



DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DE INDICADORES DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS TIPOS DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO EN ESPAÑA

Juan Carlos Simón Zarzoso
Ricardo García Moral
Gabriel del Barrio Escribano
Alberto Ruiz Moreno
Sebastián Márquez Barraso
María E. Sanjuán Martínez



Madrid, 2013



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización

El “Diseño de una metodología para la aplicación de indicadores del estado de conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España” es parte del proyecto *Bases ecológicas para la gestión de los tipos de hábitat de interés comunitario en España* promovido y financiado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Dirección técnica del proyecto

Rafael Hidalgo
Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural

Realización y producción

Grupo Tragsa

Coordinación general del proyecto

Elena Bermejo Bermejo y Francisco Melado Morillo

Autores

Juan Carlos Simón Zarzoso ¹
Ricardo García Moral ¹
Gabriel del Barrio Escribano ²
Alberto Ruiz Moreno ²
Sebastián Márquez Barraso ²
María E. Sanjuán Martínez ²
Colaborador: Eduardo Sánchez ¹

¹ Biosfera XXI, Estudios Ambientales, S.L.

² Estación Experimental de Zonas Áridas de Almería-CSIC

A efectos bibliográficos la obra debe citarse como sigue:

Simón, J.C., García, R., Del Barrio, G., Ruiz, A., Márquez, S., Sanjuán, M.E. 2013. *Diseño de una metodología para la aplicación de indicadores del estado de conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 318 pp.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 280-13-197-7

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
1. APROXIMACIÓN AL CONCEPTO DE INDICADOR	13
1.1. Indicador versus Descriptor	14
1.2. Sistemas de Indicadores	22
2. BASES CONCEPTUALES DEL SISTEMA DE INDICADORES PROPUESTO	27
2.1. Sistema Red Natura 2000: Niveles y Objetivos de Conservación	27
2.1.1. Nivel 1: Hábitats de Interés Comunitario	29
2.1.1.1. Perspectiva general	29
2.1.1.1.1. Objetivo de conservación	29
2.1.1.1.2. Evaluación del Estado de Conservación	31
2.1.1.1.3. Presiones y Amenazas	39
2.1.1.1.4. Medidas de conservación	39
2.1.1.2. Medio terrestre	41
2.1.1.2.1. Hábitats Forestales	41
2.1.1.2.1.1. Evaluación del Estado de Conservación	41
2.1.1.2.1.2. Determinación de presiones y amenazas	48
2.1.1.2.1.3. Establecimiento y aplicación de medidas de conservación	53
2.1.1.2.2. Hábitats Rocosos	56
2.1.1.2.2.1. Evaluación del Estado de Conservación	56
2.1.1.2.2.2. Determinación de presiones y amenazas	58
2.1.1.2.2.3. Establecimiento y aplicación de medidas de conservación	59
2.1.1.3. Medio Acuático continental	60
2.1.1.3.1. Sistemas lénticos (aguas retenidas)	66
2.1.1.3.1.1. Evaluación del Estado de Conservación	66
2.1.1.3.1.2. Determinación de presiones y amenazas	69
2.1.1.3.1.3. Establecimiento y aplicación de medidas de conservación	71
2.1.1.3.2. Sistemas lóticos (aguas corrientes)	73
2.1.1.3.2.1. Evaluación del Estado de Conservación	73
2.1.1.3.2.2. Determinación de presiones y amenazas	77
2.1.1.3.2.3. Establecimiento y aplicación de medidas de conservación	79

2.1.1.4. Medio Costero y Marino	80
2.1.1.4.1. Evaluación del Estado de Conservación	80
2.1.1.4.2. Determinación de presiones y amenazas	88
2.1.1.4.3. Establecimiento y aplicación de medidas de conservación	91
2.1.2. Nivel 2: Lugar de Importancia Comunitaria	97
2.1.2.1. Objetivo de conservación	97
2.1.2.2. Integridad y función diferencial	98
2.1.2.3. Presiones y Amenazas: Vulnerabilidad y Aislamiento	100
2.1.2.4. Instrumentos de Gestión	101
2.1.3. Nivel 3: Red Natura 2000	103
2.1.3.1. Objetivo de conservación	103
2.1.3.2. Evaluación de la Coherencia	105
2.1.3.3. Fuerzas motrices que ocasionan pérdida de biodiversidad	106
2.1.3.4. Política medioambiental y de conservación de los recursos naturales	110
2.2. El Sistema Red Natura 2000 y el Modelo de evaluación FPEIR	111
2.3. Modelo de Ficha	118
3. SISTEMA DE INDICADORES POR NIVEL	121
3.1. Nivel 1: Hábitats de Interés Comunitario	123
3.1.1. Medio terrestre	124
3.1.1.1. Diseño FPEIR	124
3.1.1.1.1. Hábitats Forestales	124
3.1.1.1.2. Hábitats Rocosos	138
3.1.1.2. Fichas de Indicadores	141
- Indicador de Tensión en la Distribución Observada de Hábitat (ITDOH)	
- Estado de conservación de la cubierta vegetal (IECCV)	
- Vulnerabilidad de Hábitat frente a cambio climático	
- Índice de Diversidad Liquéfica Epifítica (IDLE)	
- Deposición de contaminantes atmosféricos	
3.1.2. Medio acuático continental (sistemas lóticos y lénticos)	173
3.1.2.1. Diseño FPEIR	173
3.1.3. Medio Costero y Marino	185

3.1.3.1. Diseño FPEIR	185
3.1.3.2. Fichas de Indicadores	199
- Demanda de propiedad en la costa	
- Superficie construida	
- Volumen de tráfico portuario	
3.2. Nivel 2: LIC / ZEC	208
3.2.1. Esbozo del diseño FPEIR	208
3.2.2. Fichas de Indicadores	219
- Estado de la biodiversidad en ZEC (IEBZEC)	
- Representatividad ambiental de ZEC (IRZEC)	
- Continuidad ecológica	
3.3. Nivel 3: Red Natura 2000	240
3.3.1. Esbozo del diseño FPEIR	240
3.3.2. Fichas de Indicadores	253
- Vulnerabilidad de la RN2000 frente a cambios de uso del suelo (VULCUS)	
4. SISTEMA DE DESCRIPTORES POR NIVEL	261
4.1. Nivel 1: Hábitats de Interés Comunitario	267
4.1.1. Superficie de cada HIC en estado favorable y desfavorable	267
4.1.2. Superficie quemada por incendios forestales	272
4.1.3. Superficie forestal bajo instrumentos de ordenación	275
4.1.4. Superficie forestal certificada (CFS)	277
4.1.5. Evolución de la conectividad de las unidades de paisaje, ecosistemas o hábitats	285
4.1.6. Masas de agua epicontinentales en riesgo de incumplimiento de los objetivos de la Directiva Marco del Agua	287
4.2. Nivel 2: LIC / ZEC	290
4.2.1. Eficacia en mantener HIC y EIC en estado favorable	290
4.2.2. Grado de adecuación de los instrumentos de gestión	292
4.3. Nivel 3: Red Natura 2000	294
4.3.1. Eficacia en alcanzar la coherencia global	294
4.3.2. Consumo de energía primaria	298
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES	300

INTRODUCCIÓN

La Directiva 92/43/CEE tiene como objetivo fundamental mantener los tipos de Hábitats de Interés Comunitario (HIC) y las Especies de Interés Comunitario (EIC) en un estado de conservación favorable. Una de las herramientas básicas para lograr este objetivo es la creación de la Red Natura 2000, una red de espacios constituida por las Zonas de Especial Conservación (ZEC) y por las ZEPA.

El conjunto de ZEC que debe proponer cada estado miembro, en el ámbito de cada región biogeográfica, debe diseñarse atendiendo al criterio de aglutinar una representación suficiente de todos los tipos de HIC y de EIC como para que pueda garantizarse su conservación. El Artículo 6.1. indica que en las ZEC deberán fijarse las medidas de conservación necesarias, que deben responder a las exigencias ecológicas de los tipos de HIC y de las EIC. Además, en el Artículo 6.3 se señala que los planes o proyectos, no relacionados con la gestión del lugar, deben evaluarse para que no produzcan una afección significativa a los objetivos de conservación del lugar y, en cualquier caso, la integridad del lugar debe quedar protegida. Así mismo, en varios artículos, especialmente en el 10, se hace mención a la coherencia global o ecológica de la red, siendo un objetivo también primordial de la Directiva 92/43/CEE el que dicha coherencia debe quedar protegida.

La funcionalidad o eficacia con la que se aplica la Directiva 92/43/CEE debe plasmarse entonces en tres pilares básicos: el mantenimiento de HIC y EIC en un estado de conservación favorable, la protección de la integridad de cada espacio Red Natura 2000 y la protección de la coherencia global o ecológica de la red. Todos estos aspectos están suficientemente recogidos en la Ley 42/2007 del patrimonio natural y la biodiversidad.

Los problemas medioambientales que se estén generando en el mundo, como ha puesto de manifiesto, por ejemplo, el proyecto de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), son debidos primordialmente a las consecuencias globales de nuestro sistema de desarrollo socio-económico. Éste sigue basándose de forma primordial, pese al supuesto freno del desarrollo sostenible, en el principio del crecimiento ininterrumpido, lo que implica un crecimiento del consumo de recursos naturales y de la energía necesaria para mantener el sistema (materiales, servicios de los ecosistemas). La pérdida continuada de diversidad biológica es un hecho constatado en todos los ámbitos, incluyendo el europeo y el español.

Esta problemática ambiental es el principal obstáculo para que se cumpla con eficacia el objetivo de la Directiva 92/43/CEE, el cual descansa como se ha dicho anteriormente en tres pilares básicos. Una herramienta que puede utilizarse para evaluar el grado de eficacia es diseñar un sistema de indicadores que alerte sobre posibles disfunciones en el cumplimiento de los objetivos correspondientes a cada uno de los pilares. El Proyecto "Diseño de una metodología para la aplicación de indicadores del estado de conservación

de los tipos de HIC presentes en España” representa un primer avance en este sentido.

No obstante, los problemas conceptuales del término *indicador* y la incontable cantidad existente de sistemas de indicadores, ya sean ambientales o de desarrollo sostenible, generados en escalas distintas, con diferentes marcos conceptuales e incluso con particulares objetivos, ha contribuido a que se considere casi obligado incluir un capítulo aclaratorio sobre esta problemática. Así mismo, la falta generalizada de criterios para diseñar un sistema de indicadores coherente o integrado, ha contribuido también a que se considere oportuno hacer un esfuerzo en sentar las bases del sistema sobre el que van a informar los indicadores que pueden seleccionarse o construirse.

En consecuencia, los resultados del proyecto se presentan estructurados en cuatro capítulos. Los dos primeros deben considerarse como una aproximación teórica que prepara el camino a la exposición más directa de los resultados, que se comentan en los capítulos 3 y 4.

De esta forma, en el Capítulo 1 se aborda una aproximación al concepto de indicador como elemento primordial que debe sustentar un sistema de indicadores. Se recogen unas cuantas definiciones de las muchas existentes y se hace hincapié en el hecho de que es preciso adoptar una definición objetiva y adecuada al concepto, como primer paso obligado para construir un sistema eficaz de indicadores. Se concluye con la necesidad de diferenciar entre un *indicador* y un *descriptor* a la hora de proponer variables, parámetros o índices que informen sobre alguno de los elementos que caracterizan el sistema objeto de evaluación. Se asume en este sentido que un indicador debe ser una medida sintética que informa sobre un sistema complejo, porque se le asocia un significado que va más allá del propio valor del parámetro. Además, un indicador debe estar asociado, en la medida de lo posible, a un valor objetivo o a unos valores umbrales que permitan estimar el grado de realización alcanzado. Por el contrario, un descriptor es una medida directa de una característica relevante del sistema, a la que no se le asocia un significado añadido ni necesariamente un valor objetivo o umbral. Se incluyen también algunas consideraciones preliminares sobre los indicadores ecológicos, especialmente en lo que respecta a los atributos que deben caracterizar a un buen indicador. Con respecto a los sistemas de indicadores, se comentan brevemente los distintos marcos o estructuras sobre los que se construyen, destacando el modelo FPEIR de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), que es el que se ha tratado de aplicar siguiendo las prescripciones técnicas del proyecto. Además de señalar algunos limitantes estructurales de este modelo, se incide especialmente en las principales carencias de los sistemas de indicadores más relevantes en materia ambiental y de desarrollo sostenible. No se ha pretendido en modo alguno que este capítulo incorpore una revisión sistemática puesto que hay ya bibliografía suficiente que aborda esta problemática. Sin embargo, se ha considerado necesario esbozar algunas cuestiones que se plantean de forma más detallada en el capítulo 3, en el cual se comentan relacionadas con sistemas de indicadores concretos.

El Capítulo 2 aborda las bases conceptuales del sistema de indicadores propuesto en dos apartados principales. El primero describe lo que hemos

denominado “Sistema Red Natura 2000” y el segundo trata de adecuar la estructura de dicho sistema al modelo de indicadores tipo FPEIR.

El Sistema Red Natura 2000 se define y articula como tal en función de los objetivos y las necesidades derivadas de la aplicación de la Directiva Hábitat y de la Directiva Aves. Por tanto, el Sistema Red Natura 2000 se articula en tres niveles caracterizados por sus respectivos objetivos de conservación: 1) mantenimiento de hábitats y especies de interés comunitario en un estado de conservación favorable en el conjunto de su área de distribución, 2) mantenimiento de la integridad de cada ZEC y de cada ZEPA y 3) mantenimiento de la coherencia ecológica y global de la Red Natura 2000. Cada nivel, a su vez, se articula mediante tres procesos orientados a evaluar la eficacia en alcanzar el objetivo de conservación característico de cada nivel. El primer proceso está dirigido a evaluar el estado en el que se encuentra cada unidad de referencia en el nivel correspondiente. El segundo proceso está enfocado en identificar y caracterizar las presiones y amenazas que se ciernen sobre cada unidad de referencia y que pueden alterar significativamente el objetivo de conservación. El tercer proceso se canaliza hacia la adopción de medidas de conservación tendentes a contrarrestar las presiones y amenazas que alteran el objetivo de conservación. Cada uno de los procesos se ha caracterizado de forma genérica por los elementos que deben ser evaluados en los diferentes niveles.

Siguiendo las directrices técnicas de la Dirección del Proyecto, se ha realizado un esfuerzo en abordar con mayor profundidad el Nivel 1 del Sistema Red Natura 2000, por lo que se ha caracterizado con detalle la variabilidad ambiental inherente a los 117 tipos de HIC presentes en España. Para ello se ha considerado adecuado establecer tres grupos principales de tipos de HIC: el medio terrestre (tipos de HIC forestales y tipos de HIC rocosos), el medio acuático continental (ecosistemas lénticos y lóticos) y el medio costero y marino. Antes de entrar en cada uno de los grupos se ha abordado una perspectiva general en la que se comenta el objetivo de conservación y los tres procesos correspondientes: evaluación del estado de conservación, determinación de presiones y amenazas y establecimiento y aplicación de medidas de conservación. En síntesis, la evaluación del estado de conservación se estructura en cuatro elementos principales, derivados de la definición incluida en el Artículo 1 de la Directiva 92/43/CEE y de las directrices preparadas por la Comisión Europea para la elaboración del segundo informe por parte de los estados miembros (Artículo 17). El proceso de identificación de presiones y amenazas se caracteriza por el elemento “perspectivas futuras” y el proceso de establecimiento de medidas de conservación se articula entorno al elemento de integración sectorial para cada grupo de tipos de HIC. Esta parte del documento se ha abordado mediante una labor de síntesis de los resultados del Proyecto “Bases ecológicas para la conservación de los tipos de HIC presentes en España”. Este proyecto ha generado un documento científico para cada uno de los 117 tipos presentes en España y un documento general para algunos de los grupos de tipos de HIC: las dunas (grupo 2), los ecosistemas de aguas retenidas (grupo 31), los ecosistemas lóticos (grupo 32) y el grupo de las turberas (sobre todo las turberas ácidas). El documento científico se estructura en siete capítulos, siendo el de evaluación del estado de

conservación y el de recomendaciones para la conservación los que se han utilizado para los apartados de “evaluación del estado de conservación” y “determinación de presiones y amenazas”.

En el Apartado 2.1.2 se caracteriza el Nivel 2 del Sistema Red Natura 2000 siguiendo una descripción de los tres procesos ya aludidos anteriormente. El primero describe la evaluación de la integridad de cada espacio mediante cinco elementos básicos: a) distribución espacial de los tipos de HIC y de las EIC; b) análisis de la conectividad; c) función diferencial de cada espacio en relación al conjunto de la Red Natura 2000; d) Evaluación conjunta del estado de conservación de los tipos de HIC y EIC que han motivado su designación y e) análisis de la representatividad de la diversidad biológica. El segundo proceso comprende dos elementos principales como son la vulnerabilidad y el aislamiento. La vulnerabilidad se asocia a las tasas de cambio en los usos del suelo y el aislamiento se define en función de la existencia de gradientes marcados entre el territorio de cada ZEC y la matriz territorial que la rodea. El proceso de establecimiento de medidas se fundamenta en el elemento de desarrollar adecuados instrumentos de gestión y en el de aplicar una metodología adecuada de evaluación de planes y proyectos.

En el apartado 2.1.3 se caracteriza el Nivel 3 del Sistema Red Natura 2000, cuyo objetivo de conservación es el mantenimiento o protección de la coherencia ecológica o coherencia global. El proceso de evaluación de la coherencia supone al menos tener en consideración cuatro elementos principales: a) la representatividad de cada tipo de HIC y de cada EIC; b) la delimitación de Zonas de Alta Conectividad (ZAC) y su representatividad en la Red Natura 2000; c) el mantenimiento de la integridad de los espacios y d) el análisis de la representatividad de la diversidad biológica de la región.

El apartado 2.1, por tanto, contiene las bases que caracterizan el Sistema Red Natura 2000. Sin embargo, es necesario todavía generar muchos análisis y trabajos que permitan obtener la información técnica, científica, administrativa y socio-económica que se necesita para definir de forma completa cada uno de los niveles.

El segundo apartado del Capítulo 2 trata de sentar las bases que van a permitir un acoplamiento entre el Sistema Red Natura 2000 y el modelo de evaluación FPEIR de la AEMA. Dicho modelo sigue un esquema de clasificación de indicadores en cinco tipos o categorías: Fuerzas Motrices (F), Presión (P), Estado (E), Impacto (I) y Respuesta (R). De esta forma, el proceso de evaluación del objetivo de conservación de cada nivel se adecua básicamente a la categoría de indicadores de estado. El proceso de identificación de presiones y amenazas se corresponde con indicadores de fuerzas motrices y con indicadores de presión-impacto. El proceso de establecimiento de medidas de conservación está ligado conceptualmente a la categoría de indicadores de respuesta.

A partir de la caracterización del Sistema Red Natura 2000 y del esquema de correspondencias con el modelo FPEIR, se está en disposición de realizar el ejercicio de selección de indicadores adecuados. Tal como estaba previsto en

el pliego de prescripciones técnicas, dicho ejercicio se ha abordado de forma específica para cada uno de los tres niveles, aunque centrando la mayor parte del esfuerzo en la adecuación al Nivel 1, siguiendo las indicaciones de la Dirección del Proyecto.

El proceso de selección de indicadores se ha basado en dos procedimientos. Primero, mediante la revisión de sistemas de indicadores existentes, fundamentalmente en el ámbito ambiental y, en menor medida, en el ámbito del desarrollo sostenible. Segundo, mediante la propuesta de seis indicadores originales que se han analizado, aplicado y caracterizado formalmente por el equipo de la EEZA. El proceso de revisión ha mostrado claramente que en los sistemas de indicadores consultados hay una confusión generalizada entre indicadores y descriptores. Por esta razón, se consideró muy pertinente centrar la discusión en el capítulo 3 e incluir un capítulo 4 para establecer las bases de un sistema de descriptores.

En consecuencia, el Capítulo 3 incluye una propuesta de indicadores que se encuentra claramente anclada a los elementos y procesos que caracterizan cada uno de los tres niveles. Sin embargo, no se ha establecido formalmente un sistema completo por falta de indicadores adecuados a las particularidades de determinados elementos de cada nivel. Además, no es posible llevar a cabo un análisis explícito de relaciones (análisis multifactorial y espacial) porque no hay datos suficientes (ni en cantidad ni en formato comparable) y porque su ejecución formal quedaría fuera del objeto del presente proyecto.

Para cada nivel se comenta, en primer lugar, el análisis de adecuación de un marco tipo FPEIR a los elementos de cada uno de los tres procesos, a partir de los sistemas existentes más relevantes. En segundo lugar, se incluye una ficha normalizada para cada uno de los indicadores propuestos. La ficha se estructura en varios apartados: identificación, fuentes de datos y metodología, evaluación, presentación de resultados y referencias.

El análisis de adecuación del marco FPEIR a los elementos del Nivel 1 se ha subdividido en tres análisis independientes, uno para cada uno de los tres grupos de tipos de HIC. Para los HIC forestales (medio terrestre) se ha tomado como referencia los criterios e indicadores de desarrollo forestal sostenible, sobre todo los generados en el Proceso de Montreal que afectan a los bosques europeos. Para el medio acuático continental se ha revisado el informe de sostenibilidad del agua y funcionamiento de las cuencas elaborado por el Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE). En relación al medio marino y costero se ha revisado el sistema de objetivos e indicadores generado en el marco de la Gestión Integrada de Zonas Costeras, que se ha validado a través de Proyecto Interreg IIIC-Sur DEDUCE (Développement durable des Côtes Européennes). Para comentar de forma coherente el análisis de adecuación en cada grupo de tipos de HIC, se ha considerado adecuado responder a varias cuestiones concretas: a) la adecuación con el modelo FPEIR, b) la adecuación a los elementos del Nivel 1, c) la adecuación al concepto de indicador o al concepto de descriptor y d) el número de hábitats de interés comunitario que quedan representados o englobados. En ningún caso se ha pretendido una valoración de cada indicador en función de los criterios

que pudiese cumplir para ser considerado un buen indicador. Un análisis de este tipo es el que ha generado el Proyecto DEDUCE, el cual se comenta brevemente en el apartado 3.1.3.1. Una valoración de este tipo, hasta cierto punto deseable, se escapa lógicamente del ámbito de este proyecto. En conjunto, para el Nivel 1 se proponen cinco indicadores, tres de ellos originales.

En cuanto al Nivel 2 se han consultado algunos Sistemas de indicadores relacionados con las áreas protegidas. En concreto se han analizado el sistema de indicadores de las áreas protegidas de Cataluña del ICHN, el sistema de indicadores de la Red de Parques Nacionales y los indicadores de evolución del estado de los espacios naturales protegidos del Estado español de EUROPARC-España. También se ha incluido un trabajo reciente sobre áreas marinas protegidas, en el que se propone utilizar un Sistema de Indicadores, para facilitar la compleja gestión de las mismas (Ojeda-Martínez, C. et al., 2009). Para el Nivel 2 se proponen dos indicadores originales denominados “Estado de la biodiversidad en ZEC (IEBZEC)” y “Representatividad ambiental de ZEC (IRZEC)”.

Con respecto al análisis para el Nivel 3, se han consultado algunos sistemas actuales representativos de tres escalas territoriales: la comunitaria, la nacional (España) y la regional. No se ha considerado la escala local o municipal puesto que la problemática ambiental en este ámbito no tiene relación directa con la escala nacional, aunque la integración de datos municipales sí puede nutrir estadísticas nacionales. En el ámbito comunitario se ha tomado en consideración el conjunto de indicadores SEBI 2010 (Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators) y el conjunto principal de indicadores de la AEMA (EEA Core Set of Indicators). A escala nacional se ha consultado el Banco Público de Indicadores del MARM) y los indicadores de sostenibilidad utilizados por el Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE). En el ámbito regional se han consultado los Indicadores de Cabecera del País Vasco. Para el Nivel 3 se propone un indicador original denominado “Vulnerabilidad de la RN2000 frente a cambios de uso del suelo” (VULCUS).

Es importante mencionar que las fichas que caracterizan los seis indicadores originales propuestos por la EEZA se han completado haciendo un considerable esfuerzo de síntesis. Esto es así porque el proceso de formalización ha implicado la realización de numerosos análisis de datos que, para facilitar la comprensión general, no se incluyen explícitamente en las fichas correspondientes.

Por último, en el Capítulo 4 se establecen algunas consideraciones generales que aconsejan la adopción de un sistema de descriptores paralelo al sistema de indicadores abordado en el capítulo 3. Son muy numerosos los parámetros, variables o índices que podrían utilizarse para describir el Sistema Red Natura 2000. Sin embargo, al igual que para el sistema de indicadores análogo, sería preciso diseñar un análisis de relaciones que permitiese seleccionar aquellos descriptores más útiles y adecuados a las especificidades del Sistema Red Natura 2000. Como muestra de posibles descriptores se han incluido diez, seis para el Nivel 1, dos para el nivel 2 y dos para el Nivel 3. Tres de ellos son especialmente relevantes por que se proponen para evaluar directamente el

grado de eficacia alcanzado en el objetivo de conservación correspondiente a cada uno de los tres niveles.

Como Anexo, se incluye una lista del conjunto de indicadores contenidos en los sistemas que se han consultado para realizar el presente documento.

1. APROXIMACIÓN AL CONCEPTO DE INDICADOR

El objetivo básico de la Directiva 92/43/CEE es mantener (o restaurar) los tipos de Hábitats de Interés Comunitario (HIC) y las Especies de Interés Comunitario en un estado de conservación favorable. Una herramienta principal para conseguir este objetivo es la creación de la Red Natura 2000: un conjunto de Lugares de Importancia Comunitaria (además de las ZEPA) que debe albergar una muestra representativa de hábitats y especies suficiente para garantizar su conservación (estado de conservación favorable) en el futuro. Cada lugar propuesto debe mantener su integridad ecológica, es decir, el conjunto de condiciones ecológicas que permiten mantener los hábitats y especies de interés comunitario por los cuales fue designado dicho lugar. Así mismo, debe atenderse a la coherencia global o coherencia ecológica de la Red, entendida como un atributo de eficiencia, es decir que, en conjunto, los espacios de la Red Natura 2000 deben cumplir su función de integridad. Estos factores constituyen lo que podríamos denominar “*Sistema Red Natura 2000*”, el cual se define con mayor precisión en el capítulo 2.

El sistema Red Natura 2000, por tanto, se estructura en tres niveles definidos por sus respectivos objetivos de conservación. El sistema de indicadores diseñado específicamente para el sistema Red Natura 2000 debe, primero, estructurarse también en esos mismos tres niveles y, segundo, debe evaluar el grado de eficacia alcanzado en los objetivos de conservación de cada nivel. Sin embargo, el sistema Red Natura 2000 es un sistema extremadamente complejo definido por factores ecológicos y biológicos, factores socio-económicos y factores administrativos y jurídicos. Ninguno de estos factores, ni sus relaciones o sinergias, está suficientemente conocido o esclarecido para describir en detalle el sistema dinámico Red Natura 2000. En consecuencia, no es posible en este momento generar un sistema de evaluación completo y coherente que evalúe la eficacia en el alcance de los distintos objetivos de conservación. Este problema entronca profundamente con el concepto de indicador y con las bases teóricas para desarrollar un sistema eficaz (coherente) de indicadores. Por esta razón se ha considerado conveniente abordar de forma sintética esta problemática antes de presentar el Sistema Red Natura 2000 y el sistema de evaluación (Capítulos 2, 3 y 4).

Son numerosas las definiciones del concepto *indicador*, aunque en este trabajo somos partidarios de tratar de aplicar la idea de que un indicador es un parámetro o índice que, además de ayudar a describir (descriptor) un sistema, proporciona un significado que va más allá del valor concreto de dicho parámetro o índice. Por el contrario, un parámetro o índice al que no se le asocia un significado especial lo denominamos *descriptor*.

Los sistemas medioambientales (factores ambientales, sociales y económicos), al igual que los sistemas ecológicos, son muy complejos y no pueden (al menos todavía) describirse eficazmente con una o pocas variables. Por esta razón surgieron los sistemas de evaluación mediante modelos de indicadores. Aunque hay criterios más o menos formales para generar un buen indicador o

incluso un buen modelo, en la práctica no parece haber soluciones satisfactorias (sobre todo en el ámbito de los sistemas) ya que, entre otras cuestiones de coherencia, es muy difícil concretar objetivos más o menos cuantificables a los que deben tender o no sobrepasar los diferentes factores de un sistema. Si no definimos bien qué entendemos por un sistema, por ejemplo de desarrollo sostenible (ya sea a escala local, regional, nacional o supranacional), no podremos generar un sistema eficaz de indicadores que nos informe sobre los logros conseguidos.

El objetivo principal de este capítulo no es abordar una revisión más o menos sistemática del concepto de indicador ni de los sistemas de indicadores existentes, tanto ambientales como de desarrollo sostenible, ya que sería una tarea inabarcable en el marco del presente proyecto¹. Además, hay ya trabajos que sirven de referencia para tener una visión suficientemente amplia de la problemática de los indicadores y de la profusión desmedida de los mismos en diferentes sistemas a distintas escalas. Por citar algunos podemos nombrar a GALLOPIN (1997), RAYÉN QUIROGA (2001), RAMÍREZ SANZ (2002), RODRÍGUEZ VILLA (2004) o AGUADO et al. (2008)². Lo que se pretende en este capítulo es centrar la problemática inherente a los indicadores y a los sistemas de indicadores existentes para ilustrar las bases conceptuales del modelo específico propuesto en este trabajo.

1.1. Indicador versus Descriptor

El diccionario de la Lengua Española³ define la palabra *indicador* como un adjetivo *que indica o sirve para indicar*. Así mismo, indicar quiere decir *mostrar o significar algo con indicios y señales* y, un indicio, *es un fenómeno que permite conocer o inferir la existencia de otro no percibido*. Por lo tanto, es lógico considerar que el concepto indicador lleva implícito un elemento no percibido. Descriptor significa *que describe* y describir es (en una de sus acepciones) *representar a alguien o algo por medio del lenguaje, refiriendo o explicando sus distintas partes, cualidades o circunstancias*.

¹ De hecho, existe hasta una revista dedicada exclusivamente a los indicadores ecológicos (*Ecological Indicators. Integrating Sciences for Monitoring, Assessment and Management*).

² GALLOPIN (1997): "Indicators and their Use: Information for decision-making", en B. MODAN & S. BILLHARZ (eds.), *Sustainability Indicators: Report of the Project on Indicators of Sustainable Development of the Scientific Community on Problems of the Environment (SCOPE) 58*, John Wiley, London.

RAYÉN QUIROGA, M. (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. CEPAL, Serie Manuales, 16. Naciones Unidas.

RAMÍREZ SANZ, L (COORD.). Indicadores ambientales: situación actual y perspectivas. Serie Técnica. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid, 306 pp.

RODRÍGUEZ VILLA, J.M. 2004. La sustentabilidad forestal de Asturias (1975-2000). Propuesta metodológica, análisis e indicadores ambientales. Tesis Doctoral. UAM.

AGUADO MORALEJO, I., BARRUTIA LEGARRETA, JM. y C. ECHEVARRIA MIGUEL (2008). Indicadores de desarrollo humano sostenible: análisis comparativo de la experiencia española. Ciudad y Territorio Estudios territoriales, XL (155).

³ Definiciones obtenidas del Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española (<http://buscon.rae.es/draeI/>)

El cuadro 1 recoge algunas definiciones del concepto indicador. Podemos considerar que hay un componente básico en dicho concepto y que hace referencia a la síntesis. No obstante, no hay que olvidar los intereses y objetivos más o menos distantes de científicos (medición directa del medio natural) y gestores o tomadores de decisiones (vínculos más socioeconómicos). En cualquier caso, podemos considerar dos ideas básicas asociadas al concepto de indicador, la que concierne a una medida descriptiva no asociada explícitamente con un objetivo concreto (tendencias), y la que refleja una medida asociada a un objetivo concreto que debe cumplirse. Siguiendo la terminología de Bermejo, en el primer caso podemos hablar de indicadores descriptivos y en el segundo de indicadores de realización, los cuales no tienen que ser distintos. Los primeros son necesarios para describir el sistema y, si se vinculan a objetivos concretos, pueden convertirse en indicadores de realización⁴. De hecho, es razonable suponer que “*cuando no hay definidos unos umbrales o valores a alcanzar, el parámetro en sí mismo no puede considerarse como un indicador, ya que la información que aporta, es únicamente útil en comparación con los valores alcanzados a lo largo de un determinado período de tiempo*”⁵.

