

Desarrollo sostenible en *Journal of Environmental Management*

Fernando RODRÍGUEZ PONS-ESPARVER

Doctor Ingeniero de Montes
frpons@cyii.es

Recibido: 19 de abril de 2004.

Aceptado: 13 de septiembre de 2004.

RESUMEN

Este artículo recoge las principales contribuciones para conseguir una relación sostenible de las actuaciones humanas con el entorno de los autores que han publicado en la revista *Journal of Environmental Management* durante sus primeros 25 años de historia (1973-98). Las grandes áreas de estudio contempladas en él son los principales usos del medio natural: agricultura, uso forestal y recreativo. También se extiende el análisis a la contaminación, fenómeno relacionado con el actual modelo de desarrollo. Dichas contribuciones pueden ofrecer pautas útiles en la actualidad. Previamente se describe el objetivo y el método de trabajo de la tesis doctoral que ha dado pie a este artículo.

Sustainable development in the *Journal of Environmental Management*

ABSTRACT

This paper presents the principal suggestions made by authors that have been published in the *Journal of Environmental Management* during its first 25 years (1973-1998) in order that a sustainable relationship might be achieved between human activities and the environment. The areas studied are the primary uses normally developed within nature: agricultural, forest related and recreational. Furthermore, the analysis of this relationship is extended to contamination, phenomenon related with the prevailing model of development. These suggestions can offer useful indications nowadays. The goal and the procedural method of the thesis which have inspired this paper are described beforehand.

RESUMÉ

«Cet article recueille les principales contributions qui ont pour but obtenir une relation durable des actions humaines avec le cadre de vie des auteurs qui ont publié dans la revue *Journal of Environmental Management* au cours des premières 25 années d'histoire (1973-98). Les grandes catégories d'études visées à l'intérieur sont les principaux usages de l'environnement: l'agriculture, l'usage forestier et récréatif. Il s'étend aussi à l'analyse de la contamination, phénomène relié à l'actuel modèle de développement. Ces contributions peuvent actuellement donner des procédés utiles. Précédemment, le but et la méthode de travail de la thèse qui a motivé cet article sont décrits.

SUMARIO: 1. Introducción y objetivo. 2. Método de trabajo. 3. Áreas de estudio y líneas temáticas. 4. Resultados. 5. Bibliografía.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

A la hora de emprender un camino, no siempre se tienen suficientemente en cuenta los pasos dados por aquéllos que se han recorrido la misma senda con anterioridad. En este sentido, en el campo de la gestión ambiental no abundan los trabajos dirigidos a rescatar de alguna forma las aportaciones valiosas realizadas por otros previamente. Por esta razón, se consideró interesante dedicar una tesis doctoral a analizar lo publicado sobre la relación del hombre con el medio ambiente en las últimas décadas, en particular con el medio natural.

Para esta tarea se eligió como sustrato de investigación la revista *Journal of Environmental Management* por varias razones. En primer lugar, esta publicación fue pionera en la inclusión de trabajos relacionados con la gestión ambiental. En su primer volumen (1973), su editor, por entonces JNR Jeffers, ya expresaba claramente esta vocación y manifestaba su voluntad de crear un foro específico donde pudieran aparecer artículos científicos rigurosos sobre gestión ambiental, trabajos que deberían ser, al tiempo, asequibles para los responsables de la misma.

Con el paso de los años, *Journal of Environmental Management* se ha convertido en una publicación internacional de primera línea y en una referencia en el mundo investigador sobre la gestión ambiental.

Por todo ello, cabía esperar que en sus páginas se pudiese encontrar un reflejo bastante fiable de lo que había sido la investigación en este campo en el periodo analizado (1973-1998).

Después de considerar a *Journal of Environmental Management* como una publicación válida para el objetivo buscado, y tras explorar su contenido, se decidió realizar el análisis de la relación entre las actuaciones humanas y el medio natural a través de los principales usos que se desarrollan habitualmente en él: agrícola, forestal y recreativo. Además, se estimó oportuno extender este análisis al fenómeno de la contaminación, entendiendo esta cuestión como una consecuencia particularmente importante del modelo de desarrollo.

Por otra parte, es interesante señalar que a la hora de analizar la relación del hombre con el medio, se creyó oportuno dedicar un capítulo específico al protagonista de la gestión ambiental: el hombre; que, desde su origen, aparece como un ser con necesidades constantes que le llevan a relacionarse de distintas formas con su entorno. Una de ellas es el aprovechamiento de los recursos naturales.

En este capítulo se apunta que una de las necesidades propias del hombre, más allá de la satisfacción de sus necesidades primarias y de la simple adaptación al medio, sería la necesidad de comprender su posición dentro de la realidad que encuentra. A lo largo de la historia se ha ido demostrando que la concepción que se tiene de uno mismo y del entorno repercute en el proceder; y en esta concepción, la respuesta al deseo de comprensión de ambos juega un papel primordial. De este modo, para gestionar adecuadamente la naturaleza sería preciso considerar todos los factores en juego, tanto los que se refieren al objeto como al sujeto.

2. MÉTODO DE TRABAJO

Las fases en las que se puede dividir la investigación realizada son las siguientes:

1. *Creación de una base de datos:*

Con el fin de mostrar de forma sintética la información más relevante de los artículos de la revista se creó una base de datos con los siguientes campos: año, volumen, páginas, país y título. Además, el contenido de cada artículo se caracterizó mediante un máximo de tres palabras clave.

2. *Estudio cuantitativo de los artículos: evolución y procedencia:*

Se dedicó un capítulo a analizar el número de artículos publicados en el periodo de estudio (1365), su evolución en el tiempo, el espacio que ha ido dando la revista a los distintos países, etc. A la vista de los datos, puede afirmarse que la revista ha ido recogiendo cada vez más una imagen de la situación global, que ha buscado una apertura, como lo demuestra que de 5 países representados en 1973 se pase a 21 en 1998. En total han publicado autores de 53 países.

El número medio de artículos ha pasado de 23 en 1973 a 78 en 1998. Cuatro son los países que destacan por el número de publicaciones: Estados Unidos (35,35% del total), Gran Bretaña (21,74%), Canadá (9,59%) y Australia (8,94%). Concentran el 75,62% de los artículos publicados.

3. *Selección de Áreas de Estudio:*

Dado el objetivo inicial del trabajo (estudiar la relación del hombre con el medio natural), se eligieron como grandes áreas de estudio los principales usos que se desarrollan habitualmente en él: agrícola, forestal y recreativo. Además se diferenció el tema de la contaminación (atmósfera, agua y suelo) por ser de alguna forma un reflejo del modelo de desarrollo.

