales, y
- los procesos de disolución-precipitación química por las aguas subterráneas

juegan papeles fundamentales.

Los “mogotes” determinan, en mucho, la espectacularidad y rareza del paisaje, y dan “personalidad” a la Geomorfología de su entorno geográfico

El modelo que explica este modelado se podría buscar, en cierta medida, en la conjunción de las disoluciones químicas con la dinámica que determina la formación:

- de estructuras en “piel de cebolla”, ya sean en rocas ígneas o no, y
- de “bolos” desde fragmentos de rocas en suelos lateríticos

Las estructuras en piel de cebolla y los bolos están condicionados, en principio:

- por los anteriores procesos de meteorización y de erosión, y
- por la presencia de familias de fracturas y microfracturas, que crean “líneas” y “puntos” más vulnerables a la meteorización y a la erosión.

Este escenario toma más interés cuando sus “mogotes” se comportan como “isles de biocenosis diferenciadas”. Se establecen dependencias entre “biotopos peculiares aislados” y “biocenosis endémicas”. Ante esto, se evidencia la existencia de una *Geomorfología Ecológica*. Aunque siempre la Geomorfología está definiendo a biotopos.

En conjunto, el “recipiente físico”, y el contenido biológico del territorio de Viñales describen a un entorno geográfico, formado por un paisaje impresionante, de alta cualificación.

Dentro de la arquitectura del paisaje de Viñales, adquieren una fuerte relevancia los siguientes componentes.

- la diversidad topográfica (planos de profundidad y rotura de líneas),
- las rarezas geológicas,
- los contenidos de flora y fauna, con sus endemismos, y
- las “bellezas” “underground” (grutas como la de El Indio).

Estos contenidos permiten unos usufructos turísticos no ocupacionales urbanísticamente, exceptuando casos excepcionales, que no produjeran impactos (paisajísticos y de otros tipos). Las actuales excepciones urbanísticas son los hoteles de Los Jazmines y de La Ermita. Estas instalaciones se justifican en razón de que constituyen muy buenos puntos singulares de observación (miradores) del paisaje, para el esparcimiento de lugareños y de turistas. Sus ubicaciones y sus tipologías edificatorias no provocan impactos paisajísticos.

Los usos insostenibles, en el entorno de Viñales, corresponderían a aquellos que, con sus presiones ambientales y “pantallas”, pusieran en peligro:

- sus contenidos y posibles equilibrios ecológicos, y
- sus paisajes.

En la caída de la calidad del paisaje intervendrían tanto los endo-impactos como los peri-impactos, y estos impactos están ligados a las ocupaciones urbanísticas, entre otras actividades antrópicas.

En el desarrollo del Valle de Viñales, donde se encuentran los Mogotes, habría, en general, una incompatibilidad con la implantación de urbanizaciones usufructuarias del paisaje. Hay que evitar las circunstancias que desencadenasen en la pérdida de la “materia prima”, que crea la riqueza. Luego, en este escenario, no sería aplicable el método de valoración económica del recurso ambiental, a partir de los precios hedónicos de sus equipamientos urbanísticos.

En este otro ejemplo, las valoraciones económicas del recurso ambiental tendrán presente:

- Los contenidos naturales.
- Las explotaciones armónicas, por el hombre, que soportan, o puedan soportar. Tales explotaciones representan, o podrían representar, “activos” a valorar, siempre que contengan cargas etnográficas y culturales. La agricultura “artesanal” del Valle de Viñales se integra, en este sentido, en la revalorización del recurso ambiental.
- La funcionalidad económica del escenario, como destino turístico no ocupacional. Esta funcionalidad genera beneficios económicos (directos e indirectos), fácilmente calculables (en la actualidad o potencialmente).
- Y las características de la accesibilidad (de la red viaria y de los medios de transporte, para llegar al escenario).

Dentro de las anteriores consideraciones, se encuentra la *biodiversidad*. Pero ¿Cómo se puede valorar la biodiversidad?. Para contestar a la interrogante, podrían ser aclaratorias las conclusiones de Escarré (1997), y las observaciones, sobre el terreno, de fenosistemas, interpretados y valorados conforme con sus criptosistemas.

Mediante observaciones, análisis e interpretaciones de estos dos ejemplos “puntuales”, de situaciones ambientales bastante diferentes, resultaría muy ilustrativo, didáctico y, por qué no, apasionante, discutir los tópicos de valoraciones económicas de los recursos ambientales, cuyas conclusiones se puedan verificar en ejemplos palpables. Se podrían diseñar tentativas de criterios válidos, para las valoraciones económicas de los recursos ambientales, que den cabida a aplicaciones inmediatas, conforme con la realidad de un país.

## EPILOGO DE LOS AUTORES.

Ciertamente, en este libro, se ha tratado un número limitado de tópicos, en relación con el Ambiente y la Política Territorial. Se ha pretendido que las “premisas” más imprescindibles para una ordenación, planificación y manejo del territorio se hayan tenido en cuenta. Sin embargo, esto no quiere decir que aspectos muy significativos no se hayan dejado afuera.

Los capítulos complementarios que se dejan en faltan son, entre otros:

- Las auditorías ambientales de las unidades de producción y de servicios.
- Las grandes invariantes antropogenéticas y sus repercusiones en el ambiente. Los “pasillos verdes” entre sistemas.
- El agua continental como recurso limitado.
- Las explotaciones mineras altamente contaminantes.
- La mercurización de las aguas por la minería del oro, y sus repercusiones sanitarias.
- La problemática de los residuos sólidos.
- Los paros biológicos en las pesquerías.
- Análisis, evaluaciones y repercusiones de las grandes deforestaciones para usos agrícolas, ganaderas y mineros del territorio.
- La desertización y la desertificación.
- Análisis de la integración existente entre el deterioro del ambiente y las crisis de refugiados: Un problema ambiental y humano, que podría crecer exponencialmente en el milenio entrante.

Por ello, este texto sólo representa a una primera parte de un proyecto mucho más ambicioso. Se trabajará en esta continuación.