Atendiendo a estas premisas, entendemos que un indicador es un parámetro que aporta un significado añadido al asociado de forma directa a dicho parámetro, y que está ligado explícitamente a un objetivo concreto mediante la fijación de unos valores umbrales o un valor concreto que debe alcanzarse o no debe sobrepasar.

El número de pasajeros internacionales en vuelo regular es un parámetro descriptor de cualquier aeropuerto. Sin embargo, puede ser un buen indicador de las relaciones internacionales de la ciudad en la que se ubica, sobre todo si se asocia, por ejemplo, a la población metropolitana. No obstante, su significado en comparación con otros aeropuertos-ciudades puede ser más o menos subjetivo si no va asociado a un valor mínimo de pasajeros por unidad de tiempo, por ejemplo definido en un ámbito territorial amplio como Europa o incluso todo el globo⁶. Por otra parte, su vinculación a un objetivo de realización, como por ejemplo conseguir mayor relevancia internacional de otras ciudades españolas, permite establecer conclusiones sobre los logros alcanzados, sobre todo si dicho objetivo se cuantifica en obtener un número mínimo de pasajeros al año con determinado margen de variación interanual.

⁴ BERMEJO GÓMEZ DE SEGURA, R. 2002. Los sistemas de indicadores como reflejo de las diversas concepciones de la sostenibilidad. En: RAMÍREZ SANZ (coord.). *Indicadores ambientales. Situación actual y perspectivas*: 37-73. Organismo Autónomo Parques Nacionales.

⁵ RAMÍREZ SANZ, L. 2002. Indicadores ambientales. Una visión General. En: RAMÍREZ SANZ (coord.). *Indicadores ambientales. Situación actual y perspectivas*: 37-73. Organismo Autónomo Parques Nacionales.

⁶ Esta idea proviene de un comentario de Ramón Fernández Durán sobre la expansión de las metrópolis españolas y sobre la importancia relativa de Madrid con respecto a Barcelona, a través del número de pasajeros internacionales en vuelo regular. FERNÁNDEZ DURÁN, R. 2002. Población, economía y ocupación del territorio. En: NAREDO Y PARRA (EDS.). *Situación diferencial de los recursos naturales españoles*: 49-116. Economía VS Naturaleza. Fundación César Manrique.

CUADRO 1. Definiciones de “Indicador”

Signo, típicamente medible, que puede reflejar una característica cuantitativa o cualitativa, y que es relevante para hacer juicios sobre condiciones del sistema actual, pasado o predicciones sobre el futuro (Aguado Moralejo et al., 2008).

Un parámetro, o un valor derivado de parámetros, que indican o proporcionan información acerca de, o describen el estado de un fenómeno/ambiente/área, con significado que va más allá de la que se asocia directamente al valor del parámetro (OCDE 2001).

Una medida, por lo general cuantitativa, que puede utilizarse para ilustrar y comunicar fenómenos complejos de manera sencilla, incluyendo las tendencias y avances en el curso del tiempo (AEMA, 2006).

Una variable que ha sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin de reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones (MIMAM, 1996)

Es un dato que pretende reflejar el estado de una situación, o de algún aspecto particular, en un momento y un espacio determinados. Habitualmente se trata de un dato estadístico (porcentajes, tasas, razones...) que pretende sintetizar la información que proporcionan los diversos parámetros o variables que afectan a la situación que se quiere analizar (Observatorio Estatal de Condiciones del Trabajo, Ministerio de Trabajo e Inmigración).

Un indicador es un dato cuantitativo o cualitativo. Su seguimiento en el tiempo y en el espacio permite apreciar de manera sintética la situación y/o evolución de un fenómeno más global. Generalmente es seleccionado de un conjunto estadístico más importante en función de su significación y de su representatividad. Condensando la información, el indicador permite simplificar la percepción y el análisis de los fenómenos medidos. (IFEN, Indicadores para la Gestión Integrada de Zonas Costeras).

En el apartado siguiente se comentan algunas consideraciones preliminares sobre indicadores ecológicos, especialmente en lo que se refiere a algunos de los atributos que debería caracterizar un buen indicador como son:

- Ser suficientemente sensible como para proporcionar una alerta temprana de cambio
- Distribuirse en un área geográfica extensa o ser fácil de aplicar
- Capaz de proveer estimaciones continuas en un amplio rango de estrés
- Ser relativamente independiente del tamaño de la muestra
- Fácil de medir o interpretar
- Fácil de diferenciar entre ciclos naturales y cambios provocados por influencia antropogénica
- Relevante a fenómenos ecológicos importantes.

Consideraciones preliminares sobre indicadores ecológicos

General

Un indicador es una variable sencilla de medir e interpretar que actúa como sustituto de un proceso o estructura más complejo del que forma parte. El mejor ejemplo es el uso que hacen los médicos de la temperatura: es muy fácil y económica de medir, sigue una escala lineal inteligible, y tiene unos umbrales asociados que permiten detectar alteraciones fisiológicas mucho más complejas como un proceso infeccioso o una hipotermia.

El ejemplo anterior ha inspirado a generaciones de ecólogos para tratar de comprender y experimentar con los ecosistemas que iban definiendo en la biosfera. De forma casi paralela, los gestores ambientales fueron percibiendo las ventajas prácticas de los indicadores en los términos descritos en el párrafo anterior. Así se ha llegado a una situación en la que la interfaz entre ecólogos y gestores está dedicada en gran medida al desarrollo de indicadores. Sin embargo la convergencia todavía no ha sido alcanzada y es necesario que las limitaciones respectivas sean conocidas para que el avance no termine prematuramente. Este proyecto trata del diseño de un sistema de indicadores del estado de conservación de hábitats de la Red Natura 2000 y por ello tiene una posición central en el problema. Las consideraciones hechas a continuación pretenden encontrar un sitio razonable en el gradiente autocomplacencia-decepción, tanto por parte de los desarrolladores como por la de los usuarios.

La definición inicial es correcta, pero demasiado simple. Antes de ir más lejos, convendría establecer algunas propiedades menos evidentes que deben tener los indicadores ecológicos. :

- Dimensiones explícitas. El problema no es sólo la escala en la que se miden los valores, sino la dimensión o dimensiones en las que se sitúa la escala. Esta distinción es esencial para distinguir entre estructuras y procesos. Las primeras existen indefinidamente y carecen de dimensión temporal. La conectividad ecológica, la representatividad de un sistema de reservas o la diversidad biológica son ejemplos de estructuras. Por el contrario, los procesos siempre implican una variación temporal del sistema que se mide. Por ejemplo, la dispersión y migración de poblaciones, o la sucesión ecológica. Los procesos ocurren normalmente sobre estructuras, y la distinción tiene interés práctico al diseñar indicadores porque afecta a su uso para el seguimiento de un sistema. Al medir la variación de una estructura en el tiempo, se apunta indirectamente al proceso que la hace evolucionar. De esta manera se podrían realizar mediciones periódicas de diversidad ecológica para caracterizar un proceso de degradación o de sucesión secundaria. O bien se podría seguir un proceso de migración midiendo cada cierto tiempo la conectividad del territorio (la cual requiere especificar la distribución de poblaciones de la especie en cuestión, entre otras cosas). Pero si se mide el proceso directamente, no hay que hacerlo más de una sola vez, porque el tiempo ya está incluido por definición. La tasa de migración, es decir, el flujo de individuos por unidad de tiempo, es una buena forma de caracterizar el proceso de migración. A menos que cambien sus condiciones externas (de contorno, más exactamente),

una sola medida servirá para estimar la evolución probable del sistema en el tiempo. Si se mide regularmente y se encuentran cambios en ella, entonces se está apuntando a un proceso de nivel superior que puede afectar a la migración, y ésta deja de ser el sujeto de estudio.

- Ajustado a la histéresis del sistema. Muchos procesos ecológicos tienen memoria, y para caracterizarlos es necesario conocer no solo el estado puntual, sino también la trayectoria previa del sistema. Esta es la noción de histéresis. El modelo ideal de Claments, según el cual un ecosistema podría moverse en un gradiente bipolar de degradación-autoorganización, es un ejemplo más extendido de lo que parece a simple vista. Cualquier indicador que refleje el estado del sistema dará una información incompleta porque todavía no se sabrá si va o viene, es decir, si se está degradando, o si evoluciona favorablemente en una sucesión secundaria. Este aspecto es crítico cuando los indicadores deben sustentar políticas de conservación, ya que los esfuerzos dedicados a conocer el estado (por ejemplo, de conservación de los hábitat de la Red Natura 2000) suelen ser mucho mayores que los que pretenden conocer la tendencia o la trayectoria. En este punto, el lector reacciona pensando que se puede extraer trayectorias realizando un seguimiento de estados sucesivos. Pero eso es una falacia o bien es muy caro, porque la complejidad de los sistema ecológicos no permite describir su estado con variables directas (por ejemplo, la Productividad Primaria Neta), sino con índices (por ejemplo, el Índice Diferencias Normalizadas de Vegetación o NDVI). Y éstos suelen consistir en razones relativas y normalizadas sin valor alguno para el seguimiento. Como resultado, se acumulan cantidades enormes de información descriptiva que no permiten aclarar si la gestión de la Red Natura 2000 está alcanzando sus objetivos de conservación. Desde luego, existen procedimientos para extraer tendencias, pero éstas deben ser el objetivo explícito del indicador.
- Normalizado. En un caso ideal, un indicador debe ofrecer valores que permitan comparaciones sincrónicas con los resultados obtenidos en otros sistemas equivalentes, y comparaciones diacrónicas con valores sucesivos obtenidos en el mismo sistema. Esto es posible casi solo para indicadores elementales como los que reflejan la presencia de cierta especie, que dicho sea de paso son los más útiles. Pero los buenos indicadores elementales son raros, y a medida que aumenta el nivel de organización de la estructura o proceso que se desea reflejar, los descriptores se vuelven más abstractos, y solo su normalización produce resultados inteligibles. Si se desea producir un indicador de la fragmentación del territorio, es probable acabar recurriendo a complicados ejercicios geométricos para describir la complejidad de una matriz formada por manchas o de una superficie continua que de algún modo refleja la fragmentación. En ambos casos, las variables asociadas tendrán definiciones que exceden el interés de un gestor, aunque éste puede todavía usar el indicador si se le asegura que siempre se mide de la misma manera y que ciertas comparaciones son viables porque los valores están normalizados. La normalización se alcanza mediante índices. En un índice normalizado, una variable descriptora se hace

relativa al dominio en que se describe. La estimación de la biodiversidad es en buen ejemplo de este problema. Se puede aceptar con algunas reservas que el número de especies o hábitats sirve para describir la diversidad ecológica de las ZEC de la Red Natura 2000. Pero cualquier comparación entre distintas ZEC carece de sentido, ya que es conocido que ambientes muy diferentes como los mesetarios y los montañosos tienen tendencias basales diferentes para la diversidad de ecosistemas que pueden albergar. La solución en este caso sería normalizar la diversidad ecológica respecto a la diversidad ambiental mediante una simple razón algebraica. Sin embargo, y al igual que en el punto anterior, los esfuerzos para compilar información sobre la Red Natura 2000 han estado históricamente sesgados hacia los descriptores en perjuicio de sus dominios, y ello hace muy difícil disponer de información normalizada y utilizable.

- No manipulable. Quizás la paradoja más dramática de los indicadores es que, tratándose de variables sencillas que incorporan información sobre un sistema complejo, se crea el espejismo de que operando sobre ellas es posible gestionar el sistema en sí. No merece la pena describir aquí la perversión adicional, frecuente en casos políticos, económicos o profesionales, en los que se opera sobre el sistema para que dé los indicadores deseados. Pero en todo caso el valor actual de un indicador debería ser independiente de su valor deseado en la mayor medida posible. Esta es la razón por la que los indicadores suelen apuntar a variables de nivel muy bajo en las disciplinas que hacen uso efectivo de ellos, como la limnología. Sin embargo, en ecología terrestre no es raro encontrar referencias al valor indicador de la presencia de vertebrados superiores o de ecosistemas complejos. Ello acarrea dos tipos de problemas, que tampoco es raro encontrar. En primer lugar, subsidiar la presencia de esos elementos, sean osos o bosques, bajo la idea injustificada de que se obtiene algún beneficio aparte del turismo. Y en segundo lugar, los elementos complejos lo son porque tienen una homeostasis desarrollada, y por tanto una capacidad importante para adaptarse a perturbaciones. Cuando una perturbación consigue afectarles, frecuentemente ya es demasiado tarde.

Evolución

Como ha sido mencionado más arriba, la demanda de indicadores ecológicos por parte de los gestores ambientales ha ampliado las perspectivas de manera notable. La evolución histórica no favorece una satisfacción inmediata de esa demanda. Los indicadores empezaron siendo herramientas de consumo interno para los propios científicos, y sólo los ecólogos de medios acuáticos consiguieron independizar una rama compacta que enseguida pudo ser asumida por los gestores.

En ecología terrestre, el concepto de indicador como variable que pudiera resumir el estado de ecosistemas complejos a diversos niveles jerárquicos fue

formalizado hace no mucho por (Noss 1990)⁷. Su trabajo ofrece conjuntos de variables relevantes para todas las combinaciones de niveles jerárquicos de organización (genético, poblaciones monoespecíficas, comunidades multiespecíficas y paisaje regional) y atributos (composición, estructura, función y métodos para el inventario y seguimiento). En sentido estricto, dicho trabajo es más un catálogo estructurado de variables ecológicas, y por ello muchas requieren de un indicador propio en vez de ser indicadores por sí mismas. Es el caso de la conectividad (paisaje regional x estructura) o biomasa y productividad (comunidad x función).

La utilidad de ese catálogo de indicadores seminales prevalece, y muchos de los desarrollos posteriores todavía encuentran una explicación en el marco que establece. Sin embargo, estimar valores significativos para las variables correspondientes se ha demostrado como una tarea grande y difícil, si no imposible al tratar con los grandes territorios y las reducidas incertidumbres que requiere la gestión ambiental. En gran parte de los casos ello ha tenido lugar mediante modelos cuyo objetivo básico era la propia comprensión del proceso o estructura por parte de los científicos. El desarrollo paralelo de sistemas geomáticos de información ambiental ha estimulado al menos que dichos modelos fuesen aplicables a territorios considerables, pero también que los propios científicos generasen abundantes surrogados para acomodar sus necesidades de datos. El caso de integrar valores de NDVI para aproximar la Productividad Primaria Neta epigea es un ejemplo paradigmático.

El propio Noss, quince años más tarde (Noss 2004)⁸, reconocía esta complejidad proponiendo reducir los objetivos potenciales de conservación siguiendo tres tipos de criterios: validez intrínseca, disponibilidad y uniformidad de los datos existentes, y complementariedad entre objetivos. La situación actual no puede considerarse cerrada, por tanto. Un diagnóstico básico sería que los procesos y estructuras de mayor nivel, que constituyen la demanda central por parte de los gestores, carecen por lo general de una definición operativa. Es el caso de la coherencia de la Red Natura 2000, cuya noción intuitiva es tan compartida como poco concreta. Esos objetivos son abordados mediante modelos más que mediante medidas directas, con dos debilidades importantes. Primero, los modelos suelen consistir en un ensamblaje mecanicista de relaciones paramétricas, cuya interpretación es confusa. Y segundo, el esfuerzo por formalizar dichas relaciones ha prevalecido de manera natural frente al análisis de propagación de errores, con el resultado de que las incertidumbres de las predicciones son más bien desconocidas.

⁷ Noss, R.F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4, 355-364.

⁸ Noss, R.F. (2004). Conservation targets and information needs for regional conservation planning. *Natural Areas Journal*, 24, 223-231

Prospectiva

El desarrollo de un sistema de indicadores para gestionar un sistema complejo como la Red Natura 2000 es todavía una idea viable y prometedora, a pesar de las consideraciones anteriores. Entre los aspectos que conviene reforzar, está la propia definición formal de los indicadores. Los Convenios de Naciones Unidas de Biodiversidad y de Combatir la Desertificación comparten una tendencia peligrosa a inundar el panorama con todo tipo de descriptores de corto alcance. El ejercicio de consensuar la Estrategia Española para la Diversidad Biológica, coordinado a finales de los 90 por la Dirección general para la Biodiversidad, incluyó numerosos ejemplos de esto, con la esperanza de que una descripción exhaustiva de los paisajes y ecosistemas implicados serviría para su gestión. Elementos como los descritos en la primera sección de este texto podrían contribuir de forma más productiva a la selección y desarrollo de indicadores.

A continuación, el uso controlado de modelos es un ejercicio útil y conveniente, incluso si sus resultados no consiguen alcanzar a sus expectativas. Un modelo es simplemente la articulación formal de un razonamiento. Hoy por hoy es una herramienta eficiente para comprender los sistemas naturales. Es cierto que los modelos cuyo usuario es un gestor tienen especificaciones diferentes de aquellos que son para uso interno por parte de los científicos. También es cierto que la verificación cualitativa se acepta demasiadas veces como sustituto de una validación formal que, por otra parte, puede ser sencillamente imposible de llevar a cabo. Incidentalmente, conviene señalar que los modelos no necesariamente deben generar indicadores. Hay problemas de gestión, como preparar a la Red Natura 2000 para que sea menos vulnerable frente a un cambio climático, que sería una quimera afrontar mediante un sistema de indicadores.

Los indicadores propuestos en este Proyecto todavía no pueden ser considerados como un sistema porque no tienen interacciones definidas entre ellos. Muchos proceden de modelos que comparten las limitaciones descritas anteriormente. Pero todos, en su calidad de prototipos, describen problemas complejos que son relevantes para la gestión de la Red Natura 2000 de forma numérica y consistente. La interfaz entre gestores y científicos aludida al principio de este texto se encuentra todavía en mantillas, pero podría dar pronto sus primeros pasos si se mantiene el sentido común como criterio principal para guiar su evolución.

1.2. Sistemas de Indicadores

En el apartado 2.1. se han comentado aspectos básicos sobre el concepto de indicador, especialmente en lo que se refiere a la existencia de diferentes definiciones, y se han apuntado ciertos requisitos que debería aglutinar un buen indicador. Dado que los sistemas (sociales, económicos o ecológicos) son ciertamente complejos y precisan de cuantiosa información (variables, parámetros, índices) para ser descritos, el concepto de indicador surge como una herramienta para proporcionar información sintética sobre tales sistemas. El concepto de desarrollo sostenible, con su dimensión social, económica y ambiental, es un objetivo o principio rector que implica trabajar en un sistema tremendamente complejo de relaciones entre el sistema de desarrollo humano y el sistema de la biosfera del que forma parte. No hay posibilidad de describir estas relaciones con uno o unos pocos indicadores, por muy buenos que sean, por lo que es preciso utilizar un número indefinido de ellos. En este contexto, entendemos que un sistema de indicadores es un marco lógico de organización en el cual los indicadores se ordenan en una estructura, se asocian a unos objetivos y se formalizan sus relaciones. De esta forma, "cualquier intento de diseño de un sistema de indicadores debe pasar por la definición precisa de los conceptos básicos y de los de principios y criterios que guiarán la posterior elección de las variables a recoger y la valoración de los resultados obtenidos⁹".

Aunque en la actualidad son incontables los sistemas de indicadores existentes, podemos considerar en general que se estructuran atendiendo a un modelo tipo PER o FPEIR, un marco de tipo ecosistémico o un modelo basado en áreas temáticas y/o principios u objetivos generales.

El modelo PER, introducido con fuerza por la OCDE, se basa en una relación causal entre las presiones ejercidas por la actividad humana en el medio ambiente y las medidas establecidas como respuesta al impacto y al deterioro del estado del medio ambiente. Una variante del marco PER es el modelo FPEIR propuesto por la AEMA en 1998¹⁰. Este modelo es un sistema compuesto por indicadores de fuerzas motrices (**F**), de presión (**P**), de estado (**E**), de impacto (**I**) y de respuesta (**R**).

- Fuerzas Motrices:

Describen los desarrollos sociales, demográficos y económicos que dan lugar a cambios en los modos de producción y consumo. La tendencia habitual al crecimiento poblacional, económico y del consumo presiona sobre el medio natural.

- Presión:

Reflejan las causas de la degradación de la naturaleza como consecuencia de las fuerzas motrices descritas

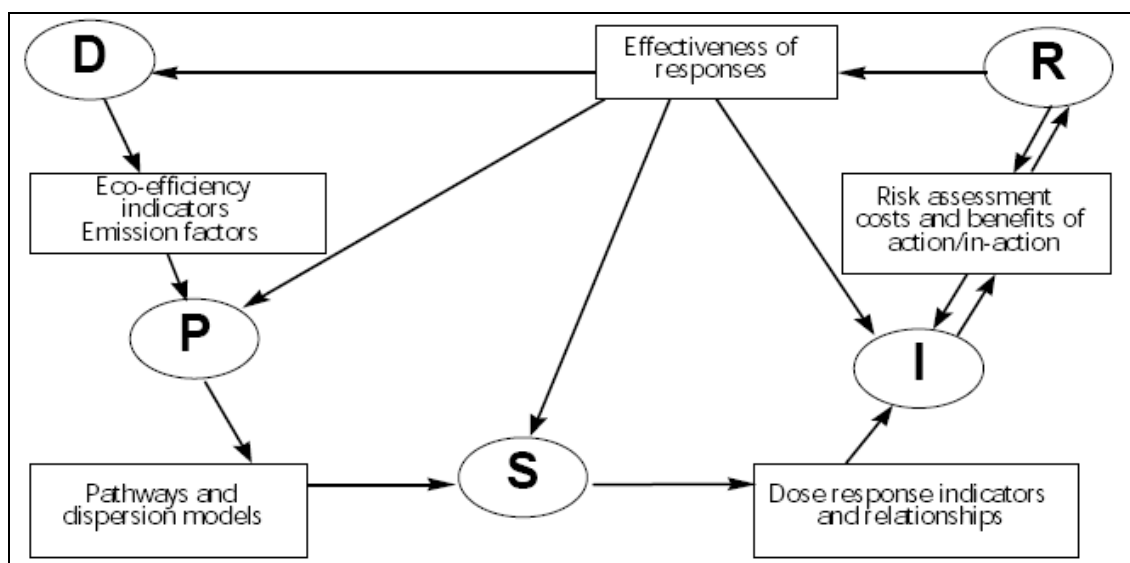
⁹ Salado García, M^a J.; Rojas Quezada, C. y C. de Carvalho Cantergiani. 2008. Modelos territoriales y sistemas de indicadores de sostenibilidad. Valoración crítica de algunas experiencias concretas. Serie Geográfica, 14: 131-145.

¹⁰ AEMA. 1998. "Europe's Environment: the Second Assessment" Office for Official Publications of the European Communities. Elsevier Science.

- Estado:
Describen cómo se encuentran los elementos objeto de evaluación por acción de las presiones que se ejercen
- Impacto:
Describen las modificaciones sobre el medio que producen las presiones
- Respuesta:
Reflejan las acciones que se ponen en marcha por parte de determinados colectivos sociales (sobre todo instituciones administrativas) para frenar los problemas ocasionados por las fuerzas motrices, ya sea actuando en los factores de presión o de impacto o sobre el estado a través de la restauración.

El modelo generado por la AEMA comprende además cuatro tipos de indicadores¹¹:

- Tipo A: Indicadores descriptivos (¿Cómo están evolucionando las presiones sobre el medio ambiente y la calidad del mismo?)
- Tipo B: Indicadores de rendimiento o resultado (¿y es esto relevante?)
- Tipo C: Indicadores de eficiencia (¿hemos mejorado la eficacia?)
- Tipo D: Indicadores de la eficacia de las políticas
- Tipo E: Indicadores de bienestar (nuevo)



Indicadores e información asociada a los elementos FPEIR. Fuente: EEA. 1999. Environmental indicators: Typology and overview. Thechnical report, 25.

¹¹ EEA. 1999. Environmental indicators: Typology and overview. Thechnical report, 25.

El conjunto básico de indicadores de la AEMA¹² incorpora una vista general en la que para cada indicador se especifica la cuestión política (clave y específica) y una lista de bases de datos y fuente de datos. Además, se compara cada indicador con otros indicadores idénticos o similares de otros organismos internacionales.

No obstante, el sistema FPEIR está sujeto a determinadas limitaciones¹³:

- *Es lineal, por lo que no puede reflejar las complejas cadenas causales existentes.*
- *La estructura de datos disponibles y los indicadores basados en ellos reflejan las preocupaciones ambientales del pasado, de manera que no sirven para dar luz sobre los problemas futuros.*
- *Sólo se reflejan los materiales que tienen valor de mercado.*
- *Es demasiado complejo y genera confusión, especialmente entre los indicadores de estado y los de impacto.*
- *A pesar de su complejidad, deja fuera los indicadores de realización (asociados a cumplimiento de objetivos concretos)*
- *Los indicadores de fuerzas motrices son tan evidentes que resultan poco útiles*

Estas limitaciones ponen en evidencia problemas graves que suelen estar asociados a los sistemas de indicadores, los cuales se traducen en generar sistemas poco eficientes en su labor principal de detectar rigurosamente los problemas y de establecer medidas de corrección adecuadas. Esta problemática trasciende la cuestión de seleccionar buenos indicadores e incide en la necesidad de establecer y caracterizar un sistema de referencia sobre el que construir un marco lógico de indicadores. No sólo tiene que haber unos objetivos de realización medibles sino que tienen que formalizarse unas relaciones inequívocas entre los agentes causantes de presiones, el estado ambiental que genera materiales y energía (¿bienestar?) y las respuestas socio-económicas que deben influenciar a las presiones y al estado ambiental. Es necesario también analizar el equilibrio entre una selección numerosa de candidatos (mayor información pero menos síntesis) y una selección muy reducida (más síntesis y más margen de error), evitando además posibles solapamientos o sinergias de significado e interpretación entre los indicadores propuestos.

Los sistemas de indicadores generados para evaluar el desarrollo sostenible parten de una limitación seria como es la ambigüedad generalizada del concepto. Con esta limitación de raíz se pretende definir un modelo de satisfacción plena o casi de las tres dimensiones que soporta: la económica, la social y, en último término, la ambiental. Sin embargo, aunque hay una evidente relación entre el deterioro generalizado del medio ambiente y el

¹² AEMA, 2006. Conjunto básico de indicadores de la AEMA. Ministerio de Medio Ambiente.

¹³ Gómez de Segura, R.B. 2002. Los sistemas de indicadores como reflejo de las diversas concepciones de la sostenibilidad. En: Ramírez Sanz (coord.). Indicadores ambientales. Situación actual y perspectivas. Serie Técnica. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.

crecimiento económico ininterrumpido, es difícil establecer evidencias con base científica que relacionen claramente, por un lado, los procesos de consumo de recursos naturales (servicios de ecosistemas) con el estado de los ecosistemas (integridad ecológica o salud) y, por otro, la capacidad (o voluntad real) de provocar cambios en los procesos productivos y de consumo que reviertan a su vez en una mejora del estado de los recursos naturales. Esta falta de claridad puede utilizarse para seguir ocultando la necesidad imperiosa de definir prioridades en nuestro modelo de desarrollo socio-económico, primando por ejemplo un enfoque de economía ecológica sobre economía ambiental, es decir, un enfoque en el que el sistema humano quede integrado en el sistema biosfera y no intente funcionar independientemente de él.

La proliferación desmedida de sistemas de indicadores, con objetivos, estructuras, escalas y dimensiones distintas, no ayudan a clarificar esta problemática sino al contrario, contribuyen a crear confusión y se alejan de la vocación sintética para la cual se originaron. De hecho, se restan recursos económicos y humanos que son necesario aglutinar para la génesis de un sistema global de seguimiento de las tres dimensiones, que se articule entorno a unos objetivos de realización que relacionen las tres dimensiones y que se alimente de unos procedimientos estandarizados de toma de datos. Un sistema que, aunque sea abierto y esté estructurado en escalas distintas, permita obtener una información sintética e integrada de ámbito nacional que nutra a su vez a la escala de la Unión Europea.

La aplicación efectiva de la Directiva 92/43/CEE supone trabajar con factores y elementos de las tres dimensiones, pero no hay que olvidar que su objetivo último supone primar, en su ámbito competencial, la dimensión ambiental frente a la social o a la económica. Teniendo esto en cuenta así como la problemática asociada a los sistemas de indicadores, se ha considerado necesario formalizar en primer lugar, en la medida de lo posible, un sistema de referencia (que hemos denominado Sistema Red Natura 2000) sobre el que empezar a diseñar un sistema integrado de indicadores.

En coherencia con esta línea argumental, en el capítulo 2 se abordan las bases conceptuales del sistema Red natura 2000, el cual se articula en tres niveles distintos. Cada uno de ellos está definido por la necesidad de poner en marcha tres procesos diferentes que se fundamentan en unos elementos de evaluación mínimos. Sobre esta estructura se ha tratado de acoplar un modelo FPEIR diferente para cada nivel mediante dos procedimientos. El primero, partiendo de una revisión de los sistemas más relevantes y acordes con la problemática ambiental que conlleva la Directiva 92/43/CEE. El segundo, más específico y directo, mediante el análisis y la propuesta formal de un conjunto de seis indicadores relacionados estrechamente con varios de los elementos y procesos que caracterizan cada nivel del Sistema Red Natura 2000. Sin embargo, no se ha abordado en este trabajo un análisis de relaciones entre estos seis indicadores. Hay que avanzar todavía mucho para describir correctamente el Sistema Red Natura 2000, por lo que estamos aún lejos de ser capaces de generar un sistema de indicadores coherente e integrado, que a su vez proporcione información sintética contrastada a un sistema de indicadores de más amplio alcance como es el de desarrollo sostenible.

2. BASES CONCEPTUALES DEL SISTEMA DE INDICADORES PROPUESTO

2.1. Sistema Red Natura 2000: Niveles y Objetivos de Conservación

El Sistema Red Natura 2000 se define y articula como tal en función de los objetivos y las necesidades derivadas de la aplicación de la Directiva Hábitat y de la Directiva Aves. Los objetivos de conservación son básicamente tres:

- Mantenimiento de hábitats y especies de interés comunitario en un estado de conservación favorable en el conjunto de su área de distribución. Mantenimiento hábitats de las especies de aves.
- Mantenimiento de la integridad de cada LIC (ZEC) y de cada ZEPA
- Mantenimiento de la coherencia ecológica y global de la Red Natura 2000

Las necesidades son fundamentalmente¹⁴:

- La designación formal de ZEC (Zonas de Especial Conservación) y ZEPA (Art. 4 Directiva Hábitat; Art. 44 Ley 42/2007)
- El establecimiento de medidas de conservación en ZEC y ZEPA (Art. 6.1 Directiva Hábitat; Art. 45.1 y 45.2 Ley 42/2007)
- La evaluación de Planes y Proyectos (Arts. 6.3 y 6.4 Directiva Hábitat; Art. 45.4, 45.5, 45.6 y 45.7 Ley 42/2007)
- Integración de la conectividad (corredores ecológicos y elementos del paisaje (Art. 10 Directiva Hábitat; Art. 46 Ley 42/2007)
- Establecimiento de un sistema de vigilancia (Art. 11 Directiva Hábitat; Art. 47 Ley 42/2007)
- Mejora del conocimiento de la Red Natura 2000 y sus elementos (Art. 18 Directiva Hábitat; Título V Ley 42/2007)

La aplicación de la Directiva 92/43/CEE implica, por consiguiente, tres elementos básicos: a) los hábitats y las especies de interés comunitario, b) cada uno de los Lugares de Importancia Comunitaria designados y c) la coherencia global o ecológica de la red.

Con respecto al primer elemento, el párrafo 2 del Artículo 2 dice que *“las medidas que se adopten en virtud de la directiva tendrán como finalidad el mantenimiento o el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los hábitats naturales y de las especies silvestres de la fauna y de la flora de interés comunitario”*.

En lo que respecta a un Lugar de Importancia Comunitaria (LIC), éste se define *“como un lugar que, en la región o regiones biogeográficas a las que*

¹⁴ Simón Zarzoso, J.C.; García Moral, R.; Marrero, M. y Pedro Zubieta. 2007. Criterios para el desarrollo de la Red Natura 2000 en Canarias. Gobierno de Canarias. Inédito.

pertenece, contribuya de forma apreciable a mantener o restablecer un tipo de hábitat natural de los que se citan en el Anexo I o una especie de las que se enumeran en el Anexo II en un estado de conservación favorable y que pueda de esta forma contribuir de modo apreciable a la coherencia de Natura 2000 tal como se contempla en el artículo 3, y/o contribuya de forma apreciable al mantenimiento de la diversidad biológica en la región o regiones biogeográficas de que se trate” (Artículo 1, letra k). Así mismo, un atributo diferencial de cada LIC es su integridad, la cual no se define de forma explícita en la Directiva 92/43/CEE. No obstante, se menciona dicho atributo en el Artículo 6.3, en el sentido de que las autoridades competentes sólo se declararán de acuerdo con un plan o proyecto “tras haberse asegurado de que no causará perjuicio a la integridad del lugar en cuestión”.