4. *Identificación de temas dentro de cada Área de Estudio:*

Una vez agrupados los artículos por grandes áreas de estudio, se realizó una primera identificación de líneas temáticas dentro de cada una de ellas.

5. *Revisión de los artículos:*

Comenzó el trabajo minucioso de estudio y el resumen de los más de 450 artículos seleccionados en las áreas de estudio. A partir de esta revisión se perfiló la identificación de temas anterior.

6. *Obtención de los resultados:*

Se extrajo en cada una de las áreas analizadas las aportaciones más relevantes de los autores para una relación sostenible de las actuaciones humanas en el entorno. Con un número tan importante de artículos, autores y países, los puntos seleccionados fueron numerosos.

7. *Conclusiones:*

Finalmente, se presentaron las conclusiones de la investigación, que recogen algunas de las aportaciones más relevantes de los autores de las publicaciones así como las propias del autor.

3. ÁREAS DE ESTUDIO Y LÍNEAS TEMÁTICAS

A continuación se presentan esquemáticamente las cuatro grandes áreas de estudio contempladas en la tesis doctoral y los temas que se han diferenciado en cada una de ellas.

— **Uso agrícola.**

- Planificación del territorio y agricultura.
- Desarrollo agrícola en las regiones tropicales.
- Empleo de productos fitosanitarios.
- Impactos ambientales de la actividad agrícola.
- Agricultura y conservación.

— **Uso forestal.**

- Historia reciente de las masas forestales.
- El establecimiento del arbolado.
- Gestión de bosques privados.
- Aprovechamiento maderero *versus* beneficios ambientales.
- Biocombustibles forestales.
- Algunos impactos sobre las masas forestales.
- Los incendios forestales.
- Gestión forestal urbana.

— **El uso recreativo.**

- Planificación del recreo.
- Comportamientos y preferencias de los usuarios.
- Valor económico del uso recreativo.
- Impactos de las actividades recreativas en el medio.
- Regulación de las actividades recreativas.
- Recreo en el medio urbano.

— **Contaminación.**

Contaminación del aire.

- Producción de energía y contaminación del aire.
- Contaminación atmosférica industrial.
- Contaminación atmosférica en el medio urbano.
- Contaminación acústica.
- Efectos de la contaminación atmosférica en las plantas.
- Deposición atmosférica.
- Lluvia ácida.
- Gestión de la calidad del aire.

Contaminación del agua.

- Contaminación difusa y eutrofización de las aguas.
- Contaminación industrial.

- Contaminación del agua en los núcleos urbanos.
- Contaminación de la nieve.
- Explotación minera y la contaminación del agua.
- Contaminación de aguas subterráneas.
- Gestión de la calidad del agua.

Contaminación del suelo.

- Contaminación por residuos radioactivos.
- Contaminación por petróleo y sus derivados.
- Contaminación originada por los vertederos.
- Contaminación de sedimentos.

4. RESULTADOS

Antes de pasar a ver las contribuciones de los autores, conviene indicar que en el análisis realizado de la revista se observa que muchos de los temas que hoy están sobre la mesa (fijación del CO₂ por las plantas, cambio climático, utilización de biocombustibles (especialmente en coyunturas de escasez de petróleo), necesidad de regulaciones para evitar los accidentes petrolíferos, permisos de contaminación transferibles, etc.) han aparecido mucho antes en las páginas de la revista. De lo que se deduce que el tiempo de la investigación no siempre coincide con la actualidad social.

A continuación se presentan esquemáticamente los puntos más significativos de los artículos revisados que pueden servir de pauta para lograr una relación sostenible con el entorno. Éstos aparecen según las grandes áreas de estudio anteriores, aunque en ocasiones son aplicables a más de una de ellas.

4.1. USO AGRÍCOLA

El estudio riguroso de la capacidad del territorio es fundamental a la hora de llevar a cabo la planificación integral de una determinada región, ya que permite la localización óptima de las distintas actividades. Además hay que considerar la repercusión que los cambios de uso del suelo pueden tener en el medio rural y natural.

La determinación precisa en la fase de planificación de los usos que son realmente sostenibles en un territorio es trascendental para el desarrollo futuro de la misma.

Los ecosistemas agrícolas suelen ocupar espacios muy alterados por el hombre, pero con componentes vivos que, al ser estudiados de forma sistémica, proporcionan más información sobre las relaciones internas del sistema, permitiendo a la vez comprender de forma más completa sus relaciones externas.

En algunas zonas los paisajes rurales tradicionales han ido desapareciendo. La variedad de flora y fauna naturales han disminuido y los productos agroquímicos, residuos y efluentes de las explotaciones agrícolas han causado efectos nocivos. Los cambios en los hábitats han sido significativamente más importantes en los terrenos más

aptos y accesibles (menor altitud, pendientes más suaves, suelos más fértiles y próximos a poblaciones), donde la agricultura muchas veces se ha intensificado.

Por otra parte, los terrenos agrícolas infrautilizados y abandonados, especialmente en las áreas menos favorables, han ido en aumento. La extensión de este fenómeno y la variedad de áreas afectadas hace que, para la correcta gestión del territorio, sea necesaria la identificación y el seguimiento de la evolución del conjunto de zonas abandonadas a escala nacional y regional.

Para estudiar y comprender los efectos de las prácticas agrícolas y su relación con la conservación de la naturaleza conviene examinar los cambios ambientales en grandes áreas y no solamente en lugares concretos.

Las políticas agrícolas deben responder a la realidad y considerar todos los factores en juego, incluyendo las características y relaciones ambientales, regionales, económicas y temporales que existen.

Cuando determinadas actividades agrícolas se mantienen únicamente por las subvenciones que reciben, puede ser interesante replantearse su viabilidad y conveniencia.

Los agricultores capaces de responder rápidamente a los cambios del entorno experimentan un menor descenso de sus ingresos que aquellos que reaccionan más lentamente. La formación parece ser un factor importante en la rapidez de respuesta.

A la hora de estimar la producción agrícola una cosa es estimar la superficie dedicada a los cultivos y otra la producción de la misma. La teledetección puede contribuir a predecir esta última.

El suelo agrícola suele proporcionar beneficios no-agrícolas, especialmente recreo y conservación, lo que hace que a menudo sea necesaria la implicación pública para reconciliar los diversos intereses en juego.

La fertilidad del suelo suele ser el factor más limitante de la producción en las regiones tropicales. En estas zonas los riesgos de la gestión inadecuada del suelo son particularmente importantes, pudiendo dar lugar a una cadena de efectos ambientales. El desarrollo de servicios técnicos que ayuden a los agricultores a gestionar sus tierras podría ser una medida eficaz para contribuir a su conservación.