En cuanto al conjunto de la Red Natura 2000 existen menciones en varios artículos, especialmente el 6.4 y el 10. En el apartado 4 del Artículo 6 se menciona que (...) “*el Estado Miembro tomará cuantas medidas compensatorias sean necesarias para garantizar que la coherencia global de Natura 2000 quede protegida*”. Y el Artículo 10 hace referencia a la mejora de la coherencia de la Red Natura 2000 con base a la gestión de los elementos (de estructura lineal y continua) del paisaje que revistan primordial importancia para la fauna y flora silvestres; se refiere aquí a los elementos que resultan esenciales para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres. Así mismo, el apartado 4 del Artículo 4 pone de manifiesto la prioridad de designar un lugar como ZEC “*en función de la importancia de los lugares al mantenimiento o restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de un tipo de hábitat natural de los del Anexo I o de una especie de las del Anexo II y para la coherencia de Natura 2000, así como de las amenazas de deterioro y destrucción que pese sobre ellos*”. Tal como se menciona en el Artículo 3.1., la red ecológica europea coherente denominada Natura 2000 “*deberá garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural*”.

Estos tres elementos básicos constituyen el armazón estructural del sistema Red Natura 2000. Cada uno de estos elementos está asociado a un objetivo de conservación principal: el mantenimiento del estado de conservación favorable, el mantenimiento de la integridad del lugar y la protección de la red europea coherente Natura 2000. La efectividad en la consecución de estos tres objetivos básicos requiere básicamente poner en marcha tres procesos. Primero, establecer el estado de los hábitats y especies de interés comunitario, evaluar la integridad de los lugares y evaluar la coherencia de la red. Segundo, poner en evidencia explícita los problemas (presiones y amenazas) asociados a cada objetivo de conservación. Tercero, la adopción de un conjunto de medidas técnico-científicas, jurídico-administrativas y socioeconómicas ajustadas a cada objetivo de conservación. Estos tres procesos, adaptados a cada elemento y objetivo de conservación, constituyen los tres niveles que conforman el Sistema Red natura 2000. La unidad territorial de referencia para caracterizar y evaluar dicho sistema es la Región Biogeográfica.

2.1.1. NIVEL 1: HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO

2.1.1.1. Perspectiva General

2.1.1.1.1. Objetivo de conservación

El objetivo de conservación asociado a este nivel es mantener (o restablecer) los Hábitats de Interés Comunitario (HIC) en un estado de conservación favorable. Dicho estado se define en el Artículo 1 de la Directiva 92/43/CEE:

El «estado de conservación» de un hábitat natural se considerará «favorable» cuando:

- su área de distribución natural y las superficies comprendidas dentro de dicha área sean estables o se amplíen, y*
- la estructura y las funciones específicas necesarias para su mantenimiento a largo plazo existan y puedan seguir existiendo en un futuro previsible, y*
- el estado de conservación de sus especies típicas sea favorable con arreglo a la letra i);*

Así mismo, el Artículo 11 señala que “*Los Estados miembros se encargarán de la vigilancia del estado de conservación de las especies y de los hábitats a que se refiere el artículo 2, teniendo especialmente en cuenta los tipos de hábitats naturales prioritarios y las especies prioritarias*”. Por otra parte, el Artículo 17 establece que cada seis años los estados miembros deben remitir a la Comisión Europea un informe sobre las acciones puestas en marcha para aplicar la Directiva 92/43/CEE.

En España se encuentran representados 117 tipos de HIC distribuidos por los 9 grupos de hábitats y 28 subgrupos incluidos en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE (Tabla 1). Esta considerable variedad ambiental y ecosistémica se puede sintetizar en tres grupos principales de hábitats: A) Medio Terrestre natural-semi natural (hábitats forestales y hábitats rocosos); B) Medio Acuático continental (sistemas lóticos y lénticos) y C) Medio costero-marino. En el caso del medio acuático continental es necesario considerar las enormes implicaciones de la aplicación de la Directiva Marco del Agua (DMA) así como del nuevo reglamento de planificación hidrológica (Real Decreto 907/2007). Con respecto al medio costero-marino hay que considerar, además de la DMA (masas de agua de transición y costeras), la Directiva Marco sobre la estrategia marina (Directiva 2008/56/CE).

No hay que olvidar las implicaciones de la Ley 42/2007 sobre Patrimonio Natural y Biodiversidad. Entre ellas debe mencionarse la aparición del “Catálogo de Hábitats en Peligro de Desaparición”, del cual podrían formar parte los HIC. Los efectos de estar incluido en dicho catálogo son: incluir una superficie adecuada en alguna figura de protección o instrumento de gestión, definición de medidas para frenar la recesión y eliminar el riesgo (Artículo 25), estrategias y planes de conservación y restauración (Artículo 26).

1. HÁBITATS COSTEROS Y VEGETACIÓN HALÓFILA
11 Aguas marinas y medios de marea 12 Acantilados marítimos y playas de guijarros 13 Marismas y pastizales salinos atlánticos y continentales 14 Marismas y pastizales salinos mediterráneos y termoatlánticos 15 Estepas continentales halófilas y gipsófilas
2 DUNAS MARITIMAS Y CONTINENTALES
21 Dunas marítimas de las costas atlánticas, del mar del Norte y del Báltico 22 Dunas marítimas de las costas mediterráneas
3 HABITATS DE AGUA DULCE
31 Aguas estancadas 32 Aguas corrientes –tramos de cursos de agua con dinámica natural y seminatural (lechos menores, medios y mayores)- en los que la calidad del agua no presenta alteraciones significativas
4 BREZALES Y MATORRALES DE ZONA TEMPLADA
5 MATORRALES ESCLERÓFILOS
51 Matorrales submediterráneos y de zona templada 52 Matorrales arborescentes mediterráneos 53 Matorrales termomediterráneos y preestépicos 54 Matorrales de tipo frigánico
6. FORMACIONES HERBOSAS NATURALES Y SEMINATURALES
61 Prados naturales 62 Formaciones herbosas secas seminaturales y facies de matorral 63 Bosques esclerófilos de pastoreo (dehesas) 64 Prados húmedos seminaturales de hierbas altas 65 Prados mesófilos
7. TURBERAS ALTAS. TURBERAS BAJAS (FENS Y MIREs) Y AREAS PANTANOSAS
71 Turberas ácidas de esfagnos 72 Áreas pantanosas calcáreas
8. HABITATS ROCOSOS Y CUEVAS
81 Desprendimientos rocosos 82 Pendientes rocosas con vegetación casmofítica 83 Otros hábitats rocosos
9. BOSQUES
91 Bosques de la Europa templada 92 Bosques mediterráneos caducifolios 93 Bosques esclerófilos mediterráneos 94 Bosques de coníferas de montañas templadas 95 Bosques de coníferas de montañas mediterráneas y macaronésicas

Tabla 1. Grupos y Subgrupos de hábitats de interés comunitario.

2.1.1.1.2. Evaluación del Estado de Conservación

El primer proceso que hay que poner en marcha para caracterizar este nivel es evaluar el estado de conservación de los 117 tipos de hábitat, en cada una de las cuatro regiones biogeográficas, atendiendo a los factores que describen el hábitat natural: área de distribución, estructura y función y especies típicas.

Para abordar este proceso de evaluación de una forma sistemática y coherente se puso en marcha en 2005 el Proyecto “*Bases ecológicas para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario presentes en España*” (MARM, 2009). Dicho proyecto asume las directrices indicadas por la Comisión Europea para la elaboración del segundo informe (período 2001-2006) en aplicación del Artículo 17. En el Cuadro 1 se recoge el índice de ficha general que se ha desarrollado para los 117 tipos de hábitat. Para algunos grupos de hábitat, como son los acantilados marinos, las dunas, los humedales, los ríos y las turberas, se ha generado una ficha general de grupo.

Entre los capítulos de la ficha cabe destacar el capítulo 3 (evaluación del estado de conservación), en el cual se aborda el diseño, más o menos completo en función de la información disponible, de un protocolo específico para abordar la evaluación del estado de conservación de cada uno de los 117 tipos de HIC. Además, se ha abordado una caracterización ecológica y unas recomendaciones para la conservación basadas en los principales problemas o amenazas¹⁵. Los principales resultados de este proyecto se incorporan de forma sintética en este capítulo, especialmente en lo que se refiere a la propuesta de variables para evaluar el factor de estructura y función¹⁶.

Para la elaboración del segundo informe, la Comisión Europea ha diseñado un modelo de ficha y ha redactado un documento explicativo de su contenido¹⁷. En lo que concierne a la evaluación del estado de conservación se han establecido unos criterios generales que se recogen en la denominada Matriz General de Evaluación (MGE) (Cuadro 2). Dicha matriz se estructura en cuatro factores (columnas) principales: a) área de distribución y superficie ocupada dentro del área de distribución, b) estructura y función y especies típicas, c) perspectivas futuras y d) evaluación de conjunto del estado de conservación. Para cada uno de estos cuatro factores es necesario obtener un diagnóstico final definido mediante cuatro posibles valores: *favorable*, *desfavorable-inadecuado*, *desfavorable-malo* y *desconocido*. La evaluación global del estado de conservación se determina en función de la combinación de los valores de cada uno de los factores.

¹⁵ Para cada tipo de hábitat se ha rellenado una ficha general que comprende los siguientes capítulos: Presentación general, caracterización ecológica, evaluación del estado de conservación, recomendaciones para la conservación, información complementaria (bienes y servicios y líneas de investigación principales), bibliografía y fotografías.

¹⁶ Para obtener un resultado coherente y lo menos heterogéneo posible, el modelo de ficha está acompañado de un manual descriptivo en el que se recogen directrices y comentarios específicos sobre los diferentes capítulos.

¹⁷ Comisión Europea (2006). Evaluación, vigilancia y presentación de informes de conformidad con el artículo 17 de la Directiva Hábitat: Notas explicativas y directrices.

CUADRO 1.

PROYECTO: Elaboración de las fichas de los tipos de hábitat de interés comunitario presentes en España (Bases ecológicas par la conservación de los tipo de HIC)

ÍNDICE DEL MANUAL DESCRIPTIVO Y MODELO DE FICHA

1. PRESENTACIÓN GENERAL

- 1.1. Código y nombre
- 1.2. Definición
- 1.3. Relaciones con otras clasificaciones de hábitats
- 1.4. Descripción
- 1.5. Problemas de interpretación
- 1.6. Esquema sintaxonómico
- 1.7. Distribución geográfica
- 1.8. Otros datos de interés

2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

- 2.1. Ecorregiones
- 2.2. Factores biofísicos de control
- 2.3. Subtipos
- 2.4. Especies de los anexos II, IV y V
- 2.5. Exigencias ecológicas

3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

- 3.1. Determinación y seguimiento de la superficie ocupada
- 3.2. Identificación y evaluación de las especies típicas
- 3.3. Evaluación de la estructura y funciones
 - 3.3.1. Factores, variables y/o índices
 - 3.3.2. Protocolo para determinar el estado de conservación global de la estructura y funciones
 - 3.3.3. Protocolo para establecer un sistema de vigilancia global del estado de conservación de la estructura y funciones
- 3.4. Evaluación de las perspectivas de futuro
- 3.5. Evaluación del conjunto del estado de conservación

4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- 5.1. Bienes y servicios
- 5.2. Líneas prioritarias de investigación

6. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

7. FOTOGRAFÍAS

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN			
	Favorable (verde)	Desfavorable-inadecuado (ámbar)	Desfavorable- Malo (rojo)	Desconocido (información insuficiente para realizar una evaluación)
Área de distribución	El área de distribución del hábitat es <u>estable</u> (la pérdida y la expansión están equilibradas) o está aumentando Y <u>no es menor</u> que el 'área de distribución de referencia favorable'.	Cualquier situación que no sean las descritas en 'Verde' o 'Rojo'	<u>Gran merma</u> en el área de distribución (equivalente a una pérdida de más del 1% por año durante un periodo especificado por el EM; se pueden utilizar otros umbrales pero se los debe explicar en el Anexo D) O el área de distribución está más del 10% por debajo del 'área de distribución de referencia favorable'	No se dispone de información confiable o es insuficiente
Superficie ocupada por el tipo de hábitat dentro del área de distribución	La superficie ocupada por el hábitat es <u>estable</u> (la pérdida y la expansión están equilibradas) o está aumentando Y <u>no es menor</u> que la 'superficie de referencia favorable' Y <u>sin cambios importantes</u> en el patrón de distribución dentro del área de distribución en su conjunto (si se dispone de datos para evaluarlo)	Cualquier situación que no sean las descritas en 'Verde' o 'Rojo'	<u>Gran merma</u> de la superficie (equivalente a una pérdida de más del 1% por año durante un periodo especificado por el EM; se pueden utilizar otros umbrales pero se los debe explicar en el Anexo D) O con <u>pérdidas importantes</u> (cambios negativos) en el patrón de distribución dentro del área de distribución O la superficie actual <u>está más del 10% por debajo</u> de la 'superficie de referencia favorable'	No se dispone de información confiable o es insuficiente
Estructura y funciones específicas	Estructuras y funciones (incluidas las especies típicas) en <u>buenas condiciones</u> y sin deterioros/presiones <u>importantes</u>	Cualquier situación que no sean las descritas en 'Verde' o 'Rojo'	<u>Más del 25%</u> de la superficie del hábitat es desfavorable en lo referente a sus estructuras y funciones específicas (incluidas las especies típicas)	No se dispone de información confiable o es insuficiente
Perspectivas de futuro (con respecto a área de distribución, superficie abarcada y estructura y funciones específicas)	Las perspectivas del hábitat para su futuro son <u>excelentes/buenas</u> ; sin repercusiones importantes de las amenazas previstas; la viabilidad a largo plazo ¹⁸ está asegurada	Cualquier situación que no sean las descritas en 'Verde' o 'Rojo'	Las perspectivas del hábitat son <u>malas</u> , <u>repercusiones serias</u> de las amenazas previstas; la viabilidad a largo plazo no está asegurada	No se dispone de información confiable o es insuficiente
Evaluación global del estado de conservación	Todos 'Verde' O tres 'Verde' y un 'Desconocido/a'	Cualquier situación que no sean las descritas en 'Verde' o 'Rojo'	Dos o más 'Desconocido/a' combinado con 'Verde' O todo 'Desconocido'	No se dispone de información confiable o es insuficiente

Cuadro 1. Matriz General de Evaluación (Comisión Europea, 2006).

¹⁸ El largo plazo puede interpretarse como tres o cuatro periodos abarcados por los informes; o sea unos 20 años.

Antes de comentar los factores recogidos en la MGE es necesario indicar aquí la idea de **Estado de Conservación Favorable (ECF)** que aporta el documento explicativo de la Comisión:

El concepto de ‘estado de conservación favorable’ (ECF) constituye el objetivo general para todos los tipos de Hábitat y especies de interés comunitario. Dicho simplemente, se puede describir como la situación en que un hábitat o una especie está prosperando (tanto en calidad como en dispersión/población) y con buenas probabilidades de seguir haciéndolo en el futuro. El hecho de que un hábitat o una especie no esté bajo amenaza (v. gr. que no esté sufriendo ningún riesgo de extinción) no significa que esté en un estado de conservación favorable. La meta de la Directiva se define en términos positivos, orientados a alcanzar una situación favorable, que necesita ser definida, alcanzada y mantenida. Se trata por lo tanto de algo más que evitar las extinciones. El Estado de Conservación Favorable se evalúa en todo el territorio nacional (o por región biogeográfica dentro de un país donde están presentes dos o más regiones) y debe considerar el hábitat o especie tanto dentro de la red Natura 2000 como en el resto del territorio.

Por otra parte, la MGE revela que la evaluación del estado de conservación, aunque está diseñada para la escala de región biogeográfica (por estado miembro), puede llevar implícita la escala local. Es decir, una forma de evaluar a escala de región la estructura y la función y las perspectivas futuras es mediante la integración de la evaluación de dichos factores en las diferentes representaciones territoriales (escala de tesela o de paisaje). Esta forma es la que se ha asumido en el proyecto de Bases ecológicas para la gestión de los hábitats. Así, para cada hábitat se ha propuesto un conjunto selecto de variables, indicándose la métrica, el procedimiento de medición y los valores umbrales para las categorías de favorable y desfavorable. A partir de esta información, se ha establecido un protocolo más o menos genérico para abordar una evaluación global a escala local.

Por último, no hay que perder de vista los problemas conceptuales inherentes a la definición de ECF ya que puede presuponer una perspectiva finalista al considerar que hay un único estado favorable que hay que mantener o conseguir. Tal como señala Vicente Rozas¹⁹:

El establecimiento de índices de valoración consiste en asignar un valor a distintas unidades de hábitat de forma que sea posible jerarquizarlas en función de las condiciones de conservación. Se fundamenta en la determinación de cuales son las mejores condiciones desde el punto de vista de la conservación, y en función de estas establecer una escala de cada uno de los índices, de menor a mayor valor en función de su estado. El establecimiento de estos índices no escapa a unas perspectivas finalista (se presupone un estado final “bien” conservado, en contraposición a otros estados intermedios “menos bien” conservados) y determinista (se presupone que solo hay un estado final “bien” conservado, el endpoint al cual deberían parecerse todas las unidades del hábitat). Por lo tanto es necesario definir en qué consiste este estado final “bien” conservado, el cual constituiría el modelo ideal o paradigma de estado maduro del hábitat (Hyman & Leibowitz 2001).

¹⁹ Autor de la ficha del hábitat 9160 en el Proyecto de Bases ecológicas para la Gestión de los tipos de hábitats.

Si el establecimiento de un modelo ideal no escapa a la subjetividad (¿existe en la naturaleza un estado “bien” conservado?, ¿el modelo de hábitat “bien” conservado debe tomarse del mundo real o debe ser diseñado por un evaluador?, ¿el modelo de hábitat “bien” conservado elegido por un evaluador es el mismo que el elegido por otro evaluador cualquiera?), menos aún en el caso de hábitats dependientes de la actividad humana o intensamente influenciados por la misma, como es el caso de los bosques pirenaico-cantábricos de roble y fresno. Probablemente no existen o son muy escasos en la naturaleza ejemplos ideales maduros de este tipo de bosque mixto.

La definición de un estado de conservación favorable (favourable conservation status o FCS) y el establecimiento y calibración de identificadores para valorar el estado de conservación y monitorizar el mismo a largo plazo, constituye por sí mismo un proyecto de investigación de envergadura. Sirva de ejemplo el proyecto Favourable Conservation Status of Boreal Forest – Experience Exchange among Baltic and Nordic Experts en que trabajaron expertos en bosques boreales de seis países (Estonia, Latvia, Lituania, Finlandia, Suecia y Noruega) durante los años 2005 y 2006, con los únicos objetivos de establecer criterios comunes para definir los estados de conservación favorables en hábitats boreales y desarrollar indicadores para valorar el estado de conservación de los mismos (Kuris & Ruskule 2006).

El primer paso para la valoración del estado de conservación del hábitat sería la realización de una cartografía detallada del área de distribución para disponer de información, no solo referente a la distribución geográfica de los distintos parches del hábitat, sino de los tipos estructurales básicos derivados del manejo humano y del estado de la sucesión ecológica en que se encuentra cada unidad. Se propone una clasificación de los tipos estructurales que pueden presentar los bosques pirenaico-cantábricos con roble y fresno atendiendo a dos aspectos fundamentales: (i) su tipo estructural según el origen, fundamentalmente dependiente de la historia de manejo, y (ii) su estado sucesional.

→ Área de Distribución y Superficie ocupada

Según el documento explicativo de la comisión, se entiende por “área de distribución” el área de distribución actual, la cual abarca el límite máximo de toda el área donde se encuentra el hábitat en la actualidad. Puede considerarse como una envoltura donde se encuentran las áreas verdaderamente ocupadas, ya que en muchos casos no toda el área de distribución está ocupada por el hábitat. Para los fines de los informes relativos al artículo 17, el cálculo del área de distribución se hace para detectar posibles cambios entre distintos períodos de preparación de informes. Por lo tanto, el área de distribución no puede considerarse como una ‘envoltura’ demasiado amplia de la distribución actual de la especie.

Tal como se observa en la MGE, el diagnóstico es *desfavorable-malo* cuando hay una gran merma del área de distribución (más de 1% por año) o cuando el área de distribución está más del 10% por debajo del Área de Distribución Favorable de Referencia (ADFR). La definición de este concepto es la siguiente (Comisión Europea, 2006):

Área de Distribución Favorable de Referencia (ADFR): *Área de distribución dentro de la que se incluyen todas las variaciones ecológicas importantes del hábitat para una determinada región biogeográfica y que es lo suficientemente grande como para permitir la supervivencia del hábitat a largo plazo; el valor de referencia favorable debe ser, por lo menos, el área de distribución que existía (en cuanto a superficie y configuración) en el momento en que entró en vigor la Directiva²⁰; si el área de distribución era insuficiente para permitir un estado favorable, la referencia para el área de distribución favorable debe tener en cuenta ese hecho y debe ser más extensa (en cuyo caso puede ser útil la información sobre la distribución histórica en el momento de definir el área de distribución de referencia favorable); en ausencia de otros datos, se puede utilizar 'la mejor opinión de los expertos' para definirla.*

El diagnóstico para la *superficie ocupada* es análogo al definido para el área de distribución, incorporándose en este caso el concepto de Superficie Favorable de Referencia (SFR). La definición de este concepto es la siguiente (Comisión Europea, 2006):

Superficie Favorable de Referencia (SFR): *Superficie total considerada como la mínima necesaria, dentro de una determinada región geográfica, para asegurar la viabilidad a largo plazo de un tipo de hábitat; ella debe incluir las áreas necesarias para la restauración o desarrollo de aquellos tipos de Hábitat para los que la cobertura actual no es suficiente con miras a su viabilidad a largo plazo. El valor de referencia favorable debe ser por lo menos la superficie que abarcaba el tipo de hábitat cuando la Directiva entró en vigor²¹. Puede ser útil la información sobre la distribución histórica en el momento de definir la superficie de referencia favorable; en ausencia de otros datos, se puede utilizar 'la mejor opinión de los expertos' para definirla*

Por consiguiente, con respecto al *factor de distribución* es necesario determinar cuatro variables: área de distribución y ADFR, superficie ocupada dentro del área de distribución y SFR. Para llevar a cabo la evaluación de este factor es preciso obtener, en primer lugar, una cartografía adecuada a las particularidades ecológicas de cada tipo o grupo de hábitats. Aunque en el área de distribución y en la superficie ocupada no hay mención explícita a problemas de fragmentación del paisaje, es evidente que la conectividad es otro elemento a considerar de forma importante en los tipos de hábitats terrestres, especialmente en aquellos de distribución zonal. Esta componente espacial (la fragmentación) complementa las necesidades de área de distribución de referencia, ya que aborda los problemas de aislamiento en paisajes constituidos por mosaicos. La conectividad, por tanto, es un factor importante en la evaluación del estado de conservación de determinados tipos de hábitats.

²⁰ Esto significa diferentes años según los países: 1994 para la UE12; 1995 para AT, FI y SE; y 2004 para los 10 nuevos Estados Miembros.

²¹ Esto significa diferentes años según los países: 1994 para la UE12; 1995 para AT, FI y SE; y 2004 para los 10 nuevos Estados Miembros.

→ **Especies típicas**

En el párrafo e) del Artículo 1 de la Directiva 92/43/CEE se señala que las especies típicas son uno de los elementos que hay que tener en cuenta para definir el estado de conservación de un hábitat, pero no se define qué debe entenderse por *especie típica* ni se establece a que grupos taxonómicos deben pertenecer.

Sin embargo, hay que tener muy presente que el estado de conservación de un hábitat se considerará favorable (Artículo 1) cuando el estado de conservación de sus especies típicas sea favorable, y éste depende de la dinámica de las poblaciones de la especie, de su área de distribución natural y de la extensión de hábitat. Es decir, aunque sea por cuestiones pragmáticas, parece razonable identificar un grupo selecto (reducido) de taxones como especies típicas, para las cuales será necesario determinar a su vez, en la medida de lo posible, su estado de conservación.

El documento explicativo de la Comisión para la elaboración del segundo informe incluye hasta seis posibles definiciones de “especie típica”:

1. Una especie en la que se funda la identificación del hábitat.
2. Una especie que es inseparable de ese hábitat.
3. Que está presente de manera regular pero no está restringida a ese hábitat.
4. Que sea característica del hábitat.
5. Que sea parte integral de la estructura del hábitat.
6. Que sea una ‘especie clave’ que tiene una influencia significativa sobre la estructura y función del hábitat.

Dicho documento matiza que:

Asumiendo que ya se están vigilando la superficie, estructura y función del hábitat, es improbable que las opciones 1 y 5 vayan a aportar más información útil. De manera similar, los efectos de las especies clave se harán evidentes mediante la vigilancia directa de la estructura del hábitat. Es posible que la vigilancia de las especies típicas que se seleccionen en base a las opciones 2-4 genere más información relevante, siendo la opción 2 la que representa las especies ideales cuyos requerimientos ecológicos están satisfechos solo por el hábitat en cuestión. Por lo tanto, se propone la siguiente definición de ‘especies típicas’:

Especies que son inseparables del hábitat en que están presentes, distintas de aquellas que sirven para definir el hábitat.

Cualquiera que sea la opción que se elija, para cada hábitat, cada Estado Miembro debe identificar un conjunto de especies ‘candidatas’ a ser especies típicas y seleccionar un subconjunto apropiado para cada sitio. Obviamente, el subconjunto estará restringido a las especies candidatas cuya área de distribución incluye el sitio en cuestión, pero no necesariamente se deben

excluir las especies que previamente se hayan perdido en el sitio como resultado de una gestión deficiente.

→ **Estructura y función**

Este factor es el de mayor complejidad ya que requiere tener buen conocimiento de aquellos elementos que permiten comprender los procesos que determinan la estructura y la función de los diferentes tipos de hábitats. No obstante, el documento explicativo no aporta directrices o consideraciones al respecto. En la MGE se indica que el diagnóstico es *desfavorable-malo* cuando más del 25% de la superficie del hábitat es desfavorable en lo referente a sus estructuras y funciones específicas (incluidas las especies típicas).

A nuestro entender, este porcentaje general no tiene en cuenta las considerables diferencias biogeográficas y ecológicas inherentes a cada uno de los tipos de HIC. Con respecto al primer aspecto (biogeografía), el área de distribución y los patrones que definen la misma pueden ser muy distintos entre unos tipos y otros, existiendo sistemas ecológicos de muy reducida extensión y que pueden estar sometidos a considerable presión antrópica. Es muy posible que un porcentaje del 25% sea demasiado alto para algunos de estos tipos de hábitats. En relación a las diferencias ecológicas, hay determinados tipos de hábitats que incluyen subtipos o grupos funcionales muy dispares. En estos casos hay que tener en consideración que algunos de dichos subtipos pueden estar en condiciones estructurales-funcionales muy desfavorables en un porcentaje muy alto de su área, aunque ésta no signifique mucho en relación a la superficie total del hábitat. Por consiguiente, no sólo debería tenerse en cuenta un porcentaje general sino que habría que analizar la situación diferencial de los posibles subtipos.

→ **Perspectivas de futuro**

Al igual que con el factor de estructura y función, el referido documento explicativo de la Comisión no contiene directrices sobre cómo enfocar la evaluación de las perspectivas de futuro. En la MGE se indica que dichas perspectivas se refieren tanto al área de distribución como a la superficie ocupada y a la estructura y función, y que implican valorar las repercusiones (importantes o no) de las amenazas previstas.

→ **Evaluación Global del estado de conservación**

La evaluación global, tal como se indica en la MGE, no requiere un procedimiento más o menos sofisticado sino que se determina en función de la combinación de los valores de los restantes factores. Además, dicha combinación se establece sin definir una ponderación por lo que la evaluación global asume una importancia igual de los factores de área de distribución, superficie ocupada, estructura y función y perspectivas futuras. Aunque es evidente la necesidad de adoptar un marco de evaluación global sencillo e

inequívoco de ámbito comunitario, deberían analizarse con más detalle diferentes problemáticas de conservación para distintos tipos de hábitats.

→ **Evaluación del estado de conservación en los sitios Red Natura 2000**

Para complementar el análisis de la evaluación del estado de conservación de cada hábitat en cada región biogeográfica es necesario, también, evaluar dicho estado en cada uno de los Lugares de Importancia Comunitaria. De esta forma, para cada hábitat en cada región, deberá obtenerse una evaluación para el conjunto de los sitios designados. La evaluación en el conjunto Red Natura 2000 puede ser especialmente relevante para aquellos hábitats con un grado de representación no muy alto en dicha red y/o que están sometidos a una situación desfavorable-mala en el conjunto de la región.

2.1.1.1.3. Presiones y amenazas

El segundo proceso que hay que afrontar para caracterizar este nivel es identificar los problemas y amenazas a que se encuentran sometidos cada tipo o grupo de hábitat en su distribución natural, indicando cuales son los descriptores sociales y económicos causantes de la problemática. Aunque en último término haya que pensar en factores causales de primer orden como el aumento de población, el crecimiento económico y el modelo de desarrollo²², es necesario concretar la problemática socio-económica en función de las particularidades de los distintos grupos o tipos de hábitats. El análisis de presiones y amenazas es fundamental para evaluar, con conocimiento de causa, el factor de “perspectivas futuras” en el proceso de evaluación del estado de conservación (ver apartado anterior). Así mismo, sólo una correcta identificación de las presiones y de su intensidad podrá justificar razonablemente una propuesta sólida de medias de conservación (ver apartado siguiente).

En el caso de determinados tipos de bosque, por ejemplo, será preciso enfocar la atención en el tipo adecuado o no de aprovechamiento forestal. Con respecto a las zonas húmedas, la contaminación y el excesivo consumo de agua por la agricultura son factores relevantes a considerar a la hora de evaluar el estado de conservación. En el medio costero-marino, la urbanización del litoral es un factor de primera magnitud sobre la conservación de los HIC.

2.1.1.1.4. Medidas de conservación

El tercer proceso que caracteriza el Nivel 1 es el establecimiento y aplicación de medidas de conservación para mantener o restaurar los HIC en un estado favorable, lo que implica controlar o regular (planificar y gestionar) las actividades humanas incompatibles o fomentar las necesarias. Las medidas de conservación a este nivel implican una perspectiva que alcanza toda el área de

²² AEMA. 2007. Uso y gestión sostenible de los recursos naturales. Ministerio de Medio Ambiente.

distribución natural, tanto dentro como fuera de los LIC. A este respecto, el Artículo 45.3 de la Ley 42/2007 establece que “*Los órganos competentes deberán adoptar las medidas necesarias para evitar el deterioro o la contaminación de los hábitats fuera de la Red Natura 2000*”. Estas medidas deberán complementarse, lógicamente, con los instrumentos de gestión generados y aplicados en LIC (ver apartado 2.1.2.3).

En lo que concierne a los sistemas forestales, por ejemplo, será preciso integrar las exigencias ecológicas de los diferentes tipos de hábitats en los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales (PORF). Con respecto a los sistemas acuáticos, es fundamental hacer corresponder el concepto de estado de conservación con el concepto análogo de estado ecológico utilizado en la Directiva Marco del Agua, definiendo unas demandas de uso (agricultura fundamentalmente) adecuadas a las capacidades de carga de los ecosistemas. Será necesario también integrar las necesidades de la Directiva 92/43/CEE con la planificación y gestión del Inventario Nacional de Zonas Húmedas y con La Directiva sobre Aguas subterráneas²³. En el medio costero y marino será necesario integrar, por ejemplo, las exigencias ecológicas de los tipos de hábitats en la Gestión Integrada de Zonas Costeras

Esta información debe complementarse con la indicación de los usos y aprovechamientos que *son necesarios* para mantener el estado de conservación favorable de determinados tipos de hábitat, como son algunos prados y pastizales o las dehesas de encinas y alcornoques. Así mismo, será necesario también identificar y caracterizar los tratamientos o prácticas de gestión destinadas a mantener determinadas etapas sucesionales, representadas por determinados tipos de brezales o matorrales esclerófilos. En el caso de ecosistemas sometidos a dinámica más o menos intensa, será necesario también identificar los procesos y tasas de cambio que conducen hacia otro tipo sistemas.