El territorio agrícola de los trópicos húmedos está dominado por la presencia de millones de pequeños agricultores que se relacionan con su medio sobre la base de la experiencia acumulada durante muchos años. Sin embargo, este conocimiento práctico no se incorpora habitualmente en los métodos de clasificación de la capacidad del territorio, donde tampoco se emplean términos familiares y descriptivos para ellos.

La coordinación de los esfuerzos de todos los organismos gubernamentales y comunidades rurales es necesaria para que el desarrollo agrícola se verifique de forma sostenible.

Los resultados de los estudios de investigación deben llegar a los pequeños agricultores que son los usuarios reales y concretos de la tierra.

Los productos fitosanitarios pueden ser una seria amenaza para el hombre y el equilibrio ecológico, por lo que es preciso extremar las precauciones a la hora de aplicarlos. La formación y sensibilización de los agricultores y ganaderos es fundamental para conseguir reducir los riesgos derivados de su empleo inadecuado.

En zonas donde habitualmente se emplean pesticidas conviene tener en cuenta que: a) su concentración en las capas superficiales del suelo suelen ser significativamente

mayor que en las interiores; b) los sedimentos finos erosionados tienen un contenido de pesticidas significativamente más alto que las partículas de similar tamaño del suelo original, mientras que las grandes ven reducida su presencia durante la erosión y el transporte; c) la degradación de algunos pesticidas organoclorados es más lenta en los suelos más húmedos y se ve favorecida por las temperaturas elevadas.

Algunos factores que influyen en el empleo de métodos de control de plagas son: la percepción que tienen los agricultores sobre sus peligros, la percepción de los consumidores sobre los tratamientos y los riesgos asociados con el consumo de alimentos tratados, el riesgo económico afrontado por los agricultores y el tamaño de la explotación.

La gestión integrada de las plagas, en la que se consideren los aspectos sociales, ambientales y las distintas formas de control disponibles, puede ser una alternativa eficaz al control químico; si bien para que tenga éxito pueden ser precisos incentivos económicos a los agricultores para la protección del medio. Su ausencia podría ser una de las razones principales del excesivo empleo de agroquímicos en determinadas zonas.

La intensificación de los cultivos conlleva el empleo frecuente y abundante de fertilizantes, el cultivo ininterrumpido de la tierra y densidades elevadas de plantación, lo que provoca la aparición de problemas ambientales (lavado de nutrientes, erosión, cambios en la distribución de la vegetación natural, etc.).

La irrigación de los campos tiene efectos positivos (posibilidad de obtener cosechas más abundantes y con mayor frecuencia, etc.), pero también puede tener efectos negativos, como erosión, alcalinización, anegamiento e inundaciones, salinización, sedimentación y problemas biológicos derivados del aumento del nivel freático y de la elevada infiltración.

La extensión de regadío debe guardar relación con los recursos hídricos disponibles y es preciso optimizar su utilización, evitando derroches.

Con el fin de conseguir tierras aptas para otros usos se ha procedido a drenar determinadas zonas. Pero el drenaje suscita controversia por sus posibles efectos adversos sobre el entorno (erosión, cicatrices en el paisaje, inundaciones río abajo tras las tormentas, invasiones de *Juncus sp.*, lavado del suelo que aporta nutrientes a los ríos y sedimentaciones fluviales importantes para los peces y los abastecimientos), por lo que es necesario estudiar esta cuestión en profundidad en cada lugar concreto para lograr una gestión adecuada.

El drenaje y el empleo de fertilizantes han sido los principales responsables del cambio del paisaje en numerosas zonas rurales, especialmente de Gran Bretaña.

La relación entre el desarrollo de la agricultura y el estado de la vegetación natural suele ser bastante directa. Frecuentemente la primera ha ido en detrimento de la segunda.

Los impactos de la agricultura dependen también de las tecnologías disponibles y de cómo éstas se utilicen, según los incentivos existentes, la situación del mercado y las políticas en vigor.

En la gestión integral del territorio es preciso contemplar la restauración de áreas degradadas, la protección de la cubierta vegetal y la revegetación.

No todos los cultivos ofrecen la misma protección al suelo. Algunas combinaciones pueden protegerlo mejor que ciertos monocultivos.

Algunas medidas de protección ambiental pueden conllevar perjuicios económicos directos para determinados sectores. Por ello, es preciso un análisis profundo de la cuestión y contemplar la posibilidad de ofrecer determinadas compensaciones.

Es trascendental contar con la participación activa y el compromiso personal de los agricultores en los planes y políticas destinados a armonizar producción agrícola y conservación. Las ayudas económicas pueden jugar un papel importante en su implicación, si bien no se les debe considerar sólo como factores económicos, ya que a menudo son expertos con valores éticos y morales, personas ligadas emocionalmente a la naturaleza.

Es preciso considerar el conocimiento local en las actuaciones en una zona, ya que muchas veces es el resultado de siglos de convivencia y adaptación al medio.

Es necesaria información sobre los beneficios netos de la corrección de la degradación del suelo para ayudar a los gestores a su conservación.

El sometimiento de las decisiones técnicas a los intereses políticos suele conllevar riesgos graves. Además, cuando se produce un incidente con implicaciones ambientales, suele prevalecer el intento de limitar el daño político y no tanto el ambiental.

Resulta trascendental conocer en profundidad los métodos de cultivo de un lugar para poder elegir y favorecer el más adecuado. El no laboreo o siembra directa aparece como una práctica interesante a la hora de armonizar producción y conservación del suelo.

La agricultura de conservación presumiblemente adquirirá gran importancia en el futuro, porque ya en algunas zonas desempeña un papel destacado a la hora de armonizar producción y conservación.

4.2. USO FORESTAL

Los bosques ocupan más de un tercio de la superficie terrestre y, por tanto, su gestión juega un papel esencial dentro de la gestión ambiental global.

El empleo de herbicidas puede controlar con éxito la competencia de herbáceas y favorecer el establecimiento y desarrollo de nuevos arbolillos, pero conviene no olvidar sus posibles efectos en el medio.

En el proceso de restauración de espacios degradados es importante la selección adecuada de las especies vegetales; en concreto, conviene considerar su aptitud para el clima y el sustrato del lugar. La observación de los procesos de colonización natural puede resultar de gran ayuda.

Preguntarse el porqué de las cosas lleva a mejorar la gestión, ya que facilita conocer su origen y dinámica. El fracaso de las repoblaciones debe llevar a investigar sus causas, tanto en campo como en vivero.

En la reforestación de tierras agrícolas es preciso considerar la disposición de terreno apto, el tiempo necesario antes de obtener ingresos económicos y la capacidad de los pagos anuales (subvenciones, ...) para competir con los ingresos de otros usos tradicionales.

La adopción de convenios y acuerdos en los que se contemple la reforestación de tierras agrícolas puede ser un aspecto válido en la gestión de los parques nacionales.

Las ideas previas sobre las ventajas de una práctica forestal y su compatibilidad con anteriores usos del suelo suelen condicionar la posibilidad de llevarla a cabo en el futuro dentro del marco de la planificación.

Aunque la gestión forestal puede incrementar los beneficios (madera, calidad del agua, valores estéticos, etc.), no es raro que los propietarios privados se resistan a recurrir a la asistencia de un gestor. Algunos factores que inciden en esta conducta son: su nivel de formación, profesión e ingresos medios obtenidos de la finca, su tamaño y si residen o no en el lugar, edad, si tiene familia y el tiempo que pasa ésta en la propiedad.

El hecho de que los propietarios forestales puedan controlar *in situ* el desarrollo de las actuaciones que llevan a cabo personas externas puede tener gran importancia a la hora de que adopten una determinada práctica.

Es necesario armonizar la corta de árboles para madera y los valores ambientales. Subyace la dificultad de valorar económicamente unos bienes que, en principio, no se prestan inmediatamente a ello. Además, también late si las cosas se pueden reducir solamente a su dimensión económica, a su precio.

La potenciación de los beneficios ambientales puede afectar a los económicos.

Los tratamientos selvícolas determinan las características del bosque, condicionando sus valores. El valor ambiental del bosque se puede incrementar aplicando nuevos sistemas de gestión que frenen las cortas a hecho y potencien su diversidad específica. La degradación se ve favorecida por las operaciones mecanizadas.

Un bosque ordenado íntegramente proporciona un flujo constante de productos forestales, ingresos y empleo.

Zonificar un bosque para acoger convenientemente distintos usos es un problema complejo, ya que debe conjugarse la aptitud del territorio con su localización, de modo que se obtenga el máximo valor.

El señalamiento realizado por personal experto de los árboles a conservar, a cortar y la dirección de apeo asegura la minimización del daño al resto de la masa y al suelo.

Otras posibles buenas prácticas podrían ser: restringir las cortas en las orillas de los ríos y en las pendientes escarpadas, así como excluir de la corta áreas para fines científicos, de protección del paisaje y recreo.

Cuando la gestión selvícola busque generar producciones de madera sostenibles a largo plazo, frecuentemente deberá contemplar medidas de mejora de la masa.

La obtención sin control de leña y otros biocombustibles puede suponer la deforestación de amplias zonas, lo que hace necesaria su gestión adecuada.

Sin fertilización regular, el aprovechamiento repetido de biomasa forestal para combustible acabaría reduciendo sensiblemente la riqueza de nutrientes del suelo.

Deberían ponerse a disposición de los propietarios las técnicas y métodos necesarios (económicamente viables) para el aprovechamiento racional de las leñas de sus fincas.

Los cultivos forestales pueden ser una forma rentable de obtener biomasa para producir energía eléctrica.

En tiempos recientes, al igual que ha ocurrido en otras épocas de coyuntura energética similar, se ha comprobado que la cuestión de los biocombustibles cobra reno-

vada importancia con motivo del alza del precio del petróleo. Estos métodos se verían aún más impulsados si realmente se considerasen todas las externalidades que intervienen en el proceso de obtención y utilización de los distintos combustibles.

Es importante para la gestión la información sobre el potencial de regeneración de las especies leñosas del sotobosque y el cambio de éste que tiene lugar tras la tala.

Una política específica contra incendios se puede traducir en decisiones más eficientes, más equitativas y menos destructoras del medio. Ésta debe responder a la realidad de cada lugar y contemplar tanto la prevención como la extinción.

Para reducir el riesgo de incendio, los esfuerzos se deberían dirigir, además de hacia la modificación de los sucesos naturales que llevan a situaciones de alto riesgo, y el aumento de la eficacia de los medios de extinción, a explicar las pautas del comportamiento de las personas en las zonas de riesgo, ya que las principales causas de los incendios siguen siendo humanas.

En la evaluación de los efectos del fuego en el marco de la planificación, habría que considerar la predicción de los impactos ecológicos y civiles (casas, obras de ingeniería, etc.) ocasionados por sus distintas intensidades y la valoración de los objetivos de uso del suelo posteriores a la ocurrencia del incendio.

El fracaso a la hora de eliminar los grandes incendios ocasiona pérdidas económicas continuas que, a su vez, estimulan que se destinen fondos cada vez mayores para la prevención. Si estas inversiones no reducen ni el riesgo ni la superficie quemada, las pérdidas continúan elevándose.

Se podría obtener una estimación del valor de la lucha contra incendios a partir de la comparación de la composición de las masas forestales actuales y pasadas, viendo así la influencia que ha tenido la variación de la frecuencia de fuego.

La quema controlada puede ser un medio eficaz de controlar la aparición de incendios y sus efectos, aunque en otros casos puede ser contraproducente. La reducción del combustible es una de las principales prioridades para la protección de las casas.

La rápida acumulación de combustible tras el fuego limita el tiempo en que las zonas quemadas pueden funcionar como cortafuegos.

Los modelos, sistemas expertos, algoritmos, etc., pueden emplearse con éxito para predecir el comportamiento de los incendios en base a datos de su frecuencia, tipos de combustible (tasa de acumulación, estructura, ...), condiciones atmosféricas (cuantía y distribución de precipitaciones, ...) y fisiográficas, etc.

La teledetección en la gestión forestal ofrece la oportunidad de predecir, seguir y representar el comportamiento del fuego y sus efectos sobre grandes áreas.

El fuego podría utilizarse para reducir el banco de semillas de determinadas especies no deseables al abrasarlas o inducir su germinación, permitiendo su tratamiento posterior con herbicidas.

La variación de la frecuencia de los incendios suele tener efectos notables sobre la composición vegetal y la distribución de clases de edad.

Las zonas afectadas por aludes deberían incorporarse a las estrategias de manejo del fuego, al suponer una discontinuidad notable del combustible.

La eliminación de combustibles finos puede contribuir a crear un lecho de siembra adecuado para la regeneración natural de las especies arbóreas intolerantes a la sombra.

La quema regular del suelo altera su capacidad de absorber agua y, cuando se practica en brezales, tiende a conservar el agua en el mismo y a incrementar el almacenamiento de agua en superficie, pero a base de reducir la evapotranspiración y eliminar la intercepción de la lluvia.