²³ Directiva [2006/118/CE](#) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

2.1.1.2. MEDIO TERRESTRE

En el medio terrestre se incluyen los siguientes HIC: matorrales halonitrófilos y estepas halófilas y gipsófilas (1430, 1510, 1520), brezales y matorrales de zona templada (grupo 4), matorrales esclerófilos (grupo 5), formaciones herbosas naturales y seminaturales (grupo 6), hábitats rocosos y cuevas (excepto cuevas marinas) y bosques –excluyendo los bosques de galería- (grupo 9). Para abordar una descripción sintética de los numerosos tipos de hábitats se ha considerado oportuno establecer dos grandes grupos: los hábitats forestales (brezales, matorrales, pastizales y bosques) y los hábitats rocosos (pendientes, desprendimientos, cuevas, campos de lava y glaciares).

La información incluida en este apartado procede de los resultados (fichas de hábitat) del proyecto *Bases ecológicas para la conservación de los tipos de HIC presentes en España*.

2.1.1.2.1. Hábitats Forestales

Comprende 15 subgrupos de tipos de hábitats, uno para las estepas halófilas y gipsófilas, cuatro para los matorrales esclerófilos (ningún subgrupo para los brezales), cinco para los prados y pastizales y cinco para el grupo de los bosques.

2.1.1.2.1.1. Evaluación del Estado de Conservación

La evaluación del estado de conservación requiere dos atributos o factores básicos: el área de distribución y la calidad de las teselas o fragmentos. Para evaluar el área se requiere generar una cartografía adecuada a las particularidades ecológicas y biogeográficas de cada tipo o grupo de hábitats. Para evaluar la calidad se requiere considerar variables estructurales, variables de función y seleccionar un conjunto de especies típicas.

En lo que concierne al área, una vez generada la cartografía correspondiente, deben proponerse variables o índices utilizados frecuentemente en análisis de ecología del paisaje: número y tamaño de los fragmentos²⁴ así como grado de aislamiento de los diferentes fragmentos o parches. Los análisis de fragmentación y conectividad son básicos para ecosistemas zonales que han perdido paulatinamente su continuidad en el territorio, sobre todo si existen especies con altos requerimientos de hábitat y poca capacidad de dispersión (Figura 1).

Con respecto a la calidad de las teselas o fragmentos pueden considerarse dos aproximaciones probablemente complementarias. La primera supone abordar el problema mediante la utilización de procedimientos de teledetección, como por ejemplo la radiación fotosintéticamente activa absorbida por la vegetación

²⁴ Vease por ejemplo “From land cover to landscape Diversity in the European Union.” (2000). <http://ec.europa.eu/agriculture/publi/landscape/index.htm>

(EVI o NDVI)²⁵. La segunda, implica procedimientos de medición in situ mediante diversas variables estructurales o de función.

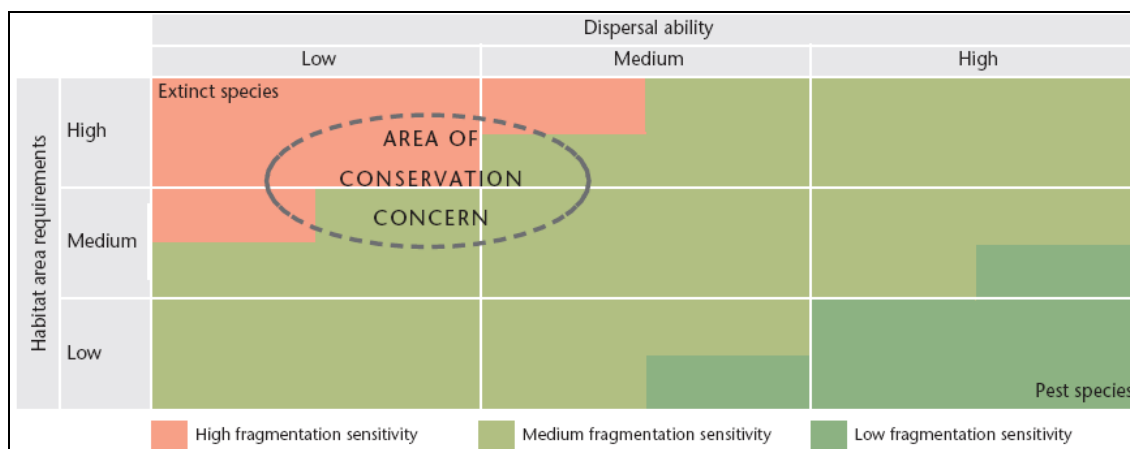


Figura 1. Matriz que indica la sensibilidad de las especies a la fragmentación en función de los requerimientos de hábitat y la capacidad de dispersión. Fuente: K. WATTS, J. W. HUMPHREY, M. GRIFFITHS, C. QUINE & D. RAY. 2005. Evaluating Biodiversity in Fragmented Landscapes: Principles. Information note. Forestry Commission.

La elección de variables estructurales y funcionales para determinar el estado de conservación de un ecosistema es un aspecto especialmente difícil, no sólo por la jerarquía de procesos que intervienen (factores biofísicos) sino también por su naturaleza dinámica y, por tanto, más o menos cambiante. Quizá la identificación de elementos y procesos clave mediante el desarrollo de modelos explícitos es un criterio acertado frente a la desmedida propuesta de variables ecológicas (bióticas y abióticas). Tal como señala DÍAZ ESTEBAN²⁶, los procesos causantes de cambios pueden ser procesos naturales, tanto generales como específicos de cada sistema y procesos derivados de las actividades humanas. Entre los procesos naturales generales están los que tienen que ver con los niveles de organización supraorganísmicos (comunidad, ecosistema o paisaje) y los niveles organísmicos (poblaciones e individuos). Los procesos específicos tienen que ver con las características físico-químicas y geomorfológicas que determinan el modo de entrada de energía y nutrientes en los seres vivos.

En lo que se refiere al conjunto de brezales, matorrales y bosques, el Proyecto de Bases ecológicas incluye una centena de variables de tipo estructural y de función. En la Tabla 1 se recogen las que se han propuesto para el grupo de

²⁵ Véase por ejemplo: Oyarzabal, M., Oyonarte, C., Giorno, A. (2008). Propuesta de un sistema de seguimiento y alerta para la gestión de espacios protegidos: el caso del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar (Almería, España). *Ecosistemas* 17(3):98-107.

²⁶ DÍAZ ESTEBAN, M. 2002. Elementos y procesos clave para el funcionamiento de los sistemas naturales: las medidas con significado funcional como alternativa a los indicadores clásicos. En: Ramírez Sanz (coord.). *Indicadores ambientales. Situación actual y perspectivas*, 231-264. Serie Técnica. Organismo Autónomo Parques Nacionales. MIMAM.

los bosques. Puede verse que algunas de ellas están propuestas para varios tipos de hábitats: capacidad de dispersión, establecimiento y regeneración (17 tipos), perturbaciones provocadas por herbivoría o especies exóticas (15 tipos) o cantidad de materia muerta (10 tipos). Otras variables son el área basimétrica, la densidad de especies típicas, la cobertura de estratos de vegetación, la riqueza de especies, el índice de daños o el diámetro del tronco principal.

Como puede observarse también, muchas de las variables sólo se han propuesto para un determinado tipo de hábitat. Algunas, por ejemplo, debido a las particularidades del hábitat: protección a las salpicaduras de las gotas de lluvia, grado de hibridación con la palmera datilera o la producción de piñas.

En relación a los matorrales esclerófilos, algunas de las variables más propuestas han sido la capacidad de dispersión-establecimiento, la riqueza específica de árboles, arbustos o lianas o la riqueza de especies. Pero las que más se han propuesto han sido también las perturbaciones por herbivoría y la cobertura de los estratos de vegetación.

Con respecto al grupo de los pastizales y prados, las variables más repetidas han sido el porcentaje de suelo desnudo, la cobertura de vegetación desaparecida y la composición florística (Tabla 2).

VARIABLES / ÍNDICES	6110	6140	6160	6170	6210	6420	6510	6520	Tot
Porcentaje suelo desnudo	x		x		x	x	x	x	6
Estructura hábitat (cobertura vegetal, abundancia especies...)				x					1
% suelo afectado por degradación (erosión..)	x		x	x					3
Efectos del pastoreo				x					1
Presencia basuras, evidencias contaminación			x						1
Perturbación vegetación por pastoreo/influencia antrópica		x							1
Perturbación vegetación hozaduras de jabalí		x							1
Composición florística	x		x	x	x		x	x	6
% cobertura no herbáceas y herbáceas indeseables ganado					x				1
Índice de Shannon-Weaver					x		x	x	3
% cobertura especies leñosas							x	x	2
Frecuencia y cobertura especies típicas		x							1
Presencia especies no características o indicadores desfavorable		x							1
Cobertura de juncos o grandes hierbas						x			1
Humedal suelo a profundidad fija (comunidades)						x			1
Abundancia nitrófilas, indicadoras de cambio						x			1
PAISAJE									
Cobertura vegetación desaparecida	x		x		x	x	x	x	6
% cobertura no herbáceas y herbáceas indeseables ganado					x				1
Perturbación vegetación por pastoreo/influencia antrópica		x							1
% cobertura especies leñosas							x	x	2
Cartografía de los subtipos de hábitat				x					1
Total	4	5	5	5	6	5	6	6	

Tabla 2. Variables estructurales y funcionales propuestas para la evaluación del estado de conservación de cada tipo de hábitat (grupo prados y pastizales). Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Proyecto "Bases ecológicas para la conservación de los tipos de hábitats de interés comunitario presentes en España (MARN, 2009).

2.1.1.2.1.2. Determinación de Presiones y Amenazas

A) Bosques

En síntesis, los principales impactos de la actividad humana en los bosques europeos son la pérdida y fragmentación de la superficie forestal, la corta de árboles antes de alcanzar la madurez fisiológica (disminución de madera muerta y especies asociadas), la modificación de las masas por silvicultura y el establecimiento de estructuras forestales no naturales así como la realización de plantaciones forestales (especies nativas o autóctonas). El resultado: “*en los bosques europeos dominan las masas de edades uniformes, relativamente jóvenes, con pocas especies de árboles; las superficies forestales más extensas se sitúan en las categorías de edad de 20-40 y 40-60 años*”²⁷.

El subgrupo de los bosques de la Europa templada está representado en España por hayedos (tres tipos), bosques de laderas y barrancos y fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia*²⁸.

Con respecto a los hayedos, uno de los problemas más importantes es la intensificación del uso forestal, que conduce a bosques con estructura muy homogénea (distribución de tamaños y edades), sin árboles extramuros, sin madera y sin recursos para especies estrictamente forestales. Su uso tradicional como combustible ha deteriorado mucho las masas (numerosos montes bajos con ejemplares añosos y trasmochos): el haya es la cuarta especie frondosa en valor económico, por detrás de las plantaciones de eucaliptos, chopos y castaños²⁹. En cuanto a los bosques de laderas y barrancos (*Carpinion betuli*) el conocimiento es escaso. En principio, por cuestiones de poca accesibilidad puede considerarse que es un hábitat muy estable. Para el caso de las fresnedas termófilas (riparias y de vega), el pastoreo, tala selectiva y desmoche genera formaciones abiertas de escasa altura. Casi todas las vegas de los ríos transformadas en huertos, monocultivos y prados.

El subgrupo de los bosques mediterráneos caducifolios incluye los melojares, los quejigares (*Quercus faginea* y *Q. canariensis*), los castaños y los bosques de galería (éstos últimos se tratan conjuntamente con los ríos).

Las principales presiones sobre los melojares son la destrucción por incendios o cambios de uso del suelo, fragmentación e invasión de especies provenientes de repoblaciones próximas con especies de crecimiento rápido. Tres usos han marcado la modificación de las áreas: agricultura y ganadería, sustitución por pinares y eucaliptares y sustitución por castaños. Los principales aprovechamientos de los quejigares son ahora el ecoturismo, la caza, la ganadería y la extracción de corcho (cuando el alcornoque está presente).

²⁷ AEMA. 2008. Tipología de bosques europeos. Categorías y tipos para informes y políticas de gestión forestal sostenible. MARM.

²⁸ No se incluyen aquí los robledales del *Carpinion betuli* (no están realmente presentes en España) ni los bosques aluviales, que se tratan conjuntamente con el grupo de los ríos.

²⁹ Álvaro Sánchez de Medina y Garrido. 2005. Diagnóstico de los hayedos burgaleses e identificación de tipologías estructurales para la asignación de tratamientos silvícolas. Tesis Doctoral. UPM.

Según el primer Inventario Nacional, el 63% de las masas de rebollo son montes bajos y un 10% son montes huecos (cifras muy parecidas para los quejigares); el 27% de la superficie calificada como monte medio y alto son mayoritariamente montes medios densos y montes bajos envejecidos (intensas cortas y resolveos). Los principales montes altos no adhesionados de melojares y rebollares se reducen a la aparición de pies y rodales subordinados en el interior de otras masas (pinares, hayedos, bosques de ribera, etc.), como resultado de un largo período de aprovechamiento de leñas y la capacidad de propagación vegetativa.

Los castañares representan un tipo de formación que requiere de la intervención activa del hombre. Su regresión es probable que continúe debido a varios aspectos como son las enfermedades (tinta y changro), la falta de rentabilidad de sus productos o el despoblamiento rural.

El subgrupo de los bosques esclerófilos mediterráneos comprende los bosques de acebuche y algarrobo, los alcornoques y encinares, las acebedas, los palmerales canarios y la laurisilva.

La fragmentación (matriz agrícola y ganadera), la agricultura, la presión ganadera y la presión urbanística (ésta en Baleares y Canarias) son los principales problemas de las formaciones de acebuche y de algarrobo. Un problema adicional es la caza de aquellas aves que son importantes en su papel de dispersión de semillas.

Los principales problemas de los alcornoques son la posibilidad de falta de regeneración (sobre todo si se adhesionan), el descorche inapropiado (estación, frecuencia, método e incendios después del descorche) y transformación por otros usos del suelo.

En cuanto a los encinares, la fragmentación natural y la implantación de infraestructuras pueden considerarse amenazas en las regiones Alpina y Atlántica. En la Mediterránea, las presiones pueden ser las cargas excesivas de ungulados, domésticos o salvajes, en algunas zonas así como los incendios reiterados. Los crecimientos urbanísticos, la implantación de infraestructuras o las instalaciones y actividades terciarias en suelos no urbanizables pueden considerarse amenazas (cambio climático también en zonas cálidas y secas). En resumen, las perturbaciones principales son los aprovechamientos forestales y los incendios (seguramente más abundantes que los regímenes naturales), aunque la fragmentación puede ser un verdadero problema en determinadas circunstancias. En cuanto a la estructura del bosque, análisis dasométricos y dendrométricos (tercer INF) revelan bosques formados mayormente por árboles de pequeño porte, y de escaso desarrollo como masa arbórea, fuertemente dominados por la encina, y donde las otras especies arbóreas, cuando están presentes, a menudo tienen un mayor desarrollo que la encina.

Con respecto a la laurisilva, la significativa reducción de su extensión original se ha debido a la tala y a la sustitución del bosque por parcelas de cultivo (policultivo de medianías). No obstante, el cambio de desarrollo económico,

muy enfocado al turismo de masas, ha supuesto un abandono de 50.000 ha de cultivos en los últimos 50 años, permitiendo una recuperación de los brezales y de la laurisilva. Hay que considerar sin embargo la presión de plantas y animales exóticos.

Las principales amenazas para los palmerales canarios son la destrucción del hábitat (urbanizaciones e infraestructuras en zonas potenciales, afección sobre niveles freáticos), dilución genética por hibridación con palmeras datileras y plagas (picudo rojo y diocalandra).

Para las acebedas hay varias presiones como son el cese de actividades tradicionales (acebedas adehesadas y monoespecíficas) y los incendios, en relación ambas con el abandono del campo. Presiones son la alta herbivoría, el calentamiento global, cambios de usos del suelo e incluso localmente la erosión.

En lo que se refiere a los bosques de *Pinus uncinata*, las posibles presiones que más pueden afectar a este hábitat son la proliferación de estaciones de esquí y centros invernales, la presión turística derivada de una excesiva urbanización en pueblos de la alta montaña pirenaica o ibérica y de un uso inadecuado del paisaje forestal (uso abusivo de vehículos motorizados) además del cambio climático. Hay que considerar también los problemas derivados de la gestión forestal y la excesiva presión de los herbívoros (ungulados silvestres y domésticos, sobre todo en poblaciones relictas con problemas de reclutamiento).

El subgrupo de bosques de coníferas de las montañas mediterráneas y macaronésicas comprende los pinsapares, los pinares de *Pinus nigra*, los pinares de *P. pinaster*, *P. halepensis* y *P. pinnaea*, los pinares de pino canario, los sabinares de *Juniperus thurifera*, las formaciones de *Tetraclinis articulata* y las tejedas.

Con respecto a los pinsapares, las presiones humanas que han incidido en su estatus son la ganadería (cargas ganaderas muy elevadas) y las actividades madereras (leña, carbón, muebles), a pesar de la mala calidad de la madera.

Entre las principales presiones y amenazas que se ciernen sobre los pinares de *Pinus nigra* hay que citar la fragmentación (sobre todo de diferentes poblaciones relictas), los incendios forestales, los aprovechamientos silvícolas, principalmente encaminados a la producción de madera (pérdida de la estructura y funciones propias de bosques primarios), la herbivoría (ganado doméstico y grandes ungulados) o el cambio climático (posible desaparición de poblaciones relictas). En cuanto a los pinares de pinos mesogeanos, las principales perturbaciones son los incendios y las cortas.

Las masas de pino canario proceden de repoblaciones en un porcentaje significativo. Además, las masas naturales han sido altamente modificadas por la actividad humana, como la tala, la extracción de la pinocha (acículas caídas sobre el suelo), la alteración de las frecuencias naturales de incendios, o su fragmentación por la aparición de carreteras y pistas.

En relación a los sabinares de *Juniperus thurifera* podría considerarse que no hay actualmente presiones de consideración, aunque sí puede haber consecuencias negativas ante la amenaza del cambio climático. Con respecto a los sabinares canarios la situación es distinta. La destrucción desde el siglo XV por la agricultura y la obtención de madera ha dejado unas masas de reducido tamaño y más o menos aisladas (excepto en el Hierro y La Gomera). Para las masas de *Tetraclinis articulata* existen dos perturbaciones principales, el fuego y el pastoreo. En el caso de las tejedas, las principales presiones son la competencia con otras especies favorecidas por el hombre, el ramoneo de herbívoros y los trabajos silvícolas. En cuanto a amenazas, cabe destacar la falta de regeneración natural.

B) Brezales y matorrales esclerófilos

En el grupo de los brezales no se han constituido subgrupos. En España están representados seis tipos, uno de brezales húmedos, dos de brezales secos, dos de montaña y los brezales canarios (Fayal-brezal).

Las principales presiones derivan, para los brezales húmedos y secos (4020, 4030, 4040) de la agricultura, la ganadería (pisoteo y aporte excesivo de excrementos) y el cambio climático. Las amenazas son la eutrofización (fertilizantes en áreas agrícolas cercanas y fuentes de emisión de óxidos de nitrógeno o azufre), la desecación de los suelos, la aforestación (invasión de plántulas de especies arbóreas) y la fragmentación. En el caso de los brezales costeros hay que considerar la presión de la urbanización de la franja litoral y las instalaciones de plantas de acuicultura.

Las presiones que afectan al fayal-brezal son las especies exóticas de flora y fauna (especialmente ratas e invertebrados introducidos), grado de explotación por cortas y entresacas, deterioro del hábitat por erosión y pisoteo y problemas de fragmentación.

En lo referente a los brezales alpinos y boreales, las presiones especialmente importantes son las derivadas del cambio climático y las debidas a cambios de uso del suelo. Como factores más locales hay que mencionar infraestructuras de comunicación, intentos de repoblación (*Pinus sylvestris* y *P. uncinata*), la creación y adecuación de pistas de esquí, la instalación de parques eólicos, el pastoreo excesivo en algunos sectores y el fuego para aumentar la superficie de pastos.

Con respecto a los brezales oromediterráneos, y en general seguramente para la mayor parte de comunidades seriales, hay que considerar los factores de modificación en el marco de una dinámica de procesos, bien hacia el establecimiento de arbolado o bien hacia la incorporación de especies herbáceas. En este contexto, pueden considerarse efectos locales de destrucción directa como el sobrepastoreo de ganado menor (pisoteo y aporte excesivo de excrementos), el fuego (incremento de superficie para pastos) o la existencia de procesos erosivos en determinados enclaves. Entre las posibles

presiones o amenazas de ámbito más global cabe mencionar posibles cambios en los usos del suelo y los efectos del cambio climático.

En el subgrupo de los matorrales submediterráneos y de zona templada se hayan representados las formaciones estables de *Buxus sempervirens*, los piornales de *Cytisus purgans* y los enebrales de *Junipersu communis* en brezales y pastizales calcáreos.

Para las formaciones de boj hay tres perturbaciones principales: la herbivoría (ganado doméstico caprino), las invasiones de especies exóticas vegetales y la actividad antrópica relevante (talas, entresacas, construcción de pistas forestales o complejos deportivos o residenciales cercanos).

Perturbaciones frecuentes, más o menos controladas, en los piornales de *Cytisus purgans* son el pastoreo y el fuego (simplificación de la estructura del hábitat y eliminación de especies sensibles). Otras alteraciones severas pueden ser las instalaciones de deportes de invierno, las vías de comunicación o las repoblaciones forestales.

El mayor riesgo para los enebrales de *J. communis* es el cambio climático (reducción de reclutamiento y fertilidad, mayor vulnerabilidad frente a plagas o mayor competencia interespecífica). Otras amenazas son el ganado (afectando a las ventanas de regeneración), la caza y actividades recreativas ruidosas (afectando a las aves dispersoras de semillas) y la asphaltización y urbanización, especialmente en las proximidades de las estaciones de esquí).

El subgrupo de los matorrales arborescentes mediterráneos contiene los matorrales de *Junipersus sp.*, los matorrales de *Ziziphus* (azufaihares) y los matorrales de *Laurus nobilis*.

Los principales amenazas sobre los azufaihares son la alteración del hábitat (fragmentación por urbanización y proliferación de invernaderos y otros cultivos), las invasiones biológicas (por ejemplo *Agave sp.*) o la sobreexplotación de acuíferos vecinos.

Entre las amenazas de ámbito global que afectan a los matorrales arborescentes de *Laurus nobilis* cabe destacar el cambio climático (influencia negativa sobre especies típicas que requieren cierta humedad) y su reducida extensión. Otras presiones más locales son la herbivoría (ganado y ungulados silvestres) y la destrucción directa del hábitat: urbanización, desbroces, canalización y desvíos de cauces.

El subgrupo de los matorrales termomediterráneos y preestéticos comprende las formaciones de *Euphorbia* próximas a los acantilados y matorrales de diversa índole como son los cardonales-tabaibales en Canarias, los matorrales termomediterráneos y los tomillares semiáridos.

Las dos presiones más importantes que afectan a las formaciones de *Euphorbia* son la presión urbanística litoral y las especies invasoras. Con

respecto a los matorrales termomediterráneos, además de ser necesario un análisis de interpretación, hay que tener presente su vinculación a la franja más cercana del litoral de la Península Ibérica y de Canarias. Por tanto, la mayor amenaza es la pérdida de superficie y la transformación a favor de áreas de agricultura intensiva y urbanizadas.

El subgrupo de matorrales de tipo frigánico está representado en España por los matorrales aerohalinos almohadillados y por los matorrales espinosos endémicos. Para los primeros aparentemente no hay problemas de conservación globales, aunque hay que vigilar la urbanización del litoral y la expansión de plantas invasoras. Para los segundos, los problemas son los mismos que para las formaciones de euphorbia en acantilados.

2.1.1.2.1.3. Establecimiento y aplicación de medidas de conservación

Las medidas de conservación deben establecerse en un marco que se encuentra delimitado por las actuaciones técnico-científicas y por el desarrollo de la normativa intersectorial correspondiente. Como se ha visto en el apartado de presiones y amenazas, existe una diversa problemática adecuada a las particularidades de los diferentes tipos o subgrupos de hábitats forestales. Entre las medidas de tipo científico y técnico hay que considerar los problemas que afectan al mantenimiento de un estado de conservación favorable, ya sea a escala de paisaje ya sea a escala de calidad de las diferentes representaciones (teselas o parches) en el territorio.

A escala de paisaje o incluso de región, es preciso mitigar o contrarrestar los posibles efectos negativos del cambio climático, las causas que provocan fragmentación y simplificación de los sistemas seminaturales o la pérdida de suelo más o menos fértil por erosión o contaminación. En lo que concierne al cambio climático, ya se están desarrollando diferentes estudios tendentes, sobre todo, a evaluar posibles cambios en el área de distribución de las especies. Las limitaciones de estos análisis son más o menos evidentes y están relacionadas con la eficacia de la predictibilidad de los modelos de cambio climático, la escala grosera a la que se realizan las predicciones e incluso la falta de conocimiento sobre la sensibilidad de las especies a los cambios. En cualquier caso, es preciso fomentar una visión no estática de los ecosistemas y de los elementos que los constituyen, lo que significa alejarse de medidas concentradas en determinados puntos (espacios) del territorio. Con respecto a la fragmentación y simplificación del medio natural (rural), se requiere potenciar la restauración (recuperación) de zonas de la matriz territorial que pueden significar valores de conectividad paisajísticos para determinados tipos de hábitats y especies, y evitar la artificialización del suelo (especialmente la urbanización y la creación de infraestructuras). Sobre la cuestión de la calidad de las representaciones, hay que regular ciertos usos (más o menos específicos) como son los aprovechamientos forestales y limitar ciertas presiones como son el sobrepastoreo (doméstico o silvestre), los incendios forestales o las invasiones de especies exóticas.

Todas estas medidas de carácter científico-técnico, deben estar claramente integradas en un marco administrativo de planificación y coordinación intersectorial. En lo que se refiere al contexto de la Ley 42/2007 (patrimonio natural y biodiversidad), es preciso en primer lugar una integración del objetivo de conservación en los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (cuyo ámbito de planificación debe trascender obviamente el de los límites de los Espacios Naturales Protegidos). De esta forma, una primera variable de estimación de la eficacia de las medidas de conservación es la superficie de hábitats forestales cubierta con PORN de contenido adecuado. Complementando esta variable, es necesario cuantificar los instrumentos de ordenación territorial cuyo contenido asume las limitaciones derivadas de la existencia de hábitats de interés comunitario, especialmente si son prioritarios.

Concerniente a los hábitats forestales, los PORN deben incorporar los resultados de acciones emprendidas en el marco del Plan Forestal Español y de la Estrategia Forestal Española. Entre ellas cabe destacar el Programa de Acción Nacional contra la Desertificación, el Plan Nacional de Restauración Hidrológico-Forestal, el Programa de Mejora Genética y conservación de recursos genéticos forestales, la Cartografía de Estados Erosivos de España, el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, el Mapa Forestal de España, el Sistema español de Criterios e Indicadores de Sostenibilidad, las Directrices de Gestión Silvopastoral e Instrucciones de Ordenación de Pastoreo o el Plan Español de Dehesas. En el ámbito de la Ley de montes, hay que considerar dos pilares básicos: los instrumentos de ordenación forestal (sobre todo los Planes de Ordenación Forestal) y la gestión forestal sostenible.

Entre las medidas del Plan Forestal Español con respecto a la conservación de la diversidad biológica en los espacios forestales cabe citar:

- Integración de criterios de conservación de la diversidad biológica en las futuras Instrucciones Básicas para la Ordenación y Aprovechamiento de Montes.
- Establecimiento de un Sistema Básico de Criterios e Indicadores de Gestión Forestal Sostenible y de Índices de Biodiversidad Forestal que permitan el seguimiento y la evaluación periódica del estado de la diversidad biológica a escala nacional de una forma coherente. Este sistema podría en una fase posterior tener un desarrollo a escala autonómica y local que permitiese conocer los avances de la gestión forestal sostenible en diferentes escalas operativas.
- Desarrollo de metodologías para evaluar el impacto de las actividades humanas, usos del suelo y regulaciones sobre la diversidad biológica de los montes.
- Establecimiento de mecanismos y procedimientos de colaboración, apoyo y coordinación con las Comunidades Autónomas dirigidos tanto a la recuperación de hábitats esenciales como a la conservación, recuperación y reintroducción de especies de flora y fauna silvestre, con especial énfasis en aquellas especies y hábitats compartidos entre dos o más comunidades.
- Canalización eficaz de los fondos comunitarios disponibles mediante el establecimiento de criterios ponderados que proporcionen una distribución

equilibrada y equitativa de los recursos destinados a la conservación de hábitats y componentes de la diversidad biológica protegidos o amenazados.

- Apoyo a la puesta en práctica de programas de información y educación en materia de conservación y gestión forestal sostenible dirigidos a propietarios forestales, como uno de los aspectos fundamentales de toda política de extensión forestal.

2.1.1.2.2. Hábitats Rocosos

El grupo 8 (hábitats rocosos y cuevas) incluye ocho tipos de hábitats integrados en tres subgrupos: desprendimientos rocosos, pendientes rocosas con vegetación casmofítica y otros hábitats. En conjunto representan una heterogeneidad ambiental notable y es prácticamente imposible esbozar procedimientos más o menos generales. El subgrupo de otros hábitats comprende las cuevas (terrestres y marinas), los campos de lava y excavaciones naturales (Canarias) y los glaciares permanentes (exclusivos del Pirineo oscense). Además, el proyecto “Bases ecológicas para la gestión de los tipos de hábitats presentes en España” ha generado unos resultados desiguales que dificultan la posibilidad de caracterizar y evaluar este tipo de sistemas.

2.1.1.2.2.1. Evaluación del Estado de Conservación

En relación al área de distribución es necesario plantearse la significación especial de este concepto para este grupo de hábitats, sobre todo si consideramos la utilización de modelos predictivos. Los procesos que regulan la estructura y función de estos hábitats son mayoritariamente abióticos y requerirían unas pautas de modelización especiales. Hay que tener en cuenta que prácticamente todos estos hábitats son azonales y su presencia está ligada a la expresión de procesos climáticos, geológicos y geomorfológicos de diferente intensidad y escala, tanto espacial como de tiempo. Los principales factores biofísicos que controlan la formación y desarrollo de los canchales o de las laderas, por ejemplo, son los condicionantes litológicos y estructurales, las temperaturas, las precipitaciones, la componente climática y morfológica relictas, aunque también los agentes biológicos y la acción antrópica. En el caso de las cuevas hay que tener en cuenta ciertas características físicas como son la ausencia total de luz, una elevada humedad relativa (en general muy próxima a saturación), homotermia y una relativamente alta concentración de dióxido de carbono. Entre los factores que controlan la formación y mantenimiento de los glaciares se encuentra el comportamiento climático a escala regional y otros factores locales relacionados con la topografía: pendientes, concavidad/convexidad del terreno y radiación solar incidente.

Además, la variable superficie o área es especialmente insatisfactoria para unidades espaciales de relieve accidentado (pendientes y desprendimientos) o de clara componente tridimensional (cuevas). En consecuencia, la expresión cartográfica (espacial) de los parámetros relativos a la superficie o a la distribución, y sus valores de referencia, requerirá unos métodos diferenciales que todavía no están suficientemente resueltos.

En lo relativo a la evaluación de la estructura y función, en el proyecto de “Bases ecológicas” se han propuesto diferentes variables de estructura y función para evaluar el estado de conservación, aunque dadas las especiales y originales características de estos hábitats, apenas se ha podido avanzar en la indicación de valores umbrales y en el diseño de protocolos completos.

Además, en algunos casos se han incluido variables que permiten estudiar (caracterizar) el hábitat pero que no informan directamente sobre su estado de conservación. Este aspecto es relevante en este tipo de hábitats, ya que también se requiere un esfuerzo en describir lo que debería entenderse como estado de conservación favorable. La excepción más notoria la encontramos en los glaciares permanentes, hábitat para el cual ya hay establecido un sistema de seguimiento, tanto de la superficie como de algunas variables que miden la calidad del hielo.