La presencia de materia orgánica aumenta la capacidad de retención de agua en el suelo, lo que contribuye a la regeneración. Sin embargo, cuando ésta se encuentra carbonizada o existen musgos y líquenes el establecimiento de las plántulas de brezo se puede ver inhibido.

La percepción del riesgo relacionado con los incendios está relacionado principalmente con el lugar de residencia y con la experiencia del mismo.

El aumento del pastoreo suele retardar significativamente la recuperación de los ecosistemas.

La gestión forestal urbana reviste suficiente relevancia para que merezca la atención de los máximos responsables de la administración y gestión de las ciudades, ya que puede contribuir a hacerlas más habitables.

Para poder sacar de las plantaciones arbóreas urbanas el máximo partido es necesario conocerlas en profundidad y estudiar su relación con el medio en cuestión.

4.3. USO RECREATIVO

A medida que aumenta el nivel socioeconómico de las poblaciones, la disponibilidad de tiempo libre crece también y, con ella, la demanda de oportunidades de recreo.

La demanda, cada vez mayor en buena parte del mundo, de lugares de recreo al aire libre, constituye un factor de considerable presión social que constriñe la labor de los gestores.

Para una gestión adecuada y eficaz es necesario conocer lo más exactamente posible las características de la demanda (preferencias de los visitantes, expectativas, etc.). Los gestores de recursos naturales deberían procurar averiguar las razones de la asistencia de los visitantes y responder, siempre que sea posible y razonable, a las necesidades identificadas.

Existe una relación notable entre valor paisajístico y demanda recreativa.

Para lograr una gestión óptima de un lugar la administración debería recoger y almacenar información sobre afluencia, niveles de encuentro y costes de congestión en varios lugares de recreo próximos al mismo.

La planificación del territorio no puede consistir en la aplicación de un esquema o una teoría, sino que tiene que partir de la comprensión integral de la realidad. Si emplea datos científicos inadecuados, el resultado final dejará mucho que desear. Es imprescindible el conocimiento profundo de la ecología y de los procesos físicos.

Una adecuada zonificación del territorio es básica para aprovechar al máximo sus posibilidades y armonizar, en la medida de lo posible, los diversos usos.

El recreo tiene una dimensión económica indudable que es preciso considerar en su justa medida. Una de las incertidumbres que habitualmente subyacen cuando se estudian aspectos relacionados con la naturaleza es la valoración de sus bienes o de aquellos relacionados con ella.

En ocasiones, los ingresos proporcionados por el recreo igualan en magnitud, e incluso pueden llegar a superar, a los obtenidos de otros aprovechamientos tradicionales, como la madera o la agricultura.

Las actividades recreativas en el medio natural, entre ellas la pesca y la caza, suelen tener una repercusión notable sobre la población rural. Es muy importante considerar la incidencia real que dichas actividades tienen o pueden tener en estas comunidades (ingresos efectivos, puestos de trabajo, fijación de la población, etc.). El índice de empleo, como indicador del bienestar económico, suele ser uno de los más apreciados por el público.

El valor económico de un paraje recreativo podría relacionarse sistemáticamente con su ubicación respecto a los centros con más población.

A la hora de planificar, conviene considerar los impactos de las actividades recreativas que pueden tener lugar según el tipo de actividad, el medio en el que se desarrolla, el número y la distribución de visitantes, etc.

Es preciso considerar la relación entre distintas áreas recreativas y los flujos de visitantes; las conclusiones del estudio de un lugar determinado pueden diferir significativamente si se realiza contemplando las áreas próximas. La relación real entre densidad de usuarios y satisfacción podría ser difícil de descubrir sólo con el estudio de un determinado lugar.

Las transformaciones experimentadas por un recurso en una determinada zona pueden causar cambios que afecten a todo el sistema regional de recursos, al propiciar el desplazamiento de los visitantes a otras áreas como consecuencia de que no encuentran ya lo que buscaban en el lugar original.

El empleo de zonas que actúen de «imanes» puede ser de gran ayuda a la hora de redistribuir la afluencia de público a una zona ambientalmente valiosa.

El alivio de la congestión logrado mediante la creación de otras áreas recreativas puede atraer, a su vez, a otros visitantes; calidad del recreo y cantidad de visitantes están relacionadas.

Se pueden emplear con éxito modelos para conocer y ajustar la gestión a diversos aspectos (climatología, demanda, etc.).

La coordinación de la investigación con los distintos niveles del sistema educativo y la formación y entrenamiento de las personas relacionadas con la gestión y vigilancia del recreo podría ser un camino prometedor para superar la división ciudad-medio rural que no pocas veces existe.

Una buena forma de mejorar el conocimiento y el disfrute de los visitantes de una zona sería potenciar la formación del personal que sirve de guía. Así, los conocimientos se podrían transmitir de un modo más eficaz, logrando que tanto los guías como las personas a su cargo disfrutasen más.

Es necesario contemplar las interacciones entre los distintos tipos de usuarios recreativos que, en ocasiones, pueden entrar en conflicto.

Cuando se pasa de estudiar a los visitantes en conjunto a analizarlos por grupos pueden emerger patrones significativos (asociación entre varias actividades, recursos, etc.).

La asistencia de los visitantes se podría dirigir mediante la modificación de la accesibilidad al territorio u ofertando información e interpretación sobre recursos recreativos alternativos (vida silvestre, etc.). Otros métodos de regulación podrían ser:

la inscripción previa, el establecimiento de trayectos y zonas fijas a las que los visitantes deben atenerse, sorteos, colas y zonas predeterminadas.

A la hora de recabar información de los usuarios, conviene considerar el tipo de datos que se quiere obtener para estudiar la vía más adecuada de conseguirla (vía postal, entrevistas personales, ...).

En la gestión del recreo hay que considerar si se hace pagar a los visitantes y, en su caso, la cuantía, la parte de la inversión y de los costes de operación que se va a recuperar con ello, el coste de restauración del entorno en función de la afluencia y otros beneficios sociales.

Los beneficios de la pesca deberían cuantificarse habitualmente antes de proceder a instalar centrales hidroeléctricas en la cabecera de los ríos. Dicha información debería emplearse para determinar la viabilidad del proyecto en su conjunto.

Es posible retocar métodos de análisis ya existentes, como el coste-beneficio, para contemplar otras cuestiones distintas a las consideradas habitualmente, en este caso, aspectos relacionados con el recreo (valores estéticos, recreativos, etc.).

La disponibilidad a pagar por cazar o pescar una determinada especie se ve afectada por su población.

Es importante contemplar con antelación los posibles impactos que una actividad puede tener en el medio, para desecharla, modificarla o establecer las medidas correctoras oportunas.