Entre las variables que no informan directamente sobre el estado de conservación pueden mencionarse la geometría (superficie y planta del desprendimiento) o el dinamismo del cantil y de la pendiente (hábitat 8130, 8210). Como parámetros de evaluación se han propuesto el número de taxones (plantas vasculares) endémicos con respecto al total, el estado de salud de los taxones característicos del hábitat o la presencia de taxones ruderales. En el caso de las laderas rocosas calcícolas (8210), se han propuesto variables de geometría (superficie de la ladera y exposición y horas de insolación) y de dinamismo de cantil. Como parámetros de evaluación se han propuesto los mismos que para el hábitat 8210.

Para el caso de las cuevas terrestres no se ha establecido tampoco un protocolo concreto basado en variables específicas. No obstante, se apuntan algunos indicadores y variables que pueden ser tenidos en cuenta para detectar alteraciones ambientales y modificaciones en el equilibrio de un sistema subterráneo: cambios en la vegetación (tipo o superficie relativa) situada encima de la cueva, variaciones del volumen y regularidad de los caudales de infiltración o evolución anómala de la piezometría en el acuífero kástico.

En lo que concierne a los campos de lava y excavaciones naturales, se han propuesto muchas variables estructurales y funcionales relacionadas con factores de la forma de relieve (fundamentos geológicos y geomorfológicos, dinámica terrestre y marina) y factores de la vegetación (composición florística y fisonomía; interacciones de la morfodinámica). No obstante, muchas de estas variables no tiene una relación directa con la evaluación del estado de conservación: tipo de magma, estilo eruptivo, litología, tipo de material, distribución espacial y morfoestructuras, procesos torrenciales, procesos de gravedad y eólicos, sustrato volcánico, etc. Sin embargo, el desarrollo de procesos eruptivos futuros, con las consiguientes connotaciones de riesgo para la sociedad canaria, es un proceso que implicaría incremento de la superficie de este hábitat. También la composición florística y el grado de recubrimiento de la vegetación son parámetros que informan sobre el desarrollo más o menos incipiente de este hábitat. De hecho, estos dos parámetros (flora y vegetación) son los que se proponen como firmes candidatos para evaluar el estado de conservación de este hábitat.

Para la evaluación de los glaciares permanentes, la variable principal que debería utilizarse es la evolución de su extensión superficial (EES) que lleva aparejadas como variables secundarias el desplazamiento altitudinal medio (DAM) de cada aparato, sus modificaciones en espesor (ME) y grado de

dinamismo (GD) y la evolución de la extensión superficial de cubiertas de derrubios (EESCD).

2.1.1.2.2.2. Determinación de Presiones y Amenazas

Con respecto a los canchales hay que considerar los efectos del senderismo, de los deportes de riesgo y esquí, así como la fauna silvestre o rebaños que transita sobre el canchal, acelerando el proceso de desplazamiento de los derrubios que habían alcanzado la pendiente de reposo y que nuevamente se movilizan.

Entre las actividades antrópicas que más pueden modificar las cuevas están:

- La agricultura por el aporte de sustancias contaminantes como nitratos o pesticidas (y otros compuestos químicos) a las aguas de infiltración.
- La ganadería, especialmente cuando se da de forma estabulada en la proximidad de terrenos kársticos o directamente sobre ellos.
- Las urbanizaciones y las edificaciones aisladas y áreas de ocio, que inciden en zonas de recarga de los acuíferos kársticos, produciendo contaminación (pozos ciegos y “fosas sépticas”, campos de golf...). E incluso en zonas de descarga, pero consumiendo en todo caso los recursos hídricos, a veces con una explotación intensa y focal.
- La pérdida de la cubierta vegetal, con la consiguiente repercusión sobre la menor producción de CO₂ edáfico y el aumento de la escorrentía superficial.
- La explotación intensiva de los acuíferos, que afecta directamente al volumen de la zona no saturada como a la relación cueva-acuífero.
- El considerable aumento de los manantiales kársticos que se encuentran regulados
- Evidencia de procesos de alteración debidos a cambios ambientales o a la proliferación de visitas incontroladas (pisoteo, contaminación de *gours*, suciedad...).
- Degradación y deterioro debido a acciones vandálicas (rotura de espeleotemas, pintadas, abandono de residuos, etc).
- Cambios en la ventilación de la cavidad debido a modificaciones para el acceso: apertura de nuevas bocas, colocación de puertas y rejas, etc.
- Presencia de desechos, vertidos y basuras

Las presiones y amenazas sobre los campos de lava y excavaciones naturales son de varios tipos. Hay que mencionar la pérdida directa de superficie debida a las plantaciones de pinos, a la urbanización intensa del litoral, a la apertura de canteras, a la realización de carreteras o a la creación de nuevos espacios para el cultivo. También hay modificaciones debidas a la introducción de especies vegetales oportunistas, de plantas ruderales y nitrófilas foráneas así como a las actividades de senderismo y tráfico rodado. Variables de intervención humana propuestas son: expansión de zonas urbanas, expansión de infraestructuras, expansión de áreas agrícolas, explotación de áridos (canteras), vertidos y uso turístico y de ocio.

En el caso de los glaciares permanentes, el principal problema se concentra en la marcada regresión asociada a la evolución climática, aunque también cabe mencionar los efectos derivados del paso repetido de montañeros y esquiadores.

2.1.1.2.2.3. Establecimiento y aplicación de medidas de conservación

Para este grupo de hábitats tan heterogéneo es difícil expresar medidas de conservación generales. Para hábitats de difícil acceso como pueden ser los desprendimientos o las laderas parece que no hay una excesiva presión antropógena. Por el contrario, para los glaciares el problema fundamental estriba en el cambio climático, por lo que es complicado proponer medidas de conservación específicas, al margen de las estrategias nacionales para la prevención de los efectos del cambio global. Por otra parte, no hay una ordenación sectorial clara ligada a este grupo de hábitats, por lo que las medidas de conservación deben establecerse preferiblemente en función de las presiones y amenazas locales. Lógicamente, algunos instrumentos de ordenación generales como los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales y los instrumentos de gestión adoptados en cada espacio de la Red natura 2000 son los medios administrativos más relevantes para la gestión de este peculiares sistemas.

2.1.1.3. MEDIO ACUÁTICO CONTINENTAL

Para la adecuada caracterización de los tres procesos que describen el Nivel 1 en los sistemas acuáticos continentales es necesario contar con los resultados derivados de la aplicación de la Directiva Marco del Agua. La Directiva 2000/60/CE o Directiva Marco del Agua (DMA) tiene por objeto *“establecer un marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas”* (Artículo 1).

El núcleo central de la DMA se basa en garantizar el mejor estado ecológico de las aguas superficiales así como el buen estado de las aguas subterráneas. Y el estado ecológico se define como *“una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales”* (Artículo 2: Definiciones). Existe por tanto una marcada analogía entre el *“estado ecológico”* de la DMA y el *“estado de conservación”* de la Directiva 92/43/CEE. Sin embargo, la DMA presenta un mayor desarrollo al establecer un proceso metodológico de aplicación más completo y preciso, en el que se incluye una tipología de los distintos tipos de aguas, una clasificación de estados ecológicos, unos indicadores de calidad (biológicos, hidromorfológicos y químicos-físicoquímicos) y un sistema de seguimiento (ANEXO V). Además, la DMA en su artículo 6 hace referencia a que se realice un registro de zonas protegidas, entre las que se incluyen las relativas a la Red Natura 2000 y, en su artículo 8, señala que los programas de seguimiento del estado de las aguas se completarán con las especificaciones contenidas en la norma comunitaria en virtud de la cual se haya establecido cada zona protegida.

Las aguas superficiales, según la DMA, comprenden las aguas continentales (excepto las subterráneas), las aguas de transición (masas próximas a la desembocadura de los ríos) y las aguas costeras. Las aguas superficiales continentales se subdividen en ríos, lagos y masas de agua superficiales artificiales y muy modificadas. Sus definiciones son, según el artículo 1, las siguientes:

- **Aguas continentales:** todas las aguas quietas o corrientes en la superficie del suelo y todas las aguas subterráneas situadas hacia tierra desde la línea que sirve de base para medir la anchura de las aguas territoriales.
- **Masa de agua muy modificada:** una masa de agua superficial que, como consecuencia de alteraciones físicas producidas por la actividad humana, ha experimentado un cambio sustancial en su naturaleza.
- **Masa de agua superficial:** una parte diferenciada y significativa de agua superficial, como un lago, un embalse, una corriente, río o canal, unas aguas de transición o un tramo de aguas costeras.
- **Río:** una masa de agua continental que fluye en su mayor parte sobre la superficie del suelo, pero que puede fluir bajo tierra en parte de su curso.
- **Lago:** una masa de agua continental superficial quieta.
- **Masa de agua artificial:** masa de agua superficial creada por la actividad humana.

La limitación de la Directiva 92/43/CEE al definir los HIC ligados a sistemas acuáticos mediante comunidades vegetales³⁰ (plantas vasculares) puede completarse con la DMA incorporando otras variables para conseguir un enfoque de tipo sistémico. Así, deberían integrarse los conceptos de “estado ecológico” y “estado de conservación”, para realizar un estudio y diagnóstico conjunto de las variables que definen y explican la estructura y el funcionamiento de estos sistemas complejos.

En consecuencia, ríos, lagos o zonas húmedas deberán describirse y evaluarse no sólo por comunidades conspicuas de vegetación sino también por la composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados, fauna ictiológica, fitoplancton, hidrodinámica, condiciones morfológicas, parámetros químicos y fisicoquímicos o contaminantes específicos.

Es necesario no olvidar, sin embargo, que la DMA en su Anexo V no define indicadores como tales sino las variables que deben tenerse en cuenta para determinar el estado ecológico. No obstante, y a diferencia de lo que ha ocurrido con la Directiva Hábitats, la DMA ha impulsado ya muchos trabajos y reflexiones sobre su aplicación. En la figura 1 se incluyen, como ejemplo, varios protocolos para la evaluación del estado ecológico desarrollados por la Agencia Catalana del Agua.

En la Tabla 1 se presentan las variables que, según el Anexo V de la DMA, deben tenerse en cuenta para establecer la calidad del estado ecológico de los ríos y los lagos. Como puede verse, las variables se subdividen en tres tipos: las que hacen referencia a determinados grupos biológicos, a parámetros hidromorfológicos y a parámetros químicos y fisicoquímicos. En conjunto, estas variables definidas para la valoración del *estado ecológico* presentan una marcada analogía con las que deben describir el *estado de conservación*, sensu lato, de los tipos de hábitats de la Directiva 92/43/CEE. De hecho, el estado ecológico no representa más que una precisión para los sistemas acuáticos de la estructura, de la función y de las especies típicas que, junto al área de distribución natural, son las variables que deben utilizarse para establecer el estado de conservación. La consideración de grupos biológicos y de aspectos hidromorfológicos y químicos/fisicoquímicos conforman un conjunto integrado de factores bióticos y abióticos tal que, para los sistemas acuáticos, pueden referenciar adecuadamente el concepto de “exigencias ecológicas”, como se señala en el apartado uno del artículo 6 (Directiva 92/43/CEE)³¹.

³⁰ Véase el Manual de Hábitats (EUR 15, EUR, 25 y EUR, 27) elaborado por la Comisión Europea para la descripción de todos los tipos de hábitats del Anexo I.

³¹ En el concepto de exigencias ecológicas se incluyen todas las necesidades ecológicas de factores bióticos y abióticos para garantizar el estado de conservación favorable, incluidas sus relaciones con el entorno (aire, agua, suelo, vegetación, etc.). (COMISIÓN EUROPEA, 2000).



Figura 1. Protocolos para la evaluación del estado ecológico de tipos de masas de agua. Agencia Catalana del Agua.

Con respecto al proceso de caracterización de las presiones y amenazas, el Artículo 5 de la DMA se refiere a las “Características de la demarcación hidrográfica, estudio del impacto ambiental de la actividad humana y análisis económico del uso del agua”. A tal efecto, no sólo establece un conjunto mínimo de estimaciones sino que también señala la necesidad de llevar a cabo una evaluación de impacto, es decir, de la susceptibilidad del estado de las aguas con respecto a las presiones que se identifiquen. Por tanto, además de identificar el tipo de actividades que pueden ejercer determinadas presiones sobre los sistemas, es preciso diagnosticar cual puede ser la magnitud de dicha presión. Es obvio que aquí se introduce una novedad conceptual no presente, al menos de forma explícita, en el articulado de la Directiva 92/43/CEE, que debe ser incorporada al proceso de evaluación y seguimiento del estado de conservación de cada hábitat. La DMA enfatiza el interés en actividades humanas que generan contaminación de fuente puntual o difusa, extracción de agua para usos urbanos, industriales o agrarios o modelos de uso del suelo.

INDICADORES DE CALIDAD PARA LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO		RIOS	LAGOS
INDICADORES BIOLÓGICOS			
Composición y abundancia de la flora acuática		X	X
Composición, abundancia y biomasa del fitoplancton			X
Composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados		X	X
Composición, abundancia y estructura de edades de la fauna ictiológica		X	X
INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS QUE AFECTAN A LOS BIOLÓGICOS			
Régimen hidrológico	Caudales (ríos) y volúmenes (lagos) e hidrodinámica	X	X
	Conexiones con masas de agua subterránea	X	X
	Tiempo de permanencia		X
Condiciones morfológicas	Variación de profundidad y anchura (ríos)	X	X
	Estructura y sustrato (y calidad en lagos) del lecho	X	X
	Estructura de la zona ribereña	X	X
Continuidad de río		X	
INDICADORES QUÍMICOS Y FÍSICOQUÍMICOS QUE AFECTAN A LOS BIOLÓGICOS			
Generales	Condiciones térmicas	X	X
	Condiciones de oxigenación	X	X
	Salinidad	X	X
	Estado de acidificación	X	X
	Condiciones en cuanto a nutrientes	X	X
	Transparencia		X
Contaminantes específicos	Contaminación producida por todas las sustancias prioritarias cuyo vertido en la masa de agua se haya observado	X	X
	Contaminación producida por otras sustancias cuyo vertido en cantidades significativas en la masa del agua se haya observado	X	X

Tabla 1. Factores a considerar para la evaluación del estado ecológico de ríos y lagos. Anexo V de la Directiva Marco del Agua.

En lo que concierne al proceso de implementación de medidas, la DMA en su artículo 11 hace referencia explícita al desarrollo de un programa de medidas que debe estar basado en los análisis exigidos en el artículo 5, con el fin de alcanzar los objetivos señalados en el artículo 4. Es decir, expresa una línea coherente de actuaciones que se inician con el análisis de las características de la demarcación hidrográfica, el estudio de las repercusiones de las actividades humanas y el análisis económico del uso del agua como pilares sobre los que sustentar las medidas que deben aplicarse para garantizar la protección y el uso sostenible del agua.

Las medidas que contempla la DMA son de dos tipos, básicas y complementarias, y en conjunto hacen referencia a los instrumentos legislativos, administrativos, económicos y sociales que deben tenerse en cuenta para llevar a cabo los programas (en el cuadro 1 se incluyen los elementos que deberán incluir los planes hidrológicos de cuenca). Sin embargo, al igual que ocurre con las repercusiones humanas, la DMA tampoco establece, para las medidas, un conjunto de variables análogo al que se ha establecido para la evaluación del estado ecológico. En cualquier caso, una estrategia para el mantenimiento de estos sistemas ecológicos en un estado de conservación favorable requiere una integración intersectorial de la gestión del agua, basada en “analizar las potencialidades y limitaciones de la ordenación del territorio, la nueva política de desarrollo rural, el cambiante contexto normativo que fortalece el principio de integración y la intervención en el territorio desde criterios de protección de los recursos (Ley de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, nueva Ley de Aguas y Ley del Suelo)³²”.

Para desarrollar los apartados siguientes se han tenido en cuenta dos fuentes fundamentales, los resultados del *Panel científico-técnico de seguimiento de la política del agua*³³ (2008) y los resultados del proyecto “Bases ecológicas para la gestión de los HIC en España³⁴”. En el caso de los ríos se ha considerado también la Guía Metodológica para la restauración de ríos del Ministerio de Medio Ambiente³⁵.

³² Leandro del Moral Ituarte. 2009. Nuevas tendencias en gestión del agua, ordenación del territorio e integración de políticas sectoriales. *Scripta Nova*, Vol. XIII, nº 285.

³³ El Panel se compone de 20 informes agrupados en cinco secciones: Estado ecológico, Papel de la economía, Tecnologías y gestión integrada, Territorio y Cultura, y Aspectos jurídico-institucionales.

³⁴ Camacho, A., Borja, C., Valero-Garcés, B., Sahuquillo, M., Soria, J. M., Rico, E., De la Hera, A., García de Domingo, A., Chicote, A. & Gosálvez, R. U., 2009. 31 Aguas continentales retenidas. Ecosistemas leníticos. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 394 pp.

Manuel Toro, Santiago Robles, Inés Tejero, Narcis Prat, Carolina Solá, David Beltrán. 2009. 32 Aguas continentales corrientes. Ecosistemas lóticos. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 394 pp.

³⁵ González Del Tánago, M. y D. García de Jalón. 2007. *Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*. Ministerio de Medio Ambiente.

Cuadro 1. PLANES HIDROLÓGICOS DE CUENCA (ANEXO VII, Directiva Marco del Agua)

A. Los planes hidrológicos de cuenca incluirán los elementos siguientes::

1. Una descripción general de las características de la demarcación hidrográfica como se estipula en el artículo 5 y el anexo II, que comprenderá:

1.1. para las aguas superficiales:

- . mapas con la localización y límites de las masas de agua
- . mapas de las ecorregiones y tipos de masas de agua superficial dentro de la cuenca hidrográfica
- . identificación de las condiciones de referencia para los tipos de masas de agua superficiales

1.2. para las aguas subterráneas:

- . mapas con la localización y límites de las masas de agua subterránea.

2. Un resumen de las presiones e incidencias significativas de las actividades humanas en el estado de las aguas superficiales y subterráneas, que incluya:

- . una estimación de la contaminación de fuente puntual
- . una estimación de la contaminación de fuente difusa, incluido un resumen del uso del suelo
- . una estimación de las presiones sobre el estado cuantitativo del agua, incluidas las extracciones
- . un análisis de otras incidencias de la actividad humana sobre el estado del agua.

3. La identificación y elaboración de mapas de las zonas protegidas como establecen el artículo 6 y el anexo IV.

4. Un mapa de las redes de control establecidas para los objetivos del artículo 8 y del anexo V, así como una presentación en forma de mapa de los resultados de los programas de control llevados a cabo con arreglo a las citadas disposiciones relativa al estado de las:

- 4.1. aguas superficiales (ecológico y químico)
- 4.2. aguas subterráneas (químico y cuantitativo)
- 4.3. zonas protegidas.

5. Una lista de los objetivos medioambientales establecidos en el artículo 4 para las aguas superficiales, las aguas subterráneas y las zonas protegidas, incluida, en particular, la identificación de los casos en los que se haya recurrido a sus apartados 4, 5, 6 y 7 y la información complementaria exigida en dicho artículo.

6. Un resumen del análisis económico del uso del agua de conformidad con el artículo 5 y el anexo III.

7. Un resumen del programa o programas de medidas adoptado en virtud del artículo 11 que incluya los modos de conseguir los objetivos establecidos con arreglo al artículo 4:

- 7.1. Un resumen de las medidas necesarias para aplicar la legislación comunitaria sobre protección del agua
- 7.2. un informe sobre las acciones prácticas y las medidas tomadas para la aplicación del principio de recuperación de los costes del uso del agua de conformidad con el artículo 9
- 7.3. un resumen de las medidas tomadas para cumplir los requisitos estipulados en el artículo 7
- 7.4. un resumen de los controles sobre la extracción y el embalse del agua, incluida la mención de los registros e identificación de las excepciones efectuadas en virtud de la letra e) del apartado 3 del artículo 11
- 7.5. un resumen de los controles previstos para los vertidos de fuente puntual y otras actividades con incidencia en el estado del agua conforme a lo dispuesto en las letras e) y i) del apartado 3 del artículo 11
- 7.6. una identificación de los casos en que se hayan autorizado vertidos directos en las aguas subterráneas conforme a lo dispuesto en la letra j) del apartado 3 del artículo 11
- 7.7. un resumen de las medidas tomadas conforme al artículo 16 sobre las sustancias prioritarias
- 7.8. un resumen de las medidas tomadas para prevenir o reducir las repercusiones de los incidentes de contaminación accidental
- 7.9. un resumen de las medidas adoptadas de conformidad con el apartado 5 del artículo 11 para masas de agua con pocas probabilidades de alcanzar los objetivos fijados en el artículo 4
- 7.10. detalles de las medidas complementarias consideradas necesarias para cumplir los objetivos medioambientales establecidos
- 7.11. detalles de las medidas tomadas para evitar un aumento de la contaminación de las aguas marinas de conformidad con el apartado 6 del artículo 11.

8. Un registro de los programas y planes hidrológicos más detallados relativos a subcuencas, sectores, cuestiones específicas o categorías de aguas, acompañado de un resumen de sus contenidos.

9. Un resumen de las medidas de información pública y de consulta tomadas, sus resultados y los cambios consiguientes efectuados en el plan.

10. Una lista de autoridades competentes con arreglo al anexo I.

11. Los puntos de contacto y procedimientos para obtener la documentación de base y la información a la que se refiere el apartado 1 del artículo 14 y en particular los detalles de las medidas de control adoptadas conforme a las letras g) e i) del apartado 3 del artículo 11 y los datos reales de control recogidos según lo dispuesto en el artículo 8 y el anexo V.

2.1.1.3.1. Sistemas lénticos (aguas retenidas)

Comprende el subgrupo 31 (Aguas estancadas), que en España está representado por los tipos de HIC 3110, 3140, 3150, 3160, 3170 y 3190. Además, incluye los enclaves interiores de los tipos 1310, 1410 y 1420.

2.1.1.3.1.1. Evaluación del Estado de Conservación

La evaluación del estado de conservación requiere tener en cuenta el área de influencia del humedal, que implica la conexión con las aguas subterráneas (en su caso) y los factores biofísicos que modelan la estructura y función de los ecosistemas leníticos (Tabla 2).

FACTORES FÍSICOS	GEOLÓGICOS	Litología
		Estructura
		Hidrogeológicos
	GEOMORFOLÓGICOS	Sistema Morfogenético
		Sistema Morfodinámico
		Modelado
		Formaciones superficiales
	CLIMÁTICOS	Precipitación, evapotranspiración
	HIDROLÓGICOS	Modo de Alimentación
		Modo de Vaciado
Hidroperíodo		
Tasa de Renovación		
FACTORES FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA	MINERALIZACIÓN DEL AGUA	Conductividad y salinidad
	TIPOS DE SALES DOMINANTES	
	ESTRATIFICACIÓN VERTICAL	
	OXÍGENO Y SULFIDRICO DISUELTO	
	CONCENTRACIÓN NUTRIENTES INORGÁNICOS	
	MATERIA ORGÁNICA	
	pH Y RESERVA ALCALINA	
	COLMATACIÓN	
	TRANSPARENCIA DEL AGUA	
FACTORES BIOLÓGICOS	MACRÓFITOS	
	FITOPLANCTON	
	CLOROFILA PLANCTONICA	
	FITOBENTOS	
	BACTERIAS FOTOSINTÉTICAS DEL AZUFRE	
	INVERTEBRADOS PLANCTONICOS Y BENTÓNICOS	
	PECES	
	OTROS VERTEBRADOS	
	PRODUCCIÓN PRIMARIA	
	ESTRUCTURA Y FUNCIÓN COMUNIDAD RIBEREÑA	

Tabla 2. Factores Biofísicos de Control (Aguas retenidas).

La estimación de la superficie ocupada por el humedal dependerá del tamaño del sistema y del tipo ecológico, aunque también de la resolución y del coste de las técnicas de teledetección y ortofotografía. Estas técnicas no son válidas para unidades muy pequeñas o muy fluctuantes, por lo que pueden utilizarse otros procedimientos como son la instalación de hitos semipermanentes, que pueden delimitar la dimensión de la zona húmeda, incluyendo vegetación ribereña. También puede ser necesario tener en consideración la cuenca inmediata de la masa de agua, especialmente en sistemas que agrupan lagunas de pequeño tamaño o en lagunas aisladas.

Con respecto a la evaluación de la estructura y función, Camacho et al⁵. proponen 24 variables descriptoras para las aguas superficiales (Tabla 3) y dos para las aguas subterráneas. Esta propuesta sintética comprende además una revisión de los principales trabajos generados para la aplicación de la Directiva Marco del Agua. Para las aguas subterráneas se incluyen los descensos prolongados del nivel en el acuífero o masa de agua subterránea de la que la masa de agua es dependiente y la salinidad de las aguas del acuífero.

Como protocolo para evaluar el estado de conservación de un ecosistema lenítico (escala local) se ha diseñado el Índice ECLECTIC: *Estado de Conservación de las Lagunas y humedales Españoles Catalogados por Tipologías: Indicadores de Conservación*. Dicho índice sintetiza la información disponible sobre las características estructurales y funcionales de un hábitat para evaluar su estado de conservación. Las variables se han agrupado en los siguientes cuatro bloques: Vegetación Característica (Bloque 1), resto de Factores Biológicos (Bloque 2), Factores Hidrogeomorfológicos (Bloque 3) y Factores Físico-Químicos (Bloque 4). Dada la diversidad de tipos de ecosistemas leníticos asociados a los tipos de HIC, el índice presenta ciertas variaciones al ajustarse a las particularidades de cada tipo de hábitat. Por eso, para cada uno de los bloques (que puntúan de 0 a 25 puntos) el valor de puntuación del bloque, que pondera todas las variables evaluadas, se calcula mediante la fórmula específica adecuada a cada tipo y grupo de ecosistema lenítico. Para evaluar cada bloque se tienen en cuenta las variables obligatorias y recomendadas, dándose una puntuación de 10, 5 o 0 a cada variable en función de la definición de las correspondientes categorías del estado de conservación (favorable-desfavorable).

Bloque vegetación = Puntuación variables consideradas × 25 / Puntuación máxima variables consideradas

Bloque resto biológico (previo) = Puntuación variables consideradas × 25 / Puntuación máxima variables consideradas

Bloque resto biológico = Bloque resto biológico (previo) + Spp. interés – Spp. exóticas

Bloque hidrogeomorfológico = Puntuación variables consideradas × 25 / Puntuación máxima variables consideradas

Bloque físico-químicos (FQ) = Puntuación variables consideradas × 25 / Puntuación máxima variables consideradas

Eclectic = Vegetación + Resto biológico + Hidrogeomorfológico + FQ

- **ECLECTIC > 70 Favorable**
- **50 < ECLECTIC < 70 Desfavorable – Inadecuado**
- **ECLECTIC < 50 Desfavorable – Malo**

FACTORES BIOLÓGICOS	Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton	Biomasa de Fitoplancton
		Composición de la comunidad fitoplanctónica
		Fomación máximos profundos de clorofila y presencia de poblaciones de bacterias fotosintéticas en verano
	Composición y abundancia de otro tipo de flora acuática (Macrófitos hidrófitos, helófitos, fitobentos)	Cobertura de las especies típicas de hidrófitos (plantas sumergidas o flotantes)
		Composición de la comunidad y cobertura de helófitos y vegetación litoral en las orillas
		Diversidad (riqueza de especies) de especies típicas características del hábitat de vegetación sumergida y marginal
	Composición y abundancia de la fauna de invertebrados	Número de taxones de branquiópodos y copépodos
		Relación trófica zooplancton/fitoplancton
		Número de taxones de invertebrados bentónicos de la zona litoral
	Composición, abundancia y estructura de edades de la fauna ictiológica	Proporción de individuos de especies alóctonas
Diversidad de Anfibios	Número de especies	
Otra fauna y flora acuática (rara, amenaza, protegida)		
FACTORES HIDROGEOMORFOLÓGICOS	Regimen hidrológico	Sistema de llenado
		Sistema de vaciado
		Hidroperíodo
	Características geomorfológicas	Estatus dinámico
		Modelado
		Colmatación
FACTORES QUÍMICOS Y FÍSICO-QUÍMICOS	Generales	Transparencia del agua
		Variación diaria saturación de oxígeno
		Rango de conductividad eléctrica
		pH
		Concentración de fósforo general
	Color del agua	
	Contaminantes específicos	No se considera aquí ya que son presiones e impactos

Tabla 3. Variables descriptoras propuestas para la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas leníticos. Fuente: A. Camacho et al. 2009. 31 Aguas continentales retenidas. Ecosistemas leníticos. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 394 pp.

2.1.1.3.1.2. Determinación de presiones y amenazas

Los problemas de conservación a que se enfrentan los humedales están sintéticamente recogidos en CAMACHO³⁶ (2008). Éstos son:

- Extracción del agua directamente del humedal para el riego de los cultivos en las zonas agrícolas adyacentes.
- Alteración de los regímenes hídricos sobre todo por sustracción de agua debido a la extensión desmesurada del regadío, aunque también por la demanda para usos residenciales y turísticos. A veces también puede producirse una alteración por exceso
- Eutrofización (enriquecimiento del agua en nutrientes)
- Contaminación de las aguas por fuentes puntuales o difusas (plaguicidas, herbicidas, metales pesados, o por aportes de microorganismos patógenos asociados a la contaminación por aguas fecales).
- Falta de coordinación para la gestión, asociada al complicado entramado de competencias: confederaciones hidrográficas, CCAA o administración local.
- Falta de consideración de las necesidades hídricas en la planificación hidrológica.

Otros problemas más indirectos son la desecación y el drenaje (sobre todo en el pasado), alteraciones morfológicas, deposición de desechos sólidos (vertidos incontrolados), aislamiento (falta de conectividad), presiones por ocupación del territorio (propio o adyacente), actividades recreativas y explotación de bienes (caza, pesca, turismo), introducción de especies alóctonas, zona de paso de vehículos y personas y uso ganadero.

CAMACHO et al⁵. proponen un sistema de evaluación cualitativo de las presiones y de las amenazas a las que puede estar sometido un determinado humedal. Dicho sistema se basa en dar un número específico de puntos a cada tipo de presión o impacto que esté afectando a un ecosistema lenítico concreto. Las presiones e impactos se han clasificado en los siguientes grupos:

- A) Presiones e impactos de tipo hidrológico
- B) Presiones e impactos de tipo geomorfológico
- C) Presiones e impactos que alteren la calidad de las aguas
- D) Presiones e impactos sobre la estructura de las comunidades
- E) Presiones e impactos por usos del territorio
- F) Presiones e impactos por ocupación del territorio a que está ligado el hábitat
- G) Otras presiones e impactos

³⁶ A. CAMACHO. 2008. La gestión de los humedales en la política de aguas en España. Panel científico-técnico de seguimiento de la política de aguas. Fundación Nueva Cultura del Agua.

Para evaluar de forma global las presiones e impactos a los que está sometido un determinado humedal se suman los puntos obtenidos en función de las presiones específicas detectadas. Los valores posibles se han subdividido en los siguientes cuatro rangos:

- De 0 a 20 puntos. El ecosistema lenítico al que está asociado el hábitat no experimenta presiones e impactos suficientemente significativos como para comprometer su mantenimiento futuro.
- De 20 a 50 puntos. El ecosistema lenítico al que está asociado el hábitat experimenta presiones e impactos suficientemente significativos, que pueden provocar mermas moderadas en su calidad ecológica a medio-largo plazo.
- De 50 a 75 puntos. El ecosistema lenítico al que está asociado el hábitat experimenta presiones e impactos muy significativos que pueden provocar mermas importantes en su calidad ecológica o incluso su destrucción a medio plazo.
- > 75. El ecosistema lenítico al que está asociado el hábitat experimenta presiones e impactos muy fuertes que de mantenerse probablemente supondrán su destrucción a corto plazo.

2.1.1.3.1.3. Establecimiento y aplicación de medidas de conservación

Para cualquier grupo o tipo de hábitat pueden establecerse dos grandes grupos de medidas, las tendentes a mejorar el proceso de evaluación del estado de conservación y las relacionadas con la regulación de las actividades humanas causantes de las presiones y de las amenazas.

En el primer grupo cobran especial relevancia las medidas destinadas a aumentar el conocimiento del sistema ecológico correspondiente, lo que supone implementar líneas de investigación destinadas a generar modelos y trabajos empíricos que permitan entender el funcionamiento del sistema. No obstante, el núcleo central está focalizado en conseguir una adecuada planificación y gestión del agua en su conjunto.

La planificación lleva asociado un conocimiento de las causas, sobre todo directas, que a escala supralocal (regional, nacional y comunitaria) están incidiendo en la destrucción y alteración de los ecosistemas leníticos. La gestión supone un conocimiento de la problemática socio-económica y ambiental que actúa a escala local.

En el ámbito de la escala supralocal, el más adecuado para abordar un grupo o tipo de HIC en el conjunto de su área de distribución natural, es necesario integrar los objetivos de la Directiva 92/43/CEE con la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad y con el ordenamiento sectorial ligado especialmente a la planificación hidrológica. Es necesario, por tanto, considerar el Inventario Nacional de Zonas Húmedas, el Reglamento de Planificación Hidrológica (Real Decreto 907/2007) e incluso la Política Agraria Comunitaria, ya que la agricultura es el sector socio-económico que consume mayor cantidad de recursos hídricos.

De esta forma, el mantenimiento de los ecosistemas leníticos en un estado de conservación favorable requiere una adecuada integración en el contenido del Plan Hidrológico Nacional y en el de los Planes Hidrológicos de Cuenca. El contenido de estos planes se estructura en nueve secciones que aportarán una información básica para la planificación y la gestión, especialmente la sección 3 (descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas), la sección 4 (Zonas protegidas) y la sección 5 (Evaluación del estado de las aguas. Redes de control). Algunos elementos importantes incluidos en los planes de cuenca son:

- Mapas con límites y localización, ecorregiones, tipos y condiciones de referencia
- Inventario de los recursos superficiales y subterráneos incluyendo sus regímenes hidrológicos y las características básicas de calidad de las aguas
- La descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas
- La identificación y mapas de las zonas protegidas.

- Las redes de control establecidas para el seguimiento del estado de las aguas superficiales, de las aguas subterráneas y de las zonas protegidas y los resultados de este control.
- La lista de objetivos medioambientales para las aguas superficiales, las aguas subterráneas y las zonas protegidas, incluyendo los plazos previstos para su consecución, la identificación de condiciones para excepciones y prórrogas, y sus informaciones complementarias.
- Un resumen del análisis económico del uso del agua, incluyendo una descripción de las situaciones y motivos que puedan permitir excepciones en la aplicación del principio de recuperación de costes.
- Un resumen de los Programas de Medidas adoptados para alcanzar los objetivos previstos
- Un registro de los programas y planes hidrológicos más detallados relativos a subcuencas, sectores, cuestiones específicas o categorías de aguas, acompañado de un resumen de sus contenidos. De forma expresa, se incluirán las determinaciones pertinentes para el plan hidrológico de cuenca derivadas del Plan Hidrológico Nacional.
- Un resumen de las medidas de información pública y de consulta tomadas, sus resultados y los cambios consiguientes efectuados en el plan.
- La estimación e identificación de la contaminación significativa originada por fuentes puntuales (instalaciones y actividades urbanas, industriales, agrícolas y ganaderas, zonas mineras, suelos contaminados o vías de transporte)
- La estimación y determinación de la extracción significativa de agua para usos urbanos, industriales, agrarios y de otro tipo, incluidas las variaciones estacionales y la demanda anual total, y de la pérdida de agua en los sistemas de distribución
- La estimación y determinación de la incidencia de la regulación significativa del flujo de agua, incluidos el trasvase y el desvío del agua, en las características globales del flujo y en los equilibrios hídricos
- La identificación e incidencia de las alteraciones morfológicas significativas de las masas de agua, incluyendo las alteraciones transversales y longitudinales.
- La estimación e identificación de otros tipos de incidencia antropogénica significativa en el estado de las aguas superficiales, como la introducción de especies alóctonas, los sedimentos contaminados y las actividades recreativas.
- Los usos del suelo, incluida la identificación de las principales zonas urbanas, industriales y agrarias, zonas de erosión, zonas afectadas por incendios, zonas de extracción de áridos y otras ocupaciones de márgenes y, si procede, las pesquerías y los bosques.

En lo que concierne a la escala local, es fundamental considerar si determinada zona húmeda está designada como masa de agua, en aplicación de la Directiva Marco del Agua, y si se encuentra incluida dentro de un Lugar de Importancia Comunitaria (futura ZEC). En este último caso, el mantenimiento del estado de conservación favorable debe estar recogido explícitamente en los instrumentos de gestión del espacio Red Natura 2000 (ver capítulo 2.1.2.)

2.1.1.3.2. Sistemas lóticos (aguas corrientes)

Comprende el subgrupo 32 (Aguas corrientes), que en España está representado por los tipos de HIC 3220, 3230, 3240, 3250, 3260, 3270, 3280 y 3290. Asociados a este subgrupo se encuentran determinados bosques de ribera: 91E0, 92AO, 92B0.

2.1.1.3.2.1. Evaluación del Estado de Conservación

La caracterización de los ríos y sus riberas en relación con su funcionamiento natural depende de la cuenca vertiente y de los factores hidrológicos y geomorfológicos que derivan de ella, los cuales condicionan los tipos de hábitats y comunidades que se desarrollan en el río. La organización jerárquica de los sistemas fluviales implica diferentes escalas y atributos propios de las mismas: Ecoregión, Cuenca vertiente (tamaño y geología), Segmento fluvial (régimen de caudales y tipo geomorfológico) y Hábitat fluvial (granulometría, formas del lecho, vegetación y otras características). En la Tabla 4 se recogen los factores biofísicos de control que se han considerado para generar la tipología de ríos españoles en aplicación de la Directiva Marco del Agua³⁷.

FACTORES ABIÓTICOS	Altitud
	Latitud y longitud
	Oden del río (Strahler)
	Pendiente media de la cuenca o pendiente específica
	Amplitud térmica anual
	Aportación fluvial específica
	Porcentaje de meses con caudal nulo
	Litología y conductividad base estimada
FACTORES BIOLÓGICOS	Vegetación riparia
	Macroinvertebrados bentónicos
	Macrófitos
	Fitobentos
	Peces
	Otros vertebrados

Tabla 4. Factores biofísicos de control para la caracterización de los ríos españoles.

El funcionamiento de todos los tipos de ríos responde a unos mismos principios hidrológicos y geomorfológicos, que determinan su buen estado ecológico. Dichos principios hacen referencia a:

³⁷ La tipología de ríos españoles utilizada para la aplicación de la DMA la ha realizado el CEDEX (2005). Dicha tipología comprende 32 tipos.

- Presentar una continuidad de flujos de agua, sedimentos, energía, etc, desde la cabecera hasta la desembocadura
- Conectividad de los hábitats asociados al medio fluvial, tanto dentro del cauce como entre el cauce y las riberas y las llanuras de inundación
- Mantenimiento de las funciones hidrológicas y ecológicas (almacenamiento de agua, retención de sedimentos, meteorización de la materia orgánica, etc.)

Al igual que para el resto de los HIC, la evaluación del estado de conservación comprende tres elementos fundamentales: el área de distribución, la superficie ocupada y la estructura y función. En el caso de los ríos, no se ha establecido un método que permita estimar a escala local el área de distribución, es decir, el territorio necesario para mantener el tramo de río en un buen funcionamiento. Probablemente deberá establecerse un método caso a caso o, como mínimo, en función de los diferentes tipos de ríos. En cualquier caso, los tres principios de buen funcionamiento señalados anteriormente pueden considerarse unos criterios básicos para delimitar dicha área.

Para la delimitación de las zonas o tramos asignables a cada tipo de hábitat se propone³⁸ adoptar los principales criterios básicos aplicados en la DMA para la delimitación de las masas de agua superficial:

- a) Cada zona será un elemento diferenciado y, por tanto, no podrá solaparse con otras zonas diferentes del mismo tipo de hábitat, ni contener elementos que no sean contiguos.
- b) Una zona no tendrá tramos pertenecientes a grupos de hábitats diferentes.
- c) Una zona no tendrá tramos pertenecientes a tipologías diferentes.
- d) Se definirán zonas diferentes cuando se produzcan cambios en las características físicas, tanto geográficas como hidromorfológicas, que sean relevantes para el cumplimiento de los objetivos medioambientales.
- f) Una zona no tendrá tramos clasificados en estados de conservación diferentes. El lugar donde se produzca el cambio de estado determinará el límite entre zonas, ya que se considerará cada zona como una unidad ecológica única con un único estado de conservación. En caso de no disponer de suficiente información sobre el estado de la masa de agua se utilizará la información disponible sobre las presiones e impactos a que se encuentra sometida.
- g) Una zona no tendrá tramos con distintos niveles de protección. Cuando la existencia de tales zonas protegidas determine diferencias en el cumplimiento de objetivos ambientales de una masa de agua, esta circunstancia deberá ser tenida en consideración para establecer el límite entre las masas de agua.

³⁸ Manuel Toro, Santiago Robles, Inés Tejero, Narcis Prat, Carolina Solá, David Beltrán. 2009. 32 Aguas continentales corrientes-sistemas lóticos. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.

La obtención de la superficie se basa en la utilización de un SIG y de una red hidrográfica que ha permitido conseguir, para cada demarcación hidrográfica, que el área de la cuenca vertiente en cualquiera de sus puntos sea superior a 10 Km² y la aportación media anual en régimen natural sea superior a 0,1 m³/s. Con estas premisas pudiera ocurrir que se quedasen fuera tramos fluviales de valor para la conservación (buen estado o presencia de especies de interés). En tales casos se recomienda completar el análisis a partir de la fotointerpretación (ortofotografía y fotos aéreas), delimitando los tramos fluviales en base a las formaciones vegetales de orillas y riberas, a las características geomorfológicas del cauce, y a un posible análisis de campo para corroborar su consideración como masa o zona y su inclusión o no dentro del tipo de hábitat.

La delimitación geográfica de cada masa de agua río se realizará por tanto, considerando en primer lugar la longitud total del tramo, completándose con las coordenadas UTM de los extremos superior e inferior en el curso fluvial, así como del centroide correspondiente, indicando el huso geográfico al que están referidas. En segundo lugar, la anchura del tramo o zona vendrá delimitada por la anchura del cauce o álveo natural, ocupado por las comunidades biológicas propias del hábitat fluvial, pudiendo incluir la vegetación ribereña (arbórea o arbustiva) o la banda de helófitos. El Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Art. 4) define el cauce o álveo natural, como el terreno por donde discurren las corrientes naturales, continuas o discontinuas, y que queda cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (MCO: media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural, producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente). El límite exterior del cauce ("bankfull") se correspondería con el punto a partir del cual el cauce no tiene más capacidad de transporte, y donde comenzaría la llanura de inundación. La adopción de esta delimitación legal garantizaría la protección de las comunidades propias de los hábitats de aguas corrientes, ya que se localizan en el cauce o álveo natural de los ecosistemas fluviales³¹.

En lo que se refiere a la evaluación e la estructura y función, se proponen 14 variables para las aguas superficiales, agrupadas en factores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos (Tabla 5) y una variable para las aguas subterráneas (nivel piezométrico). A diferencia de los ecosistemas lénticos, en los que se propuso el Índice ECLECTIC, en el caso de los ríos se ha propuesto un diagrama de decisión que no se basa en un valor otorgado a cada variable medida (Figura 2).

FACTORES BIOLÓGICOS	Macroinvertebrados acuáticos	IBMWP
	Diatomeas bentónicas	IPS
	Macrófitos	Métricas simples; SLA, SAP
	Peces	IBICAT
FACTORES FÍSICO-QUÍMICOS	Condiciones térmicas	Tº del agua en primavera
	Condiciones de acidificación	pH
	Condiciones de oxigenación	Oxígeno disuelto en agua
	Estado de los nutrientes	Concentración de Nitratos en agua
		Concentración de amonio en agua
		Concentración de fosfatos en agua
Contaminantes específicos		
FACTORES HIDROMORFOLÓGICOS	Régimen hidrológico	Caudal ecológico
		Índices de Alteración Hidrológica
		Conexión con aguas subterráneas
	Continuidad fluvial	Índice de Conectividad Fluvial
	Condiciones morfológicas	QBR

Tabla 5. Variables propuestas para la evaluación de la estructura y función (aguas superficiales). Fuente (Tabla 5 Figura 2): Manuel Toro (coord.). 2009. 32 Aguas continentales corrientes-sistemas lóticos. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid

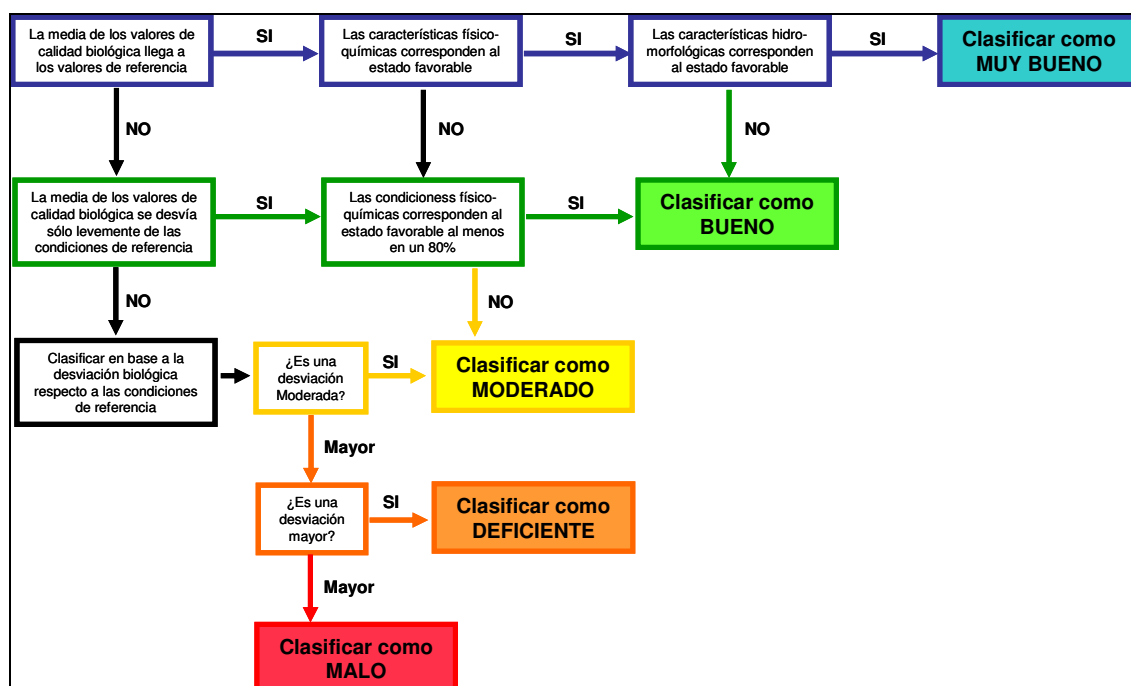


Figura 2. Protocolo en forma de diagrama para evaluar el estado de conservación.

2.1.1.3.2.2. Determinación de presiones y amenazas

Las principales presiones de los ríos españoles provienen de la agricultura y el urbanismo mediante la regulación de caudales, la contaminación de las aguas y las canalizaciones y dragados, provocando alteraciones de los hábitats físicos y cambios en la composición y estructura de las comunidades biológicas. De forma sintética se indican a continuación las presiones e impactos³⁹:

Agricultura:

- Consumo de agua: regulación de los caudales y sobreexplotación de acuíferos. Implica construcción de un número muy elevado de presas y embalses, canales de riego y sistemas de trasvases.
- Ocupación de las llanuras de inundación: eliminación de la vegetación riparia y alteración morfológica de los cauces. El perímetro del cauce en contacto con cultivos agrícolas es muy elevado, lo que supone disminución de la anchura de los corredores fluviales y, por tanto, pérdida de la integridad de sus funciones ambientales. En muchos casos, ha supuesto una rectificación previa del trazado de los cauces o de dragado y elevación de las orillas para la nivelación de las parcelas. Implica desestabilización geomorfológica, es decir, incisión y encauzamiento de los cauces y progresiva inestabilidad de los taludes laterales.
- Emisión de nutrientes y otros compuestos agrícolas a las aguas de los ríos y arroyos: eutrofización y contaminación de las aguas (contaminación difusa). Los fertilizantes agrícolas aportan nutrientes (nitratos y fosfatos) que provocan eutrofización y, por tanto, crecimiento excesivo de algas. Los herbicidas y pesticidas contaminan las aguas.

Urbanización:

- Aumento de la demanda de agua y de regulación de los caudales. Debido sobre todo al aumento de las casas construidas (residencias secundarias): necesidades colectivas (riego de parques y jardines, limpieza de calles, etc), campos de golf, piscinas y áreas de recreo. Efecto importante en determinadas regiones como Levante, Cataluña, Islas Baleares, Canarias, etc.).
- Alteración de los balances de agua y sedimentos y desestabilización de cauces. Debido a redes de drenaje muy eficientes que provocan, después de las precipitaciones, volúmenes relativamente elevados de escorrentía que se concentran en poco tiempo en la red principal: hidrogramas con elevados caudales punta. Existencia también de numerosas infraestructuras que obstaculizan la continuidad de los flujos de agua y sedimentos.
- Fomento de las canalizaciones y dragados y aumento del riesgo hidrológico, para proteger las áreas urbanizadas de posibles inundaciones. Los dragados

³⁹ González Del Tánago, M. y D. García de Jalón. 2007. *Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*. Ministerio de Medio Ambiente.

destruyen las formas del lecho y la organización de los microhábitats, alteran la calidad de las aguas y, sobre todo, generan inestabilidad geomorfológica.

- Contaminación de las aguas por vertidos de procedencia urbana e industrial (metales pesados, sustancias tóxicas, elevado número de patógenos, elevado porcentaje de materia orgánica, sólidos en suspensión). Implica alteración inmediata de las comunidades biológicas (eliminación de especies y alteración de ciclos biológicos), deterioro del lecho y los hábitats de la orilla.

Otras presiones:

- Extracciones de áridos. Impacto directo sobre la morfología de los cauces y la composición granulométrica del sustrato. Aumento de los sólidos en suspensión o modificación de la topografía de las riberas y llanuras de inundación.

- Trazado de infraestructuras. Implican dragados y canalizaciones que producen reducción de su anchura y confinamiento de la llanura de inundación.

- Producción hidroeléctrica. Implica alteración drástica de los caudales (grandes en magnitud y muy rápidas en el tiempo).

Manuel Toro et al⁴⁰. señalan que el análisis de presiones debe realizarse siguiendo la metodología de cada Demarcación Hidrográfica donde se halle el HIC. En este sentido, la *Instrucción de Planificación Hidrológica* (3.2) (MARM. Orden ARM/2656/2008, BOE núm. 229) establece los requerimientos e información necesaria para llevar a cabo el análisis de las presiones en las masas de agua. Igualmente, se recomienda la utilización del *Manual para el análisis de presiones e impactos relacionados con la contaminación de las masas de agua superficiales* (MIMAM, 2004). Como ejemplo a seguir consideran la metodología establecida por la Agencia Catalana del Agua (2005), basada en el cálculo cuantitativo de 22 parámetros que miden las alteraciones morfológicas, las alteraciones del régimen de caudales, los usos del suelo en márgenes y las fuentes puntuales y difusas de contaminación.

⁴⁰ Manuel Toro (coord.). 2009. 32 Aguas continentales corrientes-sistemas lóticos. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid

2.1.1.3.2.3. Establecimiento y aplicación de medidas de conservación

Los comentarios generales ya mencionados en el apartado análogo para las aguas retenidas son válidos para los ecosistemas fluviales: pueden establecerse dos grandes grupos de medidas, las tendientes a mejorar el proceso de evaluación del estado de conservación y las relacionadas con la regulación de las actividades humanas causantes de las presiones y de las amenazas. Es necesario, por tanto, reducir progresivamente la contaminación, eliminando los vertidos, estableciendo regímenes de caudales ecológicos y cumpliéndolos, facilitando la continuidad de los sistemas fluviales mediante sistemas de paso para especies acuáticas, controlando la introducción o invasión de especies exóticas y favoreciendo las autóctonas y, como medida global, fomentando un uso eficiente y sostenible del agua³³.

En el primer grupo cobran especial relevancia las medidas destinadas a aumentar el conocimiento del sistema ecológico correspondiente, lo que supone implementar líneas de investigación destinadas a generar modelos y trabajos empíricos que permitan entender el funcionamiento del sistema. No obstante, el núcleo central está focalizado en conseguir una adecuada planificación y gestión del agua en su conjunto. Una línea prioritaria para el restablecimiento de los tramos de río degradados en un estado de conservación es la puesta en marcha de medidas de restauración ecológica. En España se ha publicado recientemente la ya mencionada guía metodológica del Ministerio de Medio Ambiente³² y también el Manual de técnicas de restauración fluvial del Ministerio de Fomento y del MARM⁴¹.

En el ámbito de la escala supralocal, es necesario integrar los objetivos de la Directiva 92/43/CEE con la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad y con el ordenamiento sectorial ligado especialmente a la planificación hidrológica. Es necesario, por tanto, considerar el Inventario Nacional de Zonas Húmedas, el Reglamento de Planificación Hidrológica (Real Decreto 907/2007) e incluso la Política Agraria Comunitaria, ya que la agricultura es el sector socio-económico que consume mayor cantidad de recursos hídricos. De esta forma, el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos en un estado de conservación favorable requiere una adecuada integración en el contenido del Plan Hidrológico Nacional y en el de los Planes Hidrológicos de Cuenca.

En lo que concierne a la escala local, es fundamental considerar si determinada zona húmeda está designada como masa de agua, en aplicación de la Directiva Marco del Agua, y si se encuentra incluida dentro de un Lugar de Importancia Comunitaria (futura ZEC). En este último caso, el mantenimiento del estado de conservación favorable debe estar recogido explícitamente en los instrumentos de gestión del espacio Red Natura 2000 (ver capítulo 2.1.2.)

⁴¹ Fernando Magdaleno Mas. 2008. *Manual de técnicas de restauración fluvial*. Monografías. M-100. CEDEX. Ministerio de Fomento.

2.1.1.4. MEDIO COSTERO Y MARINO

En el medio costero se incluyen las aguas marinas y medios de marea (subgrupo 11), los acantilados marítimos y playas de guijarros (subgrupo 12) y las marismas y pastizales salinos costeros.

Dentro de este heterogéneo grupo conviene considerar los tipos de hábitats que representan unidades territoriales más o menos amplias como son los acantilados marinos, las grandes calas y bahías poco profundas, los sistemas dunares y los estuarios. De menor relevancia por su extensión son las Praderas de *Posidonia oceanica*, las lagunas costeras o los llanos fangosos. Un tipo de hábitat de especial dificultad es el de arrecifes (localización más o menos puntual pero ampliamente repartido) o el de estructuras submarinas.

2.1.1.4.1. Evaluación del Estado de Conservación

A) Acantilados marítimos

La evaluación del área de distribución de este tipo de sistemas plantea dos cuestiones importantes. La primera, que la componente de verticalidad plantea dificultades a la hora de calcular una variable bidimensional. Segunda, el dinamismo del acantilado puede variar de forma natural sin que ello denote la degradación del mismo. La determinación a nivel de detalle de la posición de los escarpes costeros sólo puede partir de una fotointerpretación y cartografía que indique el alcance continental y longitudinal de los acantilados en la costa atlántica española. El seguimiento de esa superficie debe basarse en un estado inicial que debe partir del uso de vuelos fotográficos antiguos.

Los procedimientos de evaluación de la estructura y función incluidos en el Proyecto de Bases ecológicas (tipos 1230, 1240 y 1250) presentan un desarrollo diferente, siendo el procedimiento de lo acantilados mediterráneos el más incompleto. Hay que tener en cuenta también que hay una proporción importante de variables que no se pueden asociar fácilmente con la evaluación del estado de conservación, pues denotan simplemente variables caracterizadoras de estos sistemas. Así, para los acantilados mediterráneos se han propuesto dos grandes factores (geometría y estado funcional) y siete parámetros, en general sin una clara tipología de estados de conservación: geoforma, dimensiones, cuantificación del retroceso, control de la fracturación, precipitación atmosférica, presencia de voladizos y extraplomos e influencia del oleaje y del “espray” o hálito marino. De hecho, el estado desfavorable se asocia simplemente con la existencia de presión antrópica (tránsito de personas, urbanizaciones o incluso comprometer bienes personales y materiales). El procedimiento para los acantilados atlánticos incluye tres grandes grupos de factores, 16 subgrupos y 38 variables, aunque el grupo de factores de influencia humana corresponde realmente a la evaluación de presiones y amenazas. También muchas de estas variables no se asocian directamente con una evaluación del estado de conservación relacionado con acciones antrópicas.

Variables para la evaluación de los Acantilados Atlánticos (1230)

A.) Factores Abióticos

- A.1) Geográficos
 - A.1.1.) Distribución espacial
 - A.1.2.) Orientación de los frentes acantilados
 - A.1.3.) Morfología e intensidad lumínica
- A.2.) Morfología intrínseca
 - A.2.1.) Forma y tipo de acantilado
 - A.2.2.) Dinámica de los acantilados
 - A.2.3.) Potencia del acantilado
- A.3.) Morfología de geoformas contenidas por el retroceso diferencial de acantilados
 - A.3.1.) Aparición de cuevas, arcos farallones, islotes y corredores estrechos
- A.4.) Litología
 - A.4.1.) Tipo de roca
 - A.4.2.) Estado de meteorización del sustrato
 - A.4.3.) Potencial de karstificación
- A.5.) Estructura
 - A.5.1.) Patrón de fractura
 - A.5.2.) Historia geológica del sustrato
 - A.5.3.) Índice de recorte costero
- A.6.) Variables marinas
 - A.6.1.) Cambios relativos en el nivel del mar
 - A.6.2.) Parámetro mareal
 - A.6.3.) Parámetro oleaje
 - A.6.4.) Parámetro salinidad
- A.7.) Hidrología
 - A.7.1.) Régimen hidrológico
 - A.7.2.) Tipo de escorrentía

B.) Factores Biogeográficos

- B.1.) De composición
 - B.1.1.) Biodiversidad
 - B.1.2.) Composición florística y de la fauna
 - B.1.3.) Grado de naturalidad de la vegetación
 - B.1.4.) Presencia de especies indicadoras de calidad ambiental
- B.2.) De erosión
 - B.2.1.) Bioclastia y bioerosión química

C.) Factores de Influencia Humana

- C.1.) Intensidad de ocupación humana del litoral
 - C.1.1.) Usos del suelo
 - C.1.2.) Densidad de ocupación
- C.2.) Actividades industriales
 - C.2.1.) Ocupación física de las vertientes acantiladas
 - C.2.2.) Vertidos industriales
- C.3.) Actividades residenciales
 - C.3.1.) Construcciones residenciales
- C.4.) Modificación de los flujos hídricos continentales
 - C.4.1.) Modificación de la circulación hídrica superficial
 - C.4.2.) Modificación de los acuíferos y de los flujos de agua subsuperficiales
- C.5.) Actividades turísticas
 - C.5.1.) Sobre-frecuentación de la base de los acantilados
 - C.5.2.) Sobre-frecuentación de los techos de los acantilados
 - C.5.3.) Construcciones
- C.6.) Interferencias en los tránsitos sedimentarios litorales
 - C.6.1.) Interferencias en la red fluvial
 - C.6.2.) Interferencias físicas en línea de costa
- C.7.) Contaminación
 - C.7.1.) Polución por hidrocarburos
 - C.7.2.) Sustancias químicas.
 - C.7.3.) Macro-residuos en la costa

A parte de los comentarios que se incluyen para cada variable en lo que respecta a las tipologías del estado de conservación, los autores esquematizan una serie de situaciones que podrían catalogar los acantilados en muy favorables, favorable, desfavorable, muy desfavorable y malo.

Las situaciones correspondientes a la valoración de muy favorable son las siguientes:

- Tramos acantilados de varios kilómetros ininterrumpidos
- Acantilados y subtramos costeros no orientados en las direcciones más efectivas del oleaje. En el caso de rocas muy alteradas o intensamente fracturadas.
- Paredes convexas orientadas hacia el sur
- Acantilados en materiales poco resistentes, pero que evolucionan en tipo “retroceso diferencial” a partir de fracturas o contactos, y de manera gradual
- Acantilados con potencias supramareales hectométricas
- Gran Abundancia y diversidad de geofomas internas en los acantilados
- Costa extremadamente recortada
- Ambientes macromareales
- Muy Alta frecuencia de oleajes de tormenta (altura de ola significativa en más del 7% de los casos superior a 7 metros), régimen anual de altura significativa de ola que supera en más del 50% de los casos los 2,5 metros
- Acantilados en los que aparece más del 75% de las comunidades posibles en un acantilado costero del hábitat
- Ausencia de ocupación humana

Entre las situaciones muy desfavorables se mencionan explícitamente relaciones con actividades humanas:

- Presencia de viviendas de residencia secundaria turística o de primera residencia en primera línea de costa, con densidades bajas pero instaladas en la franja de los 200 metros desde el acantilado
- Existencia de presas –u otras obras de corte de flujos sedimentarios fluviales continentales- en algunos de los cursos fluviales de los que alimentan las células en las que se encuentran los tramos costeros de estudio
- Densidades de ocupación humana altas
- Construcciones en una franja de los 100 metros desde el límite del acantilado

Queda por relacionar hasta qué punto cada una de las situaciones señaladas anteriormente depende de procesos estrictamente naturales y cuáles pueden estar influidas por la actividad antrópica. En cualquier caso, no hay una tipología cuantitativa de estados de conservación. Algo muy similar ocurre con los acantilados macaronésicos, para los cuales se proponen un total de 27 variables, de las que trece (48,1%) abordan cuestiones relativas a las formas del relieve, diez (37%) tratan aspectos de vegetación y fauna y cuatro (14,8%) versan sobre asuntos antrópicos. Según su tipo, catorce de esas variables (52 %) son estructurales frente a trece (48%) que se catalogan como funcionales. Como comentan los propios autores “procede consignar que los adjetivos para calificar esos estados como *favorable*, *desfavorable-inadecuado* y *desfavorable-malo* no son los que mejor expresan, por lo general, el contenido y el papel desempeñado por la variable analizada en la calidad de los acantilados”.

VARIABLES PARA LA EVALUACIÓN DE LOS ACANTILADOS CANARIOS (1250)

A) FACTORES DE LAS FORMAS DE RELIEVE

- FACTOR A.1. VARIABLES ESTRUCTURALES

FACTOR A.1.1. Fundamentos geomorfológicos

Variable A.1.1.1: Desarrollo espacial

Variable A.1.1.2: Topografía

Variable A.1.1.3: Morfología

FACTOR A.1.2. Componentes estructurales

Variable A.1.2.1: Desarrollo temporal del volcanismo

Variable A.1.2.2: Litología

Variable A.1.2.3: Estructuras volcánicas

- FACTOR A.2. VARIABLES FUNCIONALES

FACTOR A.2.1. Dinámica litoral

Variable A.2.1.1: Oleaje

Variable A.2.1.2: Marea

Variable A.2.1.3: Acción hidráulica de las olas

Variable A.2.1.4: Grado de funcionalidad

FACTOR A.2.2. Dinámica terrestre

Variable A.2.2.1: Dinámica fluvio-torrencial

Variable A.2.2.2: Dinámica de vertientes

Variable A.2.2.3: Riesgo volcánico

B) FACTORES DE LA VEGETACIÓN Y DE LA FAUNA

- FACTOR B.1. VEGETACIÓN

FACTOR B.1.1. VARIABLES ESTRUCTURALES

FACTOR B.1.1.1. Composición florística y fisonomía de la vegetación

Variable B.1.1.1.1: Orientación general de los acantilados

Variable B.1.1.1.2: Altitud de los acantilados

Variable B.1.1.1.3: Sustrato volcánico (piroclástico y lávico)

Variable B.1.1.1.4: Disposición estructural y rasgos texturales externos de los materiales volcánicos

FACTOR B.1.2. VARIABLES FUNCIONALES

FACTOR B.1.2.1. Interacciones de la dinámica terrestre

Variable B.1.2.1.1: Procesos de erosión torrenciales

Variable B.1.2.1.2: Procesos de caída por gravedad

Variable B.1.2.1.3: Reanudación de la actividad volcánica

- FACTOR B.2. FAUNA

FACTOR B.2.1. VARIABLES ESTRUCTURALES

FACTOR B.2.1.1.