El impacto del pisoteo puede revestir gran relevancia en la gestión de zonas ambientalmente sensibles, no sólo en cuanto a pérdida de suelo y cubierta vegetal se refiere, sino también en lo relativo a los cambios inducidos en las masas acuáticas próximas, sobre todo por el aporte de nutrientes que puede ocasionar.

Conviene tener en cuenta la presencia de plomo en las zonas húmedas proveniente principalmente de perdigones de caza y plomadas de pesca. Esta sustancia entraña un riesgo serio de acumulación y envenenamiento, especialmente para la avifauna acuática.

En ocasiones, las modificaciones en la cubierta vegetal y en la frecuencia de aparición de las especies se pueden explicar, al menos en parte, por los impactos directos e indirectos producidos por el uso recreativo. Estos últimos suelen ser transmitidos mediante cambios en el contenido de humedad y en la resistencia de corte del suelo y deberían ser considerados en las simulaciones del impacto producido por dichas actividades.

Caer en la cuenta de que frecuentemente los efectos apreciables de una determinada actividad no son sino el resultado de otros efectos anteriores no apreciables directamente, puede ser trascendental para la gestión, por lo que es preciso intentar anticiparse y actuar antes de que los impactos sean evidentes.

La rotura del suelo causada al pisar tiene lugar mientras la cubierta vegetal está aún en desarrollo y no después de que haya desaparecido. Cuando existen evidencias visuales de la pérdida de esta cubierta, el período crítico, en el cual la erosión se inicia, ya ha pasado.

4.4. CONTAMINACIÓN

No se puede pasar por alto la interrelación que existe entre los distintos medios (aire, agua y suelo) al estudiar los temas relacionados con la contaminación y, por tanto, su posible transferencia entre los mismos.

Detener la producción de una determinada sustancia no implica que sus emisiones cesen en ese momento. Asimismo, el hecho de que se eliminen sus emisiones no significa que desaparezca inmediatamente del medio.

Es necesario conocer en profundidad el ciclo natural de los compuestos responsables de la contaminación y los procesos químicos en los que intervienen para poder actuar con mayores garantías de éxito.

Por lo general existe un desconocimiento notable de los efectos acumulativos a largo plazo que puede tener la contaminación y los productos tóxicos en organismos y hábitats.

La gestión adecuada de los residuos es uno de los principales retos a los que se enfrenta la gestión ambiental.

La contaminación difusa guarda una estrecha relación con los usos del suelo. Los centros urbanos y la actividad agrícola suelen ser las mayores fuentes de nutrientes, aunque también influye la cubierta forestal de la cuenca hidrográfica. El empleo indiscriminado de fertilizantes puede ocasionar importantes cambios en los ecosistemas acuáticos. En algunos casos, la acuicultura también puede jugar un papel relevante.

Una consecuencia inevitable de la acumulación de residuos sólidos urbanos es la generación de gases y lixiviados resultado de la descomposición microbiana, que pueden constituir una amenaza para la salud, ocasionar fuegos, explosiones, daños a la vegetación, olores desagradables, contaminación de las aguas y la atmósfera, así como contribuir al calentamiento global. Conviene considerar que las condiciones climáticas, las características de los desechos y las operaciones de relleno condicionan dicha generación.

El riesgo de contaminación de las aguas subterráneas de una zona depende de sus características hidrogeológicas (que determinan la vulnerabilidad del acuífero a la difusión de contaminantes), los usos del suelo, las fuentes potenciales de contaminación, la naturaleza de los contaminantes (toxicidad, persistencia, etc.), los programas de seguimiento y vigilancia de su calidad y la normativa vigente.

La nieve puede ser un recurso que es preciso gestionar adecuadamente, lo que implica buscar zonas aptas para su acumulación. Según su procedencia, puede presentar una contaminación relevante, lo que debe llevar a plantearse la necesidad de aislar dichas zonas y los flujos de agua resultantes de las aguas naturales, además de otras consideraciones de seguridad, situación respecto a las fuentes de nieve, características del suelo y la vegetación, erosión potencial, niveles de ruido e impacto paisajístico.

La aplicación de sal a las carreteras para evitar la formación de hielo se puede traducir, sobre todo en época de deshielo, en la modificación de la calidad del agua y de la composición de las comunidades vegetales.

Las plantas presentan diversa susceptibilidad a los contaminantes. En general la vegetación leñosa (crecimiento más lento) se muestra menos sensible que la no leñosa (crecimiento más rápido).

Algunos contaminantes presentes en el aire (O_3 , SO_2 , NO_x , etc.) suelen causar efectos adversos (mortalidad, disminución del crecimiento, predisposición al estrés y al ataque de patógenos, pérdida de vigor reproductivo, etc.) en los cultivos y en las masas forestales, lo que apunta la existencia de posibles pérdidas económicas.

En ocasiones sería posible aprovechar los efectos colaterales de determinados agroquímicos para conseguir que las plantas soporten mejor la contaminación y, por tanto, la producción no se vea comprometida. El estudio de este hecho puede contribuir a la comprensión de los mecanismos de toxicidad.

Los árboles, y en general la biomasa vegetal, consumen y fijan carbono atmosférico a través de su proceso de crecimiento, pero su capacidad de acumulación parece limitada. Además, el aumento de la concentración de dióxido de carbono suele estimular su crecimiento.

Podría ser interesante considerar en la planificación de los espacios verdes y en su gestión la minimización de la liberación de carbono y la maximización de su fijación.

La contaminación del medio urbano suele afectar directamente a un gran número de personas, dada su elevada densidad de población, por lo que en estas zonas su control es prioritario.

Existe relación entre el nivel económico de las familias y la generación de contaminación (residuos, CO₂, etc.) en sus hogares. La sensibilización sobre sus consecuencias adversas podría favorecer su reducción.

A medida que se «desarrolla» una ciudad la responsabilidad relativa de la industria y el tráfico rodado a la contaminación atmosférica suele aumentar, mientras suele decrecer la derivada de las calefacciones (posiblemente por el cambio de combustible). Los países en vías de desarrollo deberían contar con la experiencia de países más desarrollados para intentar no repetir sus mismos errores.

El transporte a motor suele ser el principal responsable de la polución en las ciudades y uno de los ámbitos fundamentales donde se puede actuar con eficacia para mejorar la calidad ambiental. Además, también ocasiona niveles de ruido elevados que pueden causar estrés y trastornos fisiológicos, reducción del valor de la propiedad, mayores costes de construcción por la necesidad de conseguir un aislamiento adecuado, etc.

La contaminación del agua en los núcleos urbanos es frecuente en los países en vías de desarrollo. Entre sus causas destaca la rápida e incontrolada urbanización y el desarrollo insostenible experimentado.