Variable B.2.1.1.1: Disposición estratigráfica de los materiales

Variable B.2.1.1.2: Exposición y pendiente de los acantilados

FACTOR B.2.2. VARIABLES FUNCIONALES

FACTOR B.2.2.1. Dinámica terrestre

Variable B.2.2.1.1: Procesos activos de pendiente

C) FACTORES DE LA INTERVENCIÓN HUMANA

- FACTOR C.1. VARIABLES ESTRUCTURALES

FACTOR C.1.1. Expansión del dominio edificado

Variable C.1.1.1: Edificación en el frente litoral

Variable C.1.1.2: Adelantamiento de la línea de costa

- FACTOR C.2. VARIABLES FUNCIONALES

FACTOR C.2.1. Eliminación de residuos

Variable C.2.1.1: Vertidos aguas residuales

Variable C.2.1.2: Vertido de hidrocarburos

B) Sistemas dunares

En el caso de los sistemas dunares, la determinación del área de distribución implica tener en consideración la altimetría y su carácter muy dinámico, por lo que conviene cubrir épocas históricas pasadas. Las técnicas de medición se pueden clasificar en directas o topográficas de campo (Teodolito, Estación Total o GPS diferencial) o indirectas (fijas o móviles). No obstante, aunque hay estudios particulares sobre cambios morfogenéticos recientes en sistemas dunares, no existe una cartografía detallada adecuada a las necesidades de la Directiva 92/43/CEE.

Para la evaluación de la estructura y función, lo habitual es utilizar procedimientos basados en un conjunto de parámetros o variables representativas. En la actualidad no existe un único índice o procedimiento unitario. En el proyecto de Bases ecológicas se incluye un procedimiento de evaluación global de un sistema dunar, que se compone de 72 variables agrupadas en diversos factores: morfosedimentarios, de incidencia marina y litoral, de incidencia eólica, ecológicos y de cobertura vegetal y de presión antrópica (Tabla 1). Se ha diferenciado entre variables de obligada cuantificación, cuyos valores oscilan entre 0 y 4, y variables recomendadas o de interés secundario, cuyos valores oscilan entre 0 y 2.

El procedimiento para la evaluación global de la estructura y función del sistema dunar implica un sumatorio de los puntos obtenidos para cada variable analizada. Valores entre 161 y 240 suponen una calificación de favorable, entre 81 y 160 la calificación es de desfavorable-inadecuado y menos de 80 implica un estado desfavorable-malo. El procedimiento también comprende un sistema sencillo de evaluación de la representatividad de los resultados, basado en el número total de variables analizadas. Más de 49 variables supone una representación suficiente y menos de 24 una insuficiente.

MORFOSEDIMENTARIOS	INCIDENCIA MARINA Y LITORAL
1. Superficie del sistema dunar (en has)	1. Anchura media de la zona intermareal (en m)
2. Longitud del sistema dunar activo (en km)	2. Anchura media de la playa seca (en m)
3. Anchura del sistema dunar activo (en km)	3. Tendencia costera, últimos 10 años (en m/año; avance: > 0; retroceso: < 0)
4. Altura modal de las dunas del sistema dunar costero (en m)	4. Aporte sedimentario a la playa en los últimos 10 años (estimación)
5. Altura máxima de las dunas del sistema dunar costero (en m)	5. Afloramientos rocosos en la playa (últimos 10 años)
6. Pendiente media de las dunas del sistema dunar activo (en grados)	6. Superficie relativa de los cortes y roturas en el frente dunar debidos al oleaje
7. Número de cordones dunares paralelos	7. Evolución de la anchura media de las roturas del frente dunar, últimos 10 años
8. Grado de fragmentación del sistema dunar	8. Granulometría del sedimento de la playa seca (en unidades phi)
9. Superficie relativa de las depresiones interdunares húmedas	9. Número de barras arenosas sumergidas o emergidas
10. Volumen de arena del sistema dunar (en millones de m ³)	10. Presencia de <i>Posidonia oceanica</i>
11. Granulometría media del sistema dunar (en unidades phi)	11. Porcentaje de frente dunar con escarpes erosivos debidos al oleaje
12. Profundidad media del nivel freático	12. Estado modal de la playa
INCIDENCIA EÓLICA	ECOLÓGICOS Y DE COBERTERA VEGETAL
1. Clasificación de Hesp (1988)	1. Cambio en la cobertera vegetal, en los últimos 10 años (variación de porcentaje de duna cubierta).
2. Porcentaje de playa seca ocupado por dunas embrionarias	2. Continuidad en las sucesiones vegetales
3. Porcentaje de superficie dunar ocupado por blowouts	3. Conectividad a escala de paisaje entre distintos hábitats
4. Porcentaje de superficie dunar ocupado por mogotes o <i>hummocks</i> arenosos	4. Porcentaje de especies de tipos I y II en los 100 m a sotavento de la duna secundaria
5. Porcentaje de la duna secundaria ocupado por pasillos de deflación	5. Porcentaje de especies de tipo II a barlovento de la duna secundaria
6. Profundidad de los pasillos de deflación, en porcentaje de altura de la duna secundaria	6. Presencia de conejos
7. Tendencia del frente dunar, últimos 10 años (en m/año; avance: > 0; retroceso: < 0)	7. Presencia de invertebrados y reptiles en el sistema dunar
8. Aumento/disminución de la anchura de los blowouts (en %, últimos 10 años)	8. Presencia de nidos de aves costeras en el sistema dunar
9. Superficie de la playa seca cubierta por gravas y/o conchas	9. Porcentaje de especies exóticas en los cordones dunares activos
10. Porcentaje de ladera de barlovento de la duna secundaria cubierta de vegetación	10. Porcentaje de plantas con raíces expuestas en el frente dunar
11. Porcentaje de superficie dunar cubierto por mantos eólicos sin consolidar	11. Porcentaje de playa seca cubierto por especies de tipo III
12. Tasa de transporte eólico de arena hacia el interior del sistema dunar	12. Porcentaje de eliminación antrópica de cobertera vegetal

Tabla 1. Variables propuestas para la evaluación de la estructura y función de un sistema dunar.

c) Estuarios

Los estuarios son sistemas que están totalmente cubiertos con la aplicación de la Directiva Marco del Agua, ya que se consideran masas de agua de transición. Por ello, tanto para la determinación del área de distribución como para la evaluación de la estructura y función pueden utilizarse los procedimientos que se están desarrollando para esta Directiva. Con respecto a la delimitación del área se han seguido criterios relativamente diferentes en las distintas confederaciones (Galicia, Cantabria, Asturias, País Vasco o estuarios mediterráneos).

En Cantabria, por ejemplo, se procedió mediante un SIG específico a la delimitación de los límites interior, exterior y lateral siguiendo los siguientes criterios:

- El límite interior (continental) del estuario considerado como límite teórico entre las aguas de transición y las aguas fluviales se localiza en el punto más interno en el que se deja sentir la influencia de la marea.
- El límite exterior (marino) se estableció en base en criterios fisiográficos, considerando la línea que une las puntas de cada parte de la desembocadura, ya fuera ésta de naturaleza artificial o natural, rocosa o arenosa.
- Los contornos o límites laterales se han delimitado considerando la cota máxima de alcance de la marea. Además, no se consideró como parte de las aguas de transición o estuarios aquellas zonas que, aunque están incluidas dentro del Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT) no son inundables por la marea.

Para la evaluación de la estructura y función se han propuesto cuatro parámetros biológicos (Fitoplancton, Vegetación acuática sumergida y emergida, Macroinvertebrados bentónicos y Fauna ictiológica (País Vasco)) y seis físico-químicos: Temperatura, Condiciones de acidificación, Oxígeno disuelto, Estado de los nutrientes, Salinidad y conductividad y Grado de penetración de la luz. De momento no se han contemplado variables hidromorfológicas. Algunas limitaciones a esta propuesta de variables son que no han finalizado todavía los trabajos de implementación europeos o que las confederaciones utilizan procedimientos diferentes para evaluar los distintos factores.

D) Grandes calas y bahías poco profundas

La determinación del área de distribución debe realizarse sobre una base cartográfica de suficiente detalle para no otorgar cifras demasiado aproximadas: área comprendida entre el límite exterior, definido por la línea recta que une los dos extremos que unen la concavidad, y el límite interior, que viene dado por la altura media de las mareas y hasta donde llega el efecto del spray marino.

La técnica más adecuada consiste en la utilización de la cartografía batimétrica de mayor resolución posible (con una equidistancia entre las isobatas de 1, 5 y 10 metros como máximo). Aunque la superficie de este hábitat se considera como la superficie de fondo marino, también se recomienda prudente la utilización de cartografía topográfica (a escalas 1/1.000, 1/5.000 y 1/25.000 en caso de ausencia de las dos anteriores) para establecer perfectamente los márgenes de las grandes calas y bahías, así como también la de poder caracterizar las zonas de plataforma litoral (shore platforms) sumergida o semi-sumergida que en las zonas con algún rango mareal pueden llegar a tener una gran importancia en cuanto a su extensión.

Para la evaluación de la estructura y función se ha propuesto un protocolo basado en la medición de 17 variables: dos de dinámica y clima marítimo, nueve para el factor físico-químico y las restantes como factores biológicos.

Erosión /Acreción de sedimento (en praderas de angiospermas).
Caracterización del régimen mareal
Temperatura
Salinidad
Oxígeno
Transparencia del agua
Sedimentación total
Sedimentación orgánica
Concentración de nutrientes
Aportes de Nutrientes a las comunidades bentónicas de la bahía o cala
Concentración de ácido sulfídrico en el sedimento
Macroinvertebrados bentónicos de sustrato blando
Fitoplancton/ Concentración de Chl- a
Aparición y frecuencia de Blooms de microalgas tóxicas - HABs
Límite profundo de praderas de angiospermas marinas
Límites superficiales de praderas de angiospermas marinas.
Presencia y abundancia de macroalgas que puedan deteriorar las praderas de angiospermas marinas

Variables propuestas en el protocolo de evaluación de la estructura y función.

El protocolo global a escala de estación es sencillo y supone considerar un estado favorable sólo cuando todas las variables se han catalogado en este estado. Por el contrario, el estado se considera desfavorable-malo si al menos una variable biológica o ambiental se ha valorado en este estado. A escala del conjunto de la bahía, el estado favorable sólo se alcanza si el estado de todas las estaciones es favorable y es desfavorable-malo si este estado se ha encontrado al menos en dos estaciones.

E) Arrecifes

Los arrecifes son un tipo de HIC de difícil estimación que podría ocupar entorno a los 15.000 y 20.000 km². Su considerable extensión y los problemas derivados de la falta de una cartografía homogénea de los fondos marinos, realizada con el suficiente detalle impiden establecer ahora procedimientos para evaluar el área de distribución.

Con relación a la evaluación de la estructura y función, la considerable diversidad estructural de los enclaves en los que se encuentra este tipo de hábitat y la falta de información para muchas variables, no permite generar un protocolo con una tipología de estados de conservación basado en valores umbrales cuantitativos. Entre los factores que habría que tener en cuenta se pueden considerar: Extensión del arrecife, Extensión de comunidades características / notables, Diversidad de comunidades, Diversidad específica por comunidades, Representatividad especies características / notables, Productividad biomasa algal, Parámetros físico-químicos o Calidad del agua.

2.1.1.4.2. Determinación de presiones y amenazas

Las acciones humanas que tienen mayor incidencia en las modificaciones de las áreas litorales son las siguientes: construcción de pantanos en los ríos que retienen los sedimentos fluviales, con lo que disminuye la cantidad de materiales que llegan al mar; la extracción de sedimentos de la propia playa; la construcción de estructuras artificiales (puertos, espigones, etc) y la destrucción de las dunas litorales. A esto habría que añadir la probable subida del nivel del mar como consecuencia del recalentamiento global por efecto invernadero.

A) Acantilados

Como se comentó en el apartado de evaluación del estado de conservación, en el caso de los acantilados y otros hábitats marinos como los arrecifes no hay todavía suficiente información para diseñar protocolos basados en variables caracterizadas por valores umbrales cuantitativos. Sin embargo, en el intento de definir situaciones catalogables como favorables o desfavorables, además de las relacionadas con la estructura y el dinamismo, se han incluido otras directamente relacionadas con los efectos de las actividades humanas, tal como se recoge a continuación.

- Presencia de viviendas de residencia secundaria turística o de primera residencia en primera línea de costa, con densidades bajas pero instaladas en la franja de los 200 metros desde el acantilado.
- Existencia de presas –u otras obras de corte de flujos sedimentarios fluviales continentales- en algunos de los cursos fluviales de los que alimentan las células en las que se encuentran los tramos costeros de estudio.
- Densidades de ocupación humana altas
- Construcciones en una franja de los 100 metros desde el límite del acantilado
- Contaminación química Considerable

- Dominio de especies bioinvasoras y / o exóticas
- Presencia de monte arbolado con eucaliptos y géneros de igual impacto bioclástico en el techo de o vertiente de los acantilados / o de especies animales zapadoras
- Uso industrial
- Uso turístico / recreativo masivo
- Usos urbanos y residenciales densos
- Vertientes o techos de acantilado con ocupación industrial y tránsito de sustancias, deshechos o vehículos peligrosos derivados de dicha actividad
- Vertientes o techos de acantilado con ocupación industrial, vertederos urbanos o piscifactorías, y de tránsito de sustancias, deshechos o vehículos peligrosos derivados de dicha actividad
- Existencia de polígonos de viviendas u ocupación densa de viviendas de promoción individual en la franja costera de los 200 metros desde el límite del acantilado, alcanzando la primera línea de costa
- Lugares con concentración de aguas superficiales de escorrentía y / o canalización o modificación de cursos hídricos pequeños o medianos
- Tramos costeros con traídas locales comunitarias o con un número elevado de pozos u otro tipo de captación de aguas subterráneas para consumo humano
- Base de acantilados frecuentados por el turismo o las actividades deportivas
- Techos de acantilados frecuentados por el tránsito elevado de personas y / o vehículos
- Construcciones al borde del acantilado
- Existencia de presas –u otras obras de corte de flujos sedimentarios fluviales continentales- en los grandes ríos conectados sedimentariamente con los tramos costeros de estudio
- Presencia masiva de macro-residuos sólidos, aspecto de vertedero
- Contaminación química muy elevada
- Existencia de espigones de gran envergadura –u otras obras portuarias de corte de flujos sedimentarios en la costa-
- Presencia de altos índices de contaminación por hidrocarburos

Con respecto a los acantilados canarios, también hay que tener en cuenta el efecto importante de la redistribución de la población cerca del dominio costero, lo que implica que más de la mitad del perímetro insular está ocupado por continuo urbano y periurbano falto de planificación. Para evaluar las perspectivas de futuro se proponen procedimientos como las “listas de chequeo”, las matrices causa-efecto y diagramas de flujo. Se recomienda, en cualquier caso, la creación de una base de datos que recoja los impactos ambientales, distinguiendo entre los que alteran el sustrato y formas de relieve y los que afectan a la vegetación y fauna, además de incluir el área afectada y el inicio de la afección.

B) Sistemas dunares

Las actividades humanas que generan degradación y destrucción de sistemas dunares son las actividades de ocio: tránsito de personas, vehículos (motocicletas de trial y todoterrenos, aparcamientos incontrolados e incremento

de vertidos y los procesos de urbanización (segundas residencias, hoteles, zonas industriales, etc.).

Además, hay que añadir la disminución de los aportes sólidos y extracciones de áridos y la alteración de los parámetros de dinámica marina por obras de ingeniería (espigones perpendiculares a la costa) así como la invasión de especies exóticas.

En el procedimiento para evaluar la estructura y función se incluyen 12 variables para evaluar el factor de incidencia humana:

1. Control de paso y estacionamiento de vehículos
2. Instalación de captadores de arena en el frente dunar
3. Control de acceso, aislamiento, cerramiento
4. Nº pasarelas de acceso elevadas (por cada 500 m de longitud de dunas)
5. Revegetación de áreas móviles
6. Paneles informativos (nº por cada 500 m de longitud de sistema dunar)
7. Protección legislativa
8. Vigilancia
9. Regeneración artificial de la playa
10. Control de paso de caballos
11. Plan de control de la población de conejos
12. Plan de ordenación de usos que incluye la protección dunar

C) Estuarios

De igual forma que para el resto de las masas de agua superficiales, para cada estuario deben llevarse un procedimiento de evaluación del riesgo a partir del análisis de las presiones y de los impactos, tal como se indica en la tabla siguiente.

		Presión			
		Nula	Baja	Media	Alta
Impacto (estado ecológico)	Muy bueno	Sin riesgo	Sin riesgo	Sin riesgo	En riesgo
	Bueno	Sin riesgo	Sin riesgo	En riesgo	En riesgo
	Moderado	Sin riesgo	En riesgo	En riesgo	En riesgo
	Deficiente	En riesgo	En riesgo	En riesgo	En riesgo
	Malo	En riesgo	En riesgo	En riesgo	En riesgo

Al igual que ocurre con la evaluación del estado de conservación, la determinación de presiones y amenazas dependerá de los procedimientos empleados en las distintas demarcaciones hidrográficas. Algunas como la Agencia Catalana de Agua establece procedimientos cuantitativos para evaluar las presiones, atendiendo a factores de alteraciones morfológicas, alteraciones

del régimen de caudales, usos del suelo en márgenes o fuentes puntuales y fuentes difusas de contaminación.

D) Grandes calas y bahías poco profundas

No existe todavía un procedimiento estandarizado sobre las herramientas de determinación de presiones e impacto. El análisis de presiones se realizará a partir de los métodos existentes, que son guías de aplicación que hacen una aproximación a aquellas presiones que se consideran más relevantes:

- Contaminación: Nutrientes, contaminantes específicos (metales y compuestos orgánicos), sedimentos contaminados.
- Alteración del régimen hidrológico de la dinámica marina.
- Cambios en la morfología del sistema: sedimentos alterados, procesos de dragados, canalización de aportes de agua, pérdida de superficie intermareal, amarres.
- Cambios en el uso de recursos, cambios en la biodiversidad.

2.1.1.4.3. Establecimiento y aplicación de medidas de conservación

En lo que se refiere al sistema costero, el marco estratégico de conservación tiene una fuerte componente intersectorial, siendo conveniente tener en cuenta la Recomendación del Parlamento Europeo sobre la Gestión Integrada de las Zonas Costeras (GIZC). Entre 2006 y 2007 la Comisión ha revisado las experiencias europeas derivadas de la implementación de esta recomendación, las cuales se ha plasmado en la Comunicación de la Comisión COM (2007) 308 final. En dicha comunicación, la Comisión resume la problemática inherente al sistema costero:

“Las zonas costeras son de importancia estratégica para la Unión Europea. En ellas vive un gran porcentaje de ciudadanos europeos y son fuente fundamental de alimentos y materias primas, así como un enlace vital para el transporte y el comercio, lugar de algunos de nuestros hábitats más valiosos y destino predilecto para el tiempo de ocio¹⁰. Sin embargo, el atractivo de las zonas costeras está sometido a una presión cada vez mayor: los recursos costeros están agotados más allá de su capacidad de carga, la escasez de espacio genera conflictos entre los usos, hay grandes variaciones estacionales de población y empleo, y los ecosistemas naturales que apoyan las zonas costeras están degradándose. Las zonas costeras están especialmente expuestas a riesgos, agravados por los posibles impactos del cambio climático. La posible subida del nivel del mar incrementa la probabilidad de temporales, aumenta el riesgo de erosión costera e inundaciones, acarrea intrusión salina en las zonas terrestres y pone aún más en peligro zonas de amortiguación naturales, como los humedales. Sectores económicos importantes para las costas, como el turismo, la pesca y la agricultura figuran entre los más vulnerables a posibles cambios del clima. La vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales de las costas ha aumentado debido al desarrollo y la urbanización incesantes en las inmediaciones de los litorales, a la falta de espacio para adaptarse a la subida del nivel del mar y al déficit crónico de equilibrio sedimentario”.

En dicha comunicación se comentan aspectos importantes como son:

- La mayoría de las estrategias nacionales elaboradas en cumplimiento de la Recomendación GIZC UE se adoptaron en 2006 y su puesta en práctica no ha hecho más que empezar.
- Los informes nacionales sobre la GIZC proporcionan pocos indicios de que existan mecanismos efectivos de aplicación.
- Un problema más fundamental sigue siendo lograr un apoyo y un compromiso efectivos a largo plazo para la integración, en un contexto de administraciones organizadas con criterios predominantemente sectoriales.
- La aplicación de la Recomendación GIZC UE pone de manifiesto también diferencias en la interpretación y la comprensión de la GIZC en Europa.
- Temas prioritarios: adaptación al cambio climático y riesgos y gestión de la interfaz tierra-mar y de las zonas marinas.
- Integración con la Directiva 2008/56/CE (Directiva Marco sobre la Estrategia Marina)

Objetivos de la GIZC

- a) facilitar, por medio de una planificación racional de las actividades, el desarrollo sostenible de las zonas costeras, garantizando que se tengan en cuenta el medio ambiente y los paisajes de forma conciliada con el desarrollo económico, social y cultural;
- b) preservar las zonas costeras en beneficio de las generaciones presentes y futuras;
- c) garantizar la utilización sostenible de los recursos naturales, en particular en lo que respecta al uso del agua;
- d) garantizar la preservación de la integridad de los ecosistemas costeros así como de los paisajes costeros y de la geomorfología costera;
- e) prevenir y/o reducir los efectos de los riesgos naturales y en particular del cambio climático, que puedan ser debidas a actividades naturales o humanas;
- f) garantizar la coherencia entre las iniciativas públicas y privadas y entre todas las decisiones de las autoridades públicas, a escala nacional, regional y local, que afectan a la utilización de la zona costera.

Por último, en 2008, las Partes Contratantes del Convenio de Barcelona procedieron a la firma del Protocolo relativo a la Gestión Integrada de las Zonas Costeras del Mediterráneo. En el Artículo 10 se establecen medidas para ecosistemas costeros particulares, en el Artículo 11 se incluyen los paisajes y en el artículo 13 las islas. Con respecto a los ecosistemas costeros particulares se señala lo siguiente:

+ Humedales y estuarios

Además de la creación de zonas protegidas y con miras a impedir la desaparición de los humedales y los estuarios, las Partes, deberán:

- a) tener en cuenta la función ambiental, económica y social de los humedales y los estuarios en las estrategias costeras nacionales y los planes y programas costeros, y en el momento de otorgar autorizaciones;
- b) adoptar las medidas necesarias para reglamentar o, de ser necesario, prohibir las actividades que puedan provocar efectos adversos en los humedales y estuarios;
- c) proceder, en la medida de lo posible, a la restauración de los humedales costeros degradados a fin de reactivar su función positiva en los procesos ambientales costeros.

+ Hábitats marinos

Las Partes, reconociendo la necesidad de proteger las zonas marinas que albergan hábitats y especies con alto valor de conservación, independientemente de su clasificación como zonas protegidas, deberán:

- a) adoptar medidas para garantizar, mediante la legislación, la planificación y la gestión, la protección y la conservación de las zonas marinas y costeras, en particular las que albergan hábitats y especies cuya conservación representa un gran valor;
- b) comprometerse a estimular la cooperación regional e internacional de manera que se apliquen programas comunes de protección de los hábitats marinos.

+ Bosques y zonas boscosas del litoral

Las Partes adoptarán medidas encaminadas a preservar y a promover los bosques y las zonas boscosas del litoral, en particular, fuera de las zonas especialmente protegidas.

Dunas

Las Partes adoptarán medidas para preservar y, en la medida en que sea posible, rehabilitar de manera sostenible las dunas y cordones.

Otras estrategias de ámbito marino que hay tener en cuenta para adoptar un marco estratégico integrado son El Convenio para la Protección del Mediterráneo, la Estrategia Mediterránea para el Desarrollo Sostenible y el Convenio OSPAR sobre la protección del medio ambiente marino del Atlántico Nordeste.

A continuación se incluyen recomendaciones y medidas de conservación para hábitats marinos de importancia superficial como son los acantilados, los sistemas dunares, los estuarios o las grandes calas y bahías poco profundas.

A) Acantilados

Un decálogo de buenas prácticas se referencia a continuación:

- Ante cualquier actuación a realizar en un acantilado deberá ser obligado realizar un estudio geomorfológico y biogeográfico profundo, acompañado de un análisis concreto de capacidad de carga para la citada actividad.
- Respeto por la normativa urbanística costera, aplicable por la Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas, y su Reglamento General, que establece una distancia de cien metros desde la línea de bajamar como zona de dominio público. Vigilancia del desarrollo de la actividad turística y especulación inmobiliaria asociada a la recalificación del suelo y a la edificación.
- Conservar las playas de pie de acantilados como medida para la conservación futura de las propias vertientes costeras.
- Establecer planes especiales morfosedimentarios e hidrodinámicos de los sectores de acantilados frágiles y dinámicos.
- Anular la posibilidad de ajardinamientos en las proximidades de acantilados, para mantener la vegetación natural de los mismos.
- Control de vertederos municipales.
- Control en la introducción de plantas exóticas
- Programas educativos

B) Sistemas dunares

Entre las recomendaciones para mantener o restaurar el estado de conservación favorable se incluyen las siguientes.

- Apoyar todas las iniciativas que conduzcan a reducir el efecto invernadero para paliar la probable subida del nivel del mar. Señalar la necesidad de regenerar complejos dunares, allí donde sea posible
- Dragado selectivo de los rellenos sedimentarios de embalses y el posterior uso de los áridos obtenidos para labores de regeneración de playas y dunas. Prohibir cualquier uso de las arenas de cauces de ríos y de playas excedentarias.
- Incrementar las restricciones a la hora de permitir la construcción de nuevos espigones, puertos deportivos o de permitir la ampliación de los puertos comerciales ya existentes.
- Fijación adecuada de dunas móviles

- Canalizar el acceso de personas mediante un número reducido de pasarelas de madera o de otro tipo, y vallas. Creación de senderos mediante la colocación de estacas a bastante profundidad. Añadir carteles con información sobre la importancia del ecosistema y detalles de la ecología de la zona.
- Incrementar la vigilancia para prevenir los asentamientos urbanos dentro del Dominio Público Marítimo Terrestre

C) Estuarios

Las principales recomendaciones para la conservación de los estuarios son:

- Determinar un régimen de aportaciones de agua dulce para mantener los gradientes de salinidad dentro del rango natural de variación.
- Restaurar el régimen mareal en el caso que esté alterado totalmente o parcialmente por la presencia de infraestructuras.
- Restaurar los humedales circundantes, con el objetivo de recuperar la diversidad biológica y mejorar la calidad del agua del estuario.
- Reducir las entradas de contaminantes mediante medidas en origen (reducción de vertidos) y mediante la mejora de los procesos de depuración.
- Desarrollar estudios y programas de control para las principales especies invasoras.
- Desarrollar programas de educación ambiental y de participación para implicar a la población local en la gestión y conservación de los estuarios.
- Aumentar el estatus de protección de aquellas zonas del estuario que por sus valores biológicos lo requieran para minimizar los impactos antrópicos.
- Controlar las actividades de explotación de los recursos biológicos de los estuarios (marisqueo, pesca, navegación, caza, etc.), realizando planes sectoriales para la gestión sostenible de dichas actividades

D) Grandes calas y bahías poco profundas

La conservación de este hábitat depende de la conservación de cada uno de los hábitats, tanto marinos como terrestres, que integran el mosaico de las grandes calas y bahías poco profundas:

costas acantiladas (hábitat 1230, 1240 y 1250), las playas de arena (hábitat 1210), marismas y saladares (hábitat 1310, 1320, 1330, 1410 y 1420), lagunas costeras (hábitat 1150), fondos marinos arenosos y praderas submarinas de fanerógamas (hábitat 1110 y 1120), fondos emergidos en marea baja (hábitat 1140), sustratos rocosos sumergidos (hábitat 1170), sistemas de dunas (hábitat 2110, 2120, 2130, 2150, 2190, 2210, 2230, 2240, 2250, 2260, 2270), cuevas marinas sumergidas y semi-sumergidas (8330), y todos aquellos hábitat descritos y reconocidos con una connotación, de diferente nivel, de tipo litoral o marina.

En síntesis, pueden indicarse las siguientes medidas para la conservación de los hábitats marinos en general:

- Cumplimiento estricto de la legislación vigente.
- Gestión activa para la conservación de los hábitats marinos en aquellos LICs donde estén presentes. Para ello es necesario completar la información que sobre ellos se contiene en los formularios oficiales de los mismos, la cual es muy deficiente.
- Ampliar a determinados fondos de altamar (sobre todo cañones y promontorios submarinos) la red de espacios de la Red Natura 2000.
- La prohibición efectiva de la pesca de arrastre por encima de la isobata de 50 m es necesario hacerla extensiva a determinadas zonas donde se han detectado comunidades bentónicas de alta diversidad propias del hábitat arrecifes o de fondos de maërl.
- Establecer unos límites a la “capacidad de carga” de la franja litoral (referida a la capacidad residencial), por encima de la cual la conservación de los hábitat presentes en su entorno no es posible dentro de unos límites razonables. En la mayor parte de la costa mediterránea esta capacidad de carga ya se ha sobrepasado.
- Prohibición del marisqueo libre en todo el litoral.
- Limitar el número de buceadores/día en aquellos lugares de reducida extensión que alberguen comunidades bentónicas muy diversas y a la vez sensibles a la erosión del aleteo.
- No deben instalarse plantas desalinizadoras dentro de aquellos LICs que cuenten con una buena representación de los hábitats 1170 (arrecifes) o 1120 (praderas de *Posidonia*).
- Debe evitarse la generación de nuevas playas donde nunca las hubo a través de la extracción de áridos y limitarse, en la medida de lo posible, la regeneración de las ya existentes.
- Debe limitarse al máximo la creación de nuevas estructuras ganadas al mar, sobre todo los espigones perpendiculares a la costa y que alteran el sistema de corrientes litorales.
- Debe disponerse de los medios necesarios para responder de forma adecuada a una eventual marea negra.
- Debe incidirse en el mejor conocimiento, a través de la investigación, de todo lo relacionado con la biodiversidad marina y con los procesos en los que ésta está involucrada.
- Es necesaria la creación de una red de estaciones de control de determinados parámetros fisicoquímicos de la columna de agua y de determinados procesos biológicos (eventos esporádicos de mortandades masivas, plagas, mareas rojas, proliferación de mucílago), que actúen de una manera coordinada y que utilicen los mismos protocolos. La red de estaciones costeras del Instituto Español de Oceanografía y la red de Reservas Marinas del Estado Español constituyen el marco más adecuado para la consecución de este objetivo.

2.1.2. NIVEL 2: LUGAR DE IMPORTANCIA COMUNITARIA

2.1.2.1. Objetivo de conservación

Ya se comentado al principio del capítulo 2 que un LIC debe contribuir de forma apreciable a mantener o restablecer un tipo de hábitat o especie de interés comunitario en un estado de conservación favorable, contribuyendo así de modo apreciable a la coherencia de Natura 2000 y/o contribuyendo de forma apreciable al mantenimiento de la diversidad biológica en la correspondiente región biogeográfica.

Por consiguiente, se considera que el objetivo de conservación adecuado a este nivel es, básicamente, el de mantener (o restaurar en su caso) en un estado de conservación favorable los hábitats y las especies de interés comunitario por las que se designó el lugar⁴². Este objetivo es especialmente relevante en el caso de LIC que son importantes para un determinado tipo de hábitat por diversas razones: porque incluyen un porcentaje superficial considerable, porque están en un buen estado de conservación, porque implican representaciones originales o singulares en el contexto de la región o porque cumplen un papel significativo de conectividad. Así mismo, este objetivo también puede ser muy importante en el caso de LIC destacados por la especial combinación y significación de los hábitats y especies de interés comunitario que alberga, o por que contiene una alta representatividad de la diversidad biológica de la región en la que se encuentre.

En síntesis, el objetivo de que un lugar cualquiera debe mantener los hábitats y las especies de interés comunitario en un estado de conservación favorable puede adquirir una importancia añadida, según la relevancia de la función diferencial de dicho lugar en el contexto de la región biogeográfica en la que se ubique. Dicha función diferencial está obviamente relacionada con el concepto de *integridad* de cada lugar (Artículo 6.3 de la Directiva 92/43/CEE⁴³).

La Comisión Europea (Abril, 2000⁴⁴) señala varias connotaciones para este concepto:

- referencia a un espacio concreto, lo que podría entenderse como su cualidad de único (insustituible): carácter de *unicidad*.
- cualidad o condición de entero o completo

⁴² Estos hábitats y especies se encuentran recogidos en la Base de Datos del Formulario Normalizado Red Natura 2000 (Cntryes.mdb)

⁴³ Artículo 6.3. Cualquier plan o proyecto que, sin tener relación directa con la gestión del lugar o sin ser necesario para la misma, pueda afectar de forma apreciable a los citados lugares, ya sea individualmente o en combinación con otros planes y proyectos, se someterá a una adecuada evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación de dicho lugar. A la vista de las conclusiones de la evaluación de las repercusiones en el lugar y supeditado a lo dispuesto en el apartado 4, las autoridades nacionales competentes sólo se declararán de acuerdo con dicho plan o proyecto tras haberse asegurado de que no causará perjuicio a la integridad del lugar en cuestión y, si procede, tras haberlo sometido a información pública.