Los vertidos urbanos pueden ser una fuente importante de contaminación que puede pasar a la cadena trófica. El empleo de agua contaminada representa una seria amenaza para la salud pública. Las fugas de las redes de abastecimiento y saneamiento y las fosas sépticas alteran la cantidad y calidad de las aguas naturales.

Las aguas de tormenta requieren una gestión adecuada para minimizar sus posibles impactos, ya que pueden arrastrar contenidos de contaminación importantes.

A la hora de planificar la depuración de una región, conviene plantearse que es más eficiente, si numerosas depuradoras pequeñas o pocas grandes.

La respuesta de una población ante un problema de contaminación depende, entre otros factores, de la cantidad de contaminación que esté dispuesta a permitir y del nivel y la difusión de la misma que afecte al nivel de vida. Otro factor a tener en cuenta serían las consecuencias del traslado de los focos contaminantes.

Muchos procesos de producción de energía, en especial a partir de combustibles fósiles, provocan una contaminación notable. La búsqueda de fuentes de energía limpias debe ser una prioridad.

La política energética, además de asegurar los beneficios energéticos y económicos de la población, debe integrar la política ambiental para conseguir un desarrollo sostenible. En este sentido, es necesario internalizar los costes ambientales en el cálculo total de los procesos.

Algunos medios para lograr el control de las emisiones contaminantes son: reducción del consumo de energía, cambio a combustibles más limpios, ajustes del precio de la energía, presión legal y control administrativo. La concesión de créditos que favorezcan la instalación de equipos capaces de garantizar niveles de emisión adecuados también puede ser útil.

Los derrames de petróleo suponen una importante amenaza para los ecosistemas y, en especial, para aquellos vinculados al agua.

Es preciso tener en cuenta las peculiaridades del hábitat donde se produce un derrame a la hora de determinar las actuaciones de respuesta. En ocasiones, las intervenciones en aguas continentales se realizan a partir del conocimiento adquirido con vertidos marinos, sin considerar las diferencias que existen.

Se deben poner todos los medios para evitar fugas y el vertido de los restos de limpieza de los tanques de crudo y combustible, así como sus consecuencias: el empleo de regulaciones legislativas que establezcan normas básicas para impedir que se lleguen a producir situaciones de riesgo y la cuidadosa ejecución de lo establecido en los proyectos para el seguimiento, control y limpieza en caso de derrame, pueden ser herramientas útiles para una mejor gestión.

Otras posibles medidas podrían ser que los barcos llevasen dispersantes e instrumentos de detección de escapes, y las compañías petrolíferas contribuyesen con fondos fijos al erario público destinado a atajar los problemas ocasionados por esta contaminación.

En la explotación petrolífera hay que considerar, además de la capacidad contaminante del propio producto, las sustancias que se emplean en las labores de explotación (sondeos, etc.), ya que pueden generar concentraciones altas de metales pesados y sodio y elevar el pH.

Ante los derrames y fugas de petróleo normalmente es preciso proceder a la descontaminación *in situ*. La aplicación de agua caliente a presión puede emplearse con éxito a la hora de separar fracciones pesadas de crudo de materiales sueltos (arena, etc.).

Los métodos de limpieza pueden tener impactos específicos y superpuestos a los propios del petróleo: efectos sobre el nuevo crecimiento de la vegetación de las orillas, penetración y aumento de la persistencia del crudo en los sedimentos, impregnación persistente de los lechos fluviales, impactos durante el traslado y la acumulación de suelos contaminados, etc.

La explotación minera de algunos recursos (carbón, bauxita, etc.) generan residuos que, si no se tratan de forma adecuada, pueden suponer una seria amenaza.

La elección de las medidas de control de la contaminación (prevención, corrección, etc.) debe considerar la aportación relativa de cada actividad, el número de fuentes, la naturaleza de los contaminantes, las reacciones que pueden experimentar y la capacidad de seguimiento y control de la administración, buscando siempre la optimización de los recursos disponibles. No siempre las medidas más caras son las más eficaces.

El hecho de que la contaminación no tenga límites geográficos hace imprescindible que su control se lleve a cabo de forma integrada y coordinada entre los distintos países, regiones, ...

Es necesario establecer un marco a escala adecuada para calcular de forma correcta los costes y beneficios del control de la contaminación.

La planificación del territorio es un instrumento clave en el control de la contaminación. Por lo que se refiere al control de la contaminación difusa, tiene que tener en cuenta los usos presentes y futuros del lugar, sus fuentes y sus vías de transporte, así como la disposición de éstos según la capacidad del territorio.

La selección del emplazamiento idóneo para instalaciones contaminantes es un punto de gran trascendencia. Es necesario realizar una evaluación de conjunto a partir de los impactos individuales, considerando la ordenación del uso del suelo, el paisaje, la ecología, aspectos económicos, la distribución de contaminantes y sus efectos en la salud, así como los problemas legales y administrativos de su puesta en marcha.

La información para seleccionar un emplazamiento destinado a vertedero tiene que ser completa, especialmente cuando los residuos revistan peligrosidad. Además, conviene tener en cuenta su localización lejos de núcleos de población, el establecimiento de líneas guía de planificación, la definición de bermas en sus bordes y la plantación de vegetación autóctona para crear distancia entre el mismo y la posible vecindad.

En el caso de residuos radioactivos, una opción factible podría ser su disposición en almacenes subterráneos profundos. En este caso habría que analizar la probabilidad de sucesos sísmicos y volcánicos, la impermeabilidad de las formaciones geológicas, el comportamiento de la zona insaturada del suelo, etc.

Los esfuerzos de depuración pueden dirigirse a la optimización de un objetivo global de calidad, o bien, centrarse en el establecimiento de un único nivel para las emisiones de todas las plantas, independientemente de sus efectos combinados. Este último caso puede no ser suficiente para conseguir un determinado estándar de calidad ambiental.

La incapacidad de obtener información precisa sobre los daños causados por la contaminación o sobre los costes de su reducción puede dificultar la adecuada aplicación de los sistemas de control.

A la hora de realizar el análisis de los costes del control de la contaminación hay que considerar las medidas de depuración y reducción de la misma, pero también las posibles alternativas (cambios en especificaciones de productos y procesos, mezcla de productos, etc.).

La actuación sobre el origen del proceso (sustitución de materias primas, etc.) puede resultar más barata y eficaz que los métodos de control al final del mismo.

La mejora de la calidad ambiental podría permitir a la administración reducir ciertas subvenciones sin menguar los ingresos de los sectores afectados.

A la hora de afrontar el control de la contaminación puede ser útil el empleo de instrumentos económicos, como impuestos sobre consumos, tasas sobre contaminación vertida, subvenciones para nuevas tecnologías ...

El reparto injusto de los beneficios y costes derivados de los programas para reducir la contaminación puede complicar su puesta en práctica. Suele ser necesaria la cooperación entre los diversos sectores implicados para lograr resultados adecuados.

Cuando un sector contaminante percibe una medida de control como una imposición sin fundamento científico ni económico, su establecimiento es más complicado, y es probable que se vean comprometidos futuros intentos de implantación de regulaciones ambientales.

Para implantar con garantías una determinada ley es preciso contar con los medios necesarios (económicos, humanos (inspectores, ...), etc.).

El hecho de que la adopción de una determinada medida de control suponga la renuncia a cierto nivel de bienestar añade incertidumbre al éxito de su puesta en práctica.

Los permisos de contaminación comercializables podrían lograr el control de la polución de un modo más eficiente que otros sistemas vigentes. Este mecanismo se dirigiría a la causa fundamental de la externalidad de la contaminación, que sería la ausencia de derechos de propiedad sobre el medio y, en particular, sobre los recursos escasos. Si se impusiesen permisos o cuotas de contaminación correspondientes a un determinado nivel de la misma en el medio, se crearía así un mercado cuyo producto sería los derechos de «desprender» contaminación. Siempre que los permisos fueran transferibles y el mercado competitivo, se determinaría un precio para dicha descarga, de forma más eficaz que si fuese fijado de antemano por un ente regulador.

Algunas críticas a este sistema apuntan a que podría descuidar o malinterpretar el alcance de las dificultades prácticas asociadas con la negociación global, como la estructura probable del mercado de permisos, su dirección y puesta en práctica o la sinergia entre contaminantes. Además, habría que plantearse si no contribuirían a perpetuar una situación de desigualdad en la que los países desarrollados pudieran seguir contaminando y los no desarrollados vieses comprometido su desarrollo.

A la hora de evaluar y tomar decisiones, se necesita un proceso más complejo que un simple análisis pecuniario coste-beneficio, ya que suelen intervenir aspectos de diversas índole, como cuestiones de naturaleza filosófico-moral (valor de la vida humana, etc.).

Cuando un país no tiene legislación y actividad investigadora propia puede tomar como referencia a otra nación y aprender de los aciertos y errores de ésta, aunque siempre será necesario considerar la realidad particular de cada lugar.

Las leyes y el tipo de gestión deben ir perfeccionándose, adaptándose a la realidad, según se va teniendo más información con su aplicación y más conocimientos científicos.

Normalmente cuando existe incertidumbre sobre los posibles efectos adversos de una actividad sería razonable emprender determinadas acciones de control para evitar potenciales impactos irreversibles.

Prever un margen de seguridad para ciertos objetivos de control puede resultar caro.

Los grupos económicos suelen enfatizar las incertidumbres científicas sobre los beneficios del control de la contaminación, mientras exageran los costes de su control y el posible colapso económico que resultaría al aplicar cualquier legislación que redujese su desarrollo económico. Para ellos, los costes de tales medidas serían conocidos, mientras que los beneficios resultarían inciertos.

Las decisiones propias de la administración pueden tener gran trascendencia sobre las partes implicadas.

Los políticos no deberían limitarse a defender los intereses de las regiones que representan ni a obligar a la actividad investigadora a justificar posiciones políticas particulares, sino a mejorar el conocimiento.

La consideración del punto de vista de los distintos implicados permite alcanzar un conocimiento más profundo y descubrir las prioridades en torno a las que se alinean las diversas partes, a la vez que propicia la comprensión entre los que sostienen posturas diferentes. Esta cuestión puede fomentar la cooperación necesaria para llevar a cabo de forma eficaz las medidas precisas.

A veces las propias fuentes contaminantes pueden padecer los efectos adversos de su propia polución y contemplarlos o no como un coste más.

Los efluentes pueden verse simplemente como una fuente de contaminación o también como una fuente de recursos que debe ser bien gestionada.

Algunos factores que influyen en el tratamiento que se aplica a los efluentes, son los siguientes: sus impactos ambientales, el desarrollo tecnológico de los centros productivos, los incentivos públicos, el control administrativo, ciertas influencias del mercado y los intereses y demandas de la sociedad.

Los sistemas de lagunaje pueden ser una alternativa válida para el tratamiento de efluentes con carga orgánica. Las plantas pueden retirar una cantidad considerable de nutrientes al incorporarlos a su desarrollo.

Los modelos son herramientas útiles para simular la difusión de la contaminación, prever sus posibles impactos y los efectos de las acciones de control (respuesta de los agentes socioeconómicos ante incentivos, traslado de instalaciones, etc.). También pueden aportar información cartográfica precisa del riesgo de contaminación, lo que puede ser de gran ayuda en el diseño e implantación de políticas de prevención.

Los modelos deben estar fundados en asunciones sólidas y datos fiables para que representen la realidad fielmente y no se presten a manipulaciones. Algunos aspectos que deben considerar son: localización de la fuente, naturaleza del contaminante, topografía, batimetría y las condiciones de emisión y atmosféricas.

Un banco informático de datos que permita el acceso rápido a la información y el seguimiento de los parámetros que determinan la calidad ambiental puede ser muy útil para su planificación y gestión racional.

Los índices de calidad facilitan la comunicación entre profesionales y pueden ser de gran ayuda en la gestión al recoger de forma sintética información valiosa.

El Estudio de Impacto Ambiental es un medio eficaz para reunir información básica y sistematizar las soluciones factibles a la hora de llevar a cabo la restauración de una zona.

En la restauración de lagos eutróficos y, en general, de todas las aguas se debe considerar el conjunto de la cuenca de captación y todos los factores que influyen en el aporte de nutrientes. Normalmente la selección de prácticas agrícolas, la construcción de depuradoras y la restauración de humedales son medidas efectivas.

En la restauración de las zonas degradadas conviene tener en cuenta la posibilidad de aprovechar los recursos de la zona y la internalización de los beneficios ambientales y sociales resultantes.

Se deberían buscar soluciones para lograr un mayor retorno de nutrientes desde las ciudades al medio natural. El empleo como fertilizante de los lodos de las depuradoras es un paso importante en esta vía.

Los materiales dragados pueden tener una contaminación notable, por lo que es necesario que su gestión contemple su caracterización, extracción, depósito y tratamiento según su carga contaminante.

Es necesario prever la restauración de los vertederos una vez finalizada su vida útil, así como su mantenimiento y limpieza durante la explotación.

5. BIBLIOGRAFÍA

Journal of Environmental Management, Ed. Elsevier. Volumen 1 al 54; 1973-1998. Reino Unido.