⁴⁴ COMISIÓN EUROPEA. (2000). Gestión de espacios Natura 2000. Disposiciones del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE de hábitats.

- resistencia y capacidad de evolucionar en direcciones favorables de conservación (contexto ecológico dinámico)

Incluso se indica lo que podría ser una buena definición de integridad del lugar: *“coherencia de la estructura y función ecológicas del lugar en toda su superficie, o los hábitats, o los complejos de hábitats o poblaciones de especies que han motivado o motivarán su declaración”*. Y se aclara que *“puede decirse de un espacio que presenta un alto grado de integridad si realiza el potencial inherente para cumplir los objetivos de conservación de ese lugar, si conserva su capacidad de autorregeneración y autorrenovación en condiciones dinámicas y si necesita un apoyo de gestión exterior mínimo”*.

Utilizando el carácter de *unicidad* puede pensarse en las características que hacen único (insustituible) un lugar con respecto a los demás⁴⁵:

- a) la combinación de los hábitats y especies que alberga
- b) la importancia para uno o varios hábitats o especies determinados
- c) la diversidad ambiental y/o humana que sustenta o condiciona la existencia de los hábitats y especies

Así mismo, posteriormente la Comisión Europea (2007⁴⁶) señala que *La integridad biológica puede definirse como el conjunto de factores que contribuyen al mantenimiento del ecosistema, incluidos los valores estructurales y funcionales. En el marco de la Directiva sobre hábitats, la integridad biológica de un lugar va ligada a los objetivos ecológicos que motivaron la designación del mismo como parte de la red Natura 2000.*

2.1.2.2. Integridad y función diferencial de cada LIC

El primer proceso que hay que desarrollar en este nivel es identificar, para cada LIC, los elementos que permitan formalizar y estimar el concepto de integridad. Entre ellos, y de forma genérica, se encuentran al menos: a) la distribución espacial de los hábitats y de las especies de interés comunitario⁴⁷, b) los posibles valores de conectividad de la matriz territorial en la que se insertan hábitats y especies y c) el estado de conservación de cada uno de dichos hábitats y especies.

⁴⁵ BIOSFERA XXI. 2004. Diseño de una metodología para la aplicación de indicadores del estado de conservación de hábitats y especies en los espacios integrados en la Red Natura de Aragón. Dpto. de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón. Inédito.

⁴⁶ COMISIÓN EUROPEA, 2007. Documento orientativo sobre el apartado 4 del artículo 6 de la «Directiva sobre hábitats» 92/43/CEE clarificación de los conceptos de soluciones alternativas, razones imperiosas de interés público de primer orden, medidas compensatorias, coherencia global y dictamen de la comisión.

⁴⁷ Con relación a los hábitats, no sólo es conveniente la distribución del ecosistema o biotopo sino también la distribución de las especies típicas correspondientes. En lo que respecta a las especies de interés comunitario (y también a las especies típicas en su caso), la evaluación del estado de conservación implica tomar en consideración los siguientes factores: área de distribución, población y hábitat de la especie.

Con respecto al estado de conservación de los hábitats y especies de interés comunitario a escala de LIC, es obligado indicarlo en la Base de Datos del Formulario Red Natura 2000. En las notas explicativas de dicho formulario se definen los valores de conservación que pueden tomar hábitats y especies.

Para los hábitats, es obligado indicar el grado de conservación de la estructura y de las funciones del tipo de hábitat natural de que se trate y posibilidad de restauración. Este criterio incluye tres subcriterios:

- i) Grado de conservación de la estructura
- ii) Grado de conservación de las funciones
- iii) Posibilidad de restauración

La síntesis del grado de conservación es la siguiente:

A: Conservación excelente

- Estructura excelente, con independencia de la categorización de los dos subcriterios restantes
- Estructura bien conservada y excelentes perspectivas, con independencia de la categorización del tercer subcriterio

B: Conservación buena

- Estructura bien conservada y buenas perspectivas, independientemente de la categorización del tercer subcriterio
- Estructura bien conservada, perspectivas regulares y quizás desfavorables y restauración fácil o posible con un esfuerzo medio
- Estructura mediana o parcialmente degradada, perspectivas excelentes y restauración fácil o posible con un esfuerzo medio
- Estructura mediana o parcialmente degradada, perspectivas buenas y restauración fácil

C: Conservación intermedia o escasa

- Todas las demás combinaciones

En el caso de las especies, uno de los criterios para la evaluación de la importancia del lugar es el de “grado de conservación de los elementos del hábitat relevantes para la especie y posibilidad de restauración”. Este criterio se subdivide en dos, el referente a los “elementos del hábitat” y el relativo a la “posibilidad de restauración”. Aunque no se especifica lógicamente ningún procedimiento, se definen tres categorías por subcriterio. Para el de elementos del hábitat: elementos en excelente condiciones, bien conservados y medianamente conservados o parcialmente degradados. Para el subcriterio de restauración: restauración fácil, posible con esfuerzo medio y difícil o imposible.

La síntesis integrando ambos subcriterios es la siguiente:

A. Conservación excelente: elementos en excelentes condiciones independientemente de la posibilidad de restauración.

B. Conservación buena:

B1- elementos bien conservados independientemente de la posibilidad de restauración

B2- elementos en condición mediana o parcialmente degradada y restauración fácil

C. Conservación media o reducida: todas las demás combinaciones.

Con relación a la función diferencial de cada LIC en el contexto de la correspondiente región biogeográfica, es necesario definir formalmente los criterios que deben aplicarse para establecer, de forma explícita, dicha función diferencial. Dos elementos clave hay que considerar para generar tales criterios: a) la significación regional y local de cada hábitat y especie y b) el grado de *unicidad* regional de la combinación que representa el conjunto de hábitats y especies. Además de estos dos elementos claves, es conveniente establecer un procedimiento estandarizado para analizar la diversidad biológica que alberga cada LIC en el marco de su correspondiente región biogeográfica (ver apartado 2.1.3.2).

2.1.2.3. Presiones y amenazas: Vulnerabilidad y Aislamiento del LIC

El segundo proceso que hay que poner en práctica para caracterizar este nivel es el establecimiento del grado de aislamiento y vulnerabilidad en el que se encuentra cada LIC, como consecuencia de las actividades humanas que se generan en un área geográfica de influencia, variable en función de las características ambientales y socioeconómicas.

El análisis de aislamiento tiene como base conceptual el hecho de que la no existencia de comunidades asignables a los Hábitats de Interés Comunitario en un área de influencia o área inmediata de homogeneidad ambiental, puede significar un cierto grado de aislamiento por lo que un LIC contribuiría a la coherencia de la red mediante la protección de teselas residuales. Así mismo, este probable aislamiento estructural en el seno del paisaje circundante podría verse amplificado por el rápido cambio en la ocupación o usos del suelo. El grado de vulnerabilidad es proporcional al grado de presión antrópica a que puede estar sometido un sitio Natura 2000 en un área de influencia adyacente. Dicha presión no sólo debe estimarse en una etapa actual sino referirse a tasas de cambio en los usos del suelo⁴⁸.

⁴⁸ BIOSFERA XXI. 2006. Análisis de afecciones al sitio propuesto como LIC “Ramblas de Gergal, Tabernas y sur de Sierra Alhamilla” por el proyecto de urbanización de la Finca Chirimías, T.M. Almería. FADESA.

Sebastián Márquez Barroso, Juan Carlos Simón; Roberto Lázaro; Ricardo García; Alberto Ruiz; Maríe Sanjuán; Gabriel del Barrio. 2007. Análisis espacial de las afecciones asociadas a un proyecto de urbanización en un Lugar de Interés Comunitario de la Red Natura 2000 en el sureste árido español. CONAMA 8.

2.1.2.4. Instrumentos de gestión

El tercer proceso a desarrollar para este nivel se refiere a la necesidad de generar instrumentos de gestión para cada espacio de la Red Natura 2000, atendiendo a las particularidades de los hábitats y especies de interés comunitario que alberga así como a las presiones y amenazas a que está, o puede estar sometido, cada ZEC o ZEPA. La ley 42/2007 señala que, para ambos tipos de Espacios Protegidos Red Natura 2000, las CCAA fijarán las medidas de conservación necesarias y que implicarán adecuados planes o instrumentos de gestión y apropiadas medidas reglamentarias, administrativas o contractuales (Artículo 45).

Este punto requiere la realización de un análisis de la adecuación o idoneidad del instrumento de gestión a los objetivos de la directiva para cada lugar, ya que de otro modo la mera existencia de un instrumento de gestión sobre el área ocupada por cada ZEC o ZEPA, o por un conjunto de estos, podría considerarse como suficiente. Como punto de partida se pueden utilizar los contenidos mínimos establecidos para los instrumentos de gestión, desarrollados para Canarias⁴⁹ y que se recogen en el cuadro de texto de la página siguiente.

Otro aspecto a tener en cuenta en este proceso es la atención a la necesidad de evaluar adecuadamente los planes y proyectos que puedan tener una afección significativa sobre la integridad de los lugares (y también sobre la coherencia de la red), en cumplimiento del Artículo 6.3 y 6.4 de la Directiva 92/43/CEE. A este respecto hay que considerar los objetivos de conservación de cada lugar, la definición de interés público de primer orden, la información mínima suficiente, la propuesta de alternativas y las medidas compensatorias⁵⁰.

⁴⁹ BIOSFERA XXI. 2008. Criterios para el desarrollo de la Red Natura 2000 en Canarias. Documento para debate. INTERREG III B. Gobierno de Canarias.

⁵⁰ BIOSFERA XXI. 2007. Guía para la evaluación de afecciones sobre los espacios de la red Natura 2000 (Art. 6.3 y 6.4 de la Directiva 92/43/CEE). Gobierno de Canarias. Inédito.

Contenido mínimo de los instrumentos de gestión

Fuente: BIOSFERA XXI. 2008. *Criterios para el desarrollo de la Red Natura 2000 en Canarias*. Documento para debate. INTERREG III B. Gobierno de Canarias.

Para que tengan la consideración de adecuado instrumento de gestión de los espacios protegidos red Natura 2000, que se menciona en la Ley 42/2007, aunque su denominación fuese otra, (Plan de recuperación de una especie, Plan Director de una Reserva o incluso Plan Insular de Ordenación, etcétera), deberán incluir al menos el siguiente contenido:

- a. Inventario actualizado de los hábitats naturales y de los hábitats y poblaciones de las especies por los cuales han sido declarados y que son objeto de mantenimiento, restauración y/o seguimiento ecológico. Esta información deberá plasmarse en una cartografía de detalle con la distribución valorada de estos elementos, teniendo en cuenta la mejor información técnico-científica disponible en cada momento.
- b. Descripción de las presiones y amenazas que afectan a los objetos de conservación del lugar o lugares para los cuales se redacta el instrumento de gestión, con expresión cartográfica de los ámbitos en los que se extiende.
- c. Definición razonada de objetivos y desglose de objetivos operativos, según sea el caso, orientados específicamente a la restauración ecológica o mantenimiento de las exigencias ecológicas de los hábitats naturales y de los hábitats y poblaciones de las especies presentes en los lugares, que son objeto de protección, o al seguimiento detallado del estado de conservación de los mismos.
- d. Medidas y actuaciones para el mantenimiento o restablecimiento de un estado de conservación favorable de los hábitats naturales y de los hábitats y poblaciones de las especies presentes en los lugares, con expresión cartográfica de las mismas.
- e. Zonificación del lugar en función de los objetivos de gestión y de las medidas y actuaciones propuestas, que establezca un régimen de usos que garantice la conservación de los elementos por los cuales se ha declarado la ZEC o ZEPA. Dicha zonificación tendrá en cuenta la ubicación de hábitats y especies de interés comunitario, su relevancia en el ámbito insular, canario y macaronésico, el estado de conservación inicial (favorable, desfavorable-inadecuado o desfavorable-malo) los usos del suelo u ocupación humana del territorio y otras variables socioeconómicas como la tendencia demográfica, la presión urbanística o la tasa de crecimiento de los diferentes sectores económicos (primario, secundario, terciario). Esta zonificación quedará plasmada a través de la descripción de sus tipologías y del régimen jurídico aplicable, presentando a su vez expresión cartográfica adecuada.
- f. En caso de ser necesario, directrices encaminadas a favorecer la coherencia de la red Natura 2000.
- g. Valoración económica de las medidas y actuaciones propuestas.

2.1.3. NIVEL 3: RED NATURA 2000

2.1.3.1. Objetivo de conservación

El objetivo de conservación que caracteriza este nivel es proteger la coherencia global o la coherencia ecológica de la red. Aunque la Directiva 92/43/CEE no define de forma explícita este concepto hay sugerencias en el marco de la ecología del paisaje, de la conectividad y del concepto mismo de red de espacios.

Un ejemplo es el que define “coherencia ecológica” *como representación suficiente (calidad de los fragmentos, superficie total de los fragmentos, distribución espacial de los fragmentos, permeabilidad del paisaje) de hábitat / especies para asegurar un estado de conservación favorable de las mismas a lo largo de todo su ámbito de distribución natural*⁵¹. Esta definición es ciertamente acertada puesto que incide sobre el factor “representatividad”, el cual está ligado a la función esperada de la Red Natura 2000 que se indica en el Artículo 3.1 de la Directiva 92/43/CEE. No obstante, en el Sistema Red Natura 2000 que se describe en este trabajo, dicha definición de coherencia se corresponde conceptualmente más con el objetivo de conservación del Nivel 1: mantenimiento del estado de conservación favorable a través de la representatividad suficiente de cada hábitat y especie.

Podría considerarse que la coherencia también está ligada al mantenimiento de la integridad ecológica de todos los espacios de la Red Natura 2000, por lo que la coherencia global englobaría además el Nivel 2 del sistema. Si asumimos este concepto más amplio de coherencia, entonces no sólo tiene que haber una representación suficiente y una permeabilidad (conectividad) de la matriz territorial sino que cada uno de los espacios Red Natura 2000, como elementos o unidades (nódulos) de gestión, debe mantener todos los hábitats y las especies de interés comunitario que alberga en un estado de conservación favorable.

La inclusión del concepto de *integridad del lugar* en el concepto de coherencia es consistente si no olvidamos que cada lugar, además, tiene un papel diferencial con respecto a los demás espacios que conforman la red en una región biogeográfica determinada. Esta consistencia se mantiene también si tenemos en cuenta el Artículo 6.4 de la Directiva 92/43/CEE. Este artículo señala que si un plan o proyecto debe realizarse por razones de interés público de primer orden, pese a las repercusiones negativas sobre el lugar y la falta de alternativas, el Estado miembro tomará cuantas medidas compensatorias sean necesarias para garantizar que la coherencia global de Natura 2000 quede protegida. O sea, es fundamental saber de forma explícita cual es la función diferencial del lugar para evaluar adecuadamente cómo las repercusiones

⁵¹ BNF (2005) Conclusions of the workshop "Ecological Networks and Coherence According to Article 10 of the Habitats Directive", Vilm (Germany), 9–13 May 2005

sobre dicho lugar pueden también afectar a la coherencia global de la red. Sólo así podrán determinarse las medidas compensatorias pertinentes.

En resumen, podemos concluir que la coherencia ecológica o global se sintetiza en dos objetivos de conservación específicos: a) la representación suficiente (extensión, calidad de fragmentos y permeabilidad) de cada hábitat y especie de interés comunitario y b) el mantenimiento de la integridad y función diferencial de cada lugar. A su vez, la representación suficiente está asociada al concepto de estado de conservación favorable y a los valores de referencia (ADFR y SFR, ver apartado 2.1.2). De forma complementaria, la delimitación de áreas con mayor valor de conectividad asociadas a cada tipo de hábitat debe utilizarse para delimitar Zonas de Alta Conectividad (ZAC), es decir, zonas del territorio que se caracterizan por ser importantes para la conectividad de varios tipos de hábitat⁵².

No obstante todo lo dicho hasta aquí, existe una posible problemática o disfunción entre el mantenimiento de cada hábitat (y especie) en un estado de conservación favorable y su suficiente representación en el conjunto de LIC designados para una región biogeográfica. Como se ha comentado ya, la Red natura 2000 (el conjunto de LIC para los hábitats) deberá garantizar el mantenimiento (o restablecimiento) en un estado de conservación favorable los tipos de hábitat en su área de distribución natural. Por consiguiente, podemos inferir que si un tipo de hábitat está suficientemente representado en el conjunto de LIC, bastaría con que tales representaciones estuviesen (o se restaurasen) en un estado de conservación favorable. De esta forma, las representaciones ubicadas fuera de los LIC no deberían considerarse relevantes para evaluar el estado de conservación global en el conjunto de su área de distribución. En este sentido, hay que tener en cuenta que, salvo quizás alguna excepción en alguna Comunidad Autónoma, todos los tipos de hábitat se han considerado suficientemente representados en la actual Red Natura 2000. A pesar de ello, la Comisión Europea pide a cada Estado Miembro una evaluación obligatoria del estado de conservación de cada hábitat y especie en el área de distribución natural, y una evaluación opcional en el conjunto de la Red Natura 2000. ¿Podría ocurrir que el estado de conservación fuese diferente en cada ámbito de evaluación? Podría, al menos teóricamente, en aquellos hábitats cuyo porcentaje superficial en la Red Natura 2000 fuese relativamente pequeño, por ejemplo, menor del 25%, que es el valor umbral para considerar un hábitat en estado desfavorable-malo por el factor estructura y función. Si tales situaciones se produjesen, entonces la coherencia de la Red Natura 2000 no garantizaría necesariamente el mantenimiento de todos los hábitats (y especies) en un estado de conservación favorable.

Esta falta de garantía quedaría reforzada si se tiene en cuenta que no se han formalizado unos criterios científicos sólidos para evaluar hasta qué punto un tipo de hábitat está suficientemente representado en el conjunto de LIC. Como es sabido, el establecimiento de unos criterios de representación superficial mínima, de ámbito nacional y comunitario (no totalmente coincidentes al menos en el caso español) ha sido el procedimiento básico utilizado en el transcurso

⁵² ATECMA SL. 2007. Identificación y diagnóstico de la Red de Corredores Ecológicos de la Región de Murcia. Dirección General de Medio Natural. Inédito.

de los seminarios científicos biogeográficos. Es evidente que este procedimiento, aunque aplicado de forma sistemática, puede ser manifiestamente insuficiente para evaluar el grado de suficiencia alcanzado.

2.1.3.2. Evaluación de la Coherencia

El primer proceso que hay que desarrollar para caracterizar este nivel tres es evaluar en que estado se encuentra actualmente la coherencia ecológica y global de la Red Natura 2000. Dicha evaluación implica los siguientes análisis:

a) Identificación de hábitats y especies insuficientemente representados en el conjunto de LIC para una región biogeográfica determinada. Implica definición de criterios para analizar dicha suficiencia. Entre ellos, análisis de conectividad para tipos de hábitats zonales (terrestres) o de conectividad fluvial para tipos de ríos y estimaciones de los valores de referencia (ADFR, SFR o Población Favorable de Referencia –PFR-).

b) Evaluación del estado de conservación de todos los hábitats y especies de interés comunitario en el conjunto de los espacios Red Natura 2000 en cada una de las cuatro regiones biogeográficas. Si la mayor parte de las representaciones de un hábitat o de las poblaciones de una especie se encuentran incluidas en la Red Natura 2000, puede realizarse una extrapolación de los resultados de la Matriz General de Evaluación. Para casos contrarios puede ser necesario la definición de criterios a escala de LIC. Una posibilidad es aplicar los criterios de la Matriz General de Evaluación, aunque sea incluyendo ciertos ajustes. Así mismo, es necesario establecer un procedimiento de evaluación conjunta de hábitats y especies que no se base sólo en el número, sino con otros atributos más significativos como la superficie y/o a la relevancia diferente en función de la rareza, grado de amenaza o fragilidad.

c) Evaluación del conjunto de los espacios Red Natura 2000 en función del grado de integridad individual (implica una integración del análisis anterior) y con base al grado de aislamiento y vulnerabilidad.

d) Identificación de Zonas de Alta Conectividad y análisis de su representatividad en el conjunto de LIC. El ámbito geográfico de análisis debe ser el conjunto de la Península Ibérica (evitando así el efecto sobre los resultados de barreras artificiosas -límites regiones biogeográficas y límite administrativo España-Portugal-) y cada una de las islas mayores de los archipiélagos de Baleares y Canarias.

e) Generación de un mapa de diversidad biológica (escala recomendada de 1 km de resolución). Implica definir unos criterios y un procedimiento estandarizado de cálculo. Caracterización del territorio de cada Región Biogeográfica. Caracterización del conjunto de LIC para cada Región. Este análisis posibilita el establecimiento de la función diferencial de cada LIC (ver apartado 2.1.2.1).

2.1.3.3. Fuerzas motrices que ocasionan pérdida de biodiversidad

El segundo proceso que hay que tratar para caracterizar este tercer nivel es el establecimiento de las fuerzas motrices que están provocando una pérdida continua de biodiversidad en el territorio español, incluso si es posible por región biogeográfica. Aunque los elementos que conforman el Sistema Red Natura 2000 sólo contienen una parte del todo (sólo un subconjunto de hábitats y especies y sólo una parte del territorio), dicha parte es lo suficientemente extensa como para que se vea afectada significativamente por el modelo de desarrollo socio-económico. En otras palabras, la coherencia global de la red puede verse seriamente comprometida (amenazada) por la política sectorial (energía, transporte, agricultura, etc.) generada desde la administración central, gobiernos regionales y Comisión Europea⁵³.

¿Qué provoca los cambios en el medio ambiente europeo?. El informe para la AEMA sobre las perspectivas del medio ambiente europeo menciona que las fuerzas motrices clave incluyen una amplia variedad de desarrollos políticos, culturales, sociales, técnicos, económicos y demográficos, más o menos relacionados entre sí⁵⁴:

- Factores demográficos: cifras de población, envejecimiento, migración y distribución espacial de la población, movilidad e inmigración.
- Factores macroeconómicos: Producto Interior Bruto, acuerdos comerciales y precios de las mercancías a nivel europeo y mundial, ingresos y elasticidad de los precios.
- Factores sectoriales: transporte, energía y agricultura como sectores primordiales en la economía. Desarrollos a largo plazo a nivel mundial, como la globalización frente a la regionalización de las economías nacionales.
- Factores tecnológicos: suministro como demanda de la economía europea y mundial. Eficiencia e innovación en la generación de energía, en la alimentación, en el tratamiento de los residuos o en el transporte.
- Factores sociales y culturales: futura evolución de preferencias y valores sociales, pautas de consumo, modelos de vida, movilidad personal, turismo, educación y movilidad social.
- Factores políticos: desarrollos de los países miembros, de instituciones y políticas nacionales así como acuerdos globales

En el mismo informe se indica que la naturaleza y biodiversidad tiene vínculos fuertes (efectos directos) con la población y su distribución geográfica, con los valores sociales, con las infraestructuras de transporte, con los sistemas de explotación agrícola y ganadera, con la gestión de abonos y pesticidas, con la producción de madera y repoblación forestal, con el turismo o con la gestión de

⁵³ “Hay que subrayar una vez más que no son el planeamiento territorial ni la política ambiental los que ordenan el territorio y manejan el medio ambiente, sino las políticas y las actividades sectoriales ordinarias (...) guiadas por criterios económicos y, en ocasiones, políticos”. (JM Naredo y F. Parra. 2002. Conclusiones y recomendaciones. En: JM Naredo y F. Parra —eds-. *Situación diferencial de los recursos naturales españoles*. Economía VS Naturaleza. Fundación Cesar Manrique.

⁵⁴ Laura Romero Vaquero (Coord.). 2007. *Perspectivas del medio ambiente europeo*. AEMA. Ministerio de Medio Ambiente.

las aguas residuales. Así mismo, hay una retroalimentación fuerte con otras áreas de preocupación medioambiental como son las emisiones de GEI y cambio climático, la calidad del aire y la contaminación atmosférica, el estrés hídrico, las inundaciones y la sequía, la calidad del agua y su contaminación y la calidad del suelo y su degradación. En general, ya se ha visto esta problemática en el apartado 2.1.1., al comentar brevemente los problemas de conservación asociados a los distintos tipos de HIC.

No obstante, es preciso tener en cuenta que la realidad física y biológica del territorio español es marcadamente diferente a la del resto de los países europeos (Tabla 1), así como también lo es en gran parte su problemática social y económica. De hecho, las directrices básicas de desarrollo económico tendentes a la creciente globalización de la economía española junto con la europea y mundial son y serán el problema fundamental para la sostenibilidad de los recursos naturales.

Tal como señalan NAREDO y PARRA⁵⁵:

- La polarización del territorio en áreas en las que se concentran la población y las actividades y en otras aquejadas de despoblación y abandono, con el simultáneo deterioro de ambas, es uno de los principales problemas ambientales que se plantean en nuestro país.

- Las prácticas agrarias y ganaderas han forzado la productividad en ciertas áreas a base de emanciparse de las condiciones del medio y de suplir sus limitaciones con la aportación de suelos más o menos artificiales, de agua de riego, de fertilizantes o de piensos. Este proceso de artificialización creciente ha roto la tradicional adaptación de los aprovechamientos agrarios a la vocación y la dotación de los territorios, ocasionando unas exigencias desmesuradas de agua y medios químicos, con los consiguientes problemas de contaminación, sobreexplotación y deterioro de los suelos y las aguas superficiales y subterráneas. Junto al deterioro ocasionado por la intensificación agraria, se observa también el deterioro de buena parte del territorio por abandono y ruderalización del mismo o por ser escenario de plantaciones forestales monoespecíficas de crecimiento rápido que son fuente de incendios y plagas. En los últimos tiempos ha decaído la presión secular en favor de nuevas y excesivas roturaciones y pastoreos, pero no se ha sabido aprovechar este giro ecológicamente favorable para promover aprovechamientos extensivos más acordes con las vocaciones de los territorios y para reconstruir un paisaje rural de calidad.

- El deterioro ecológico y paisajístico que acusa el medio rural trata de paliarse con una política de conservación insularizada en ciertas áreas de protección, que están llamadas a deteriorarse por las intervenciones en el resto del territorio.

- La política de vivienda y de obras públicas ha alimentado, en vez de paliar, la polarización y el deterioro territorial mencionados. España es el país de Europa

⁵⁵ Naredo y Parra (Eds). 2002. Situación diferencial de los recursos naturales españoles. Fundación César Manrique. Madrid.

en el que han alcanzado mayores proporciones la destrucción del patrimonio inmobiliario y su renovación con edificios ajenos a los modelos de arquitectura tradicional de cada zona y a sus condiciones bioclimáticas.

- Crecimiento urbano que evoluciona hacia formas escasamente atractivas ateniéndose al modelo de la conurbación difusa (urban sprawl) que la nueva ley del suelo está llamada a reforzar, al presentar todo el suelo como urbanizable salvo que por alguna razón específica se «preserve». La generalización de este modelo de urbanización acarrea la mayor exigencia per cápita de recursos y de residuos que acusa la evolución de los asentamientos poblacionales y su creciente «huella de deterioro ecológico».

- La política de grandes infraestructuras ha contribuido y contribuye a alimentar el proceso de polarización indicado al establecer las vías de comunicación y las dotaciones que reclama el mantenimiento y la expansión de las áreas más densas en población y en actividad, que siguen así atrayendo personas, capitales y recursos, y concentrando la emisión de residuos. La política de transportes (autopistas, tren de Alta Velocidad, aeropuertos, etc.) se orienta a conectar, abastecer y comunicar esos núcleos y no a «vertebrar» el resto del territorio. Las infraestructuras promueven así la expansión económica y poblacional de las áreas más densas y de ciertos corredores que las unen, acentuando el abandono del resto del territorio. Se refuerza con ello un modelo de orden territorial que enfrenta, de forma mucho más polarizada que en los otros países europeos, áreas de atracción de población, capitales y productos y zonas despobladas que son utilizadas para el abastecimiento de recursos y el vertido de residuos que reclama el mantenimiento y la expansión de aquéllas.

- El escenario de un poblamiento rural disperso que podría derivarse de la desterritorialización de las actividades fruto de las «nuevas tecnologías», no parece que vaya a tomar cuerpo de momento en nuestro país, donde el doble proceso de concentración y desertización avanza imparable.

- Se ha acentuado con generalidad la presión degradante de las actividades extractivas, agrarias e industriales que sirven al modelo territorial descrito: tratan de mejorar determinadas eficiencias y rentabilidades parcelarias sin reparar en los daños infligidos que su crecimiento origina en un entorno más amplio, por sus mayores exigencias de agua, energía, materiales o residuos observadas a lo largo de todo el proceso.

En síntesis⁵⁶:

“La pérdida de peso económico de la agricultura, la minería, la industria, unida a la creciente terciarización de la economía, no ha originado en nuestro país ninguna desmaterialización de la misma, sino que, por el contrario, dio lugar a una rematerialización continuada. (...) La economía española ha mostrado en su desarrollo una eficiencia ecológico-ambiental bastante escasa. Ni siquiera en requerimientos de energía y materiales por unidad de renta se observan disminuciones claras y continuadas, siendo la sobredimensión de la

⁵⁶ Naredo, J.M. 2006. Raíces económicas del deterioro ecológico y social. Siglo XXI. Madrid.

construcción de edificios e infraestructuras uno de los principales factores desencadenantes”.

Tabla 1	
Diferencias ambientales esenciales	
<u>España</u>	<u>Resto de Europa</u>
Clima mediterráneo	Clima templado, templado-frío, frío, con precipitaciones suficientes todo el año
La época de máxima temperatura coincide con la más seca. Estrés hídrico estival	No
Ecosistemas esclerófilos	Ecosistemas caducifolios y acicucíferos en llanura
Caducifolios y acicucíferos en montaña o substratos marginales	Menor biodiversidad
Mayor biodiversidad	Productividad continua o interrumpida en invierno
Productividad ecológica interrumpida en el verano	Sistemas agrícolas, ganaderos o silvícolas intensivos y no integrados. Monocultivos. Estabulación
Sistemas agropecuarios complejos y extensivos o itinerantes; transhumancia, rotación de cultivos.	Baja diversidad y variedades altamente dependientes de insumos externos
Alta diversidad de agrotipos, variedades de cultivos y razas	Suelos ricos en materia orgánica, poco erosionables
Razas ganaderas solventes en el aprovechamiento de recursos propios	Silvicultura intensiva en turno corto.
Suelos pobres en materia orgánica y erosionables	Estructura vertical de montes con orientación maderera
Silvicultura de turnos largos; bosques aclarados (dehesas) integrados en sistemas complejos agrosilvopastoriles	Infiltración y escorrentía relativamente estables
Problemas estacionales de súbitas escorrentías (avenidas)	No
Extensas áreas desertizadas demográficamente	No
Aridéz estacional o permanente	Positivo
Balance hídrico negativo	No
Agua de infiltración precaria	No
Agua de saturación en pérdida	Subterráneo
Suministro hídrico principal superficial	ET baja
Evapotranspiración (ET) alta	Ríos efuentes; nivel freático alto
Ríos influentes; nivel freático bajo; el agua escapa por infiltración, nivel freático por debajo de los cursos de agua; ríos temporales	Contaminación química
Eutrofización	Flujo de agua continuo
Limpieza estacional de los cauces	Ganadería estabulada
Ganadería extensiva	Ganadería segregada de la agricultura
Ganadería integrada en la agricultura	Suelos muy lavados pobres en sales y ácidos
Suelos ricos en sales, poco lavados; pH neutro	Estructura territorial continua
Estructura territorial mosaicista; topodiversidad alta	Hábitat denso
Grandes extensiones vacantes	

Tabla 1. Fuente: Naredo y Parra (Eds). 2002. Situación diferencial de los recursos naturales españoles. Fundación César Manrique. Madrid.

En lo que se refiere al medio costero, el informe español sobre la aplicación de la Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC) en 2006 indica una situación de problemática ambiental grave, producto de la importancia del turismo de sol y playa, de la industria de la energía relacionada con el aprovisionamiento por mar de gas y de petróleo, así como del papel creciente del comercio marítimo. Esta tendencia ha estado más marcada en la costa mediterránea, en el atlántico sur y en las islas Canarias. Así, los problemas ambientales más destacables son: la ocupación urbanística del territorio, la alteración de la dinámica litoral y la reducción de la calidad de las masas de agua, lo que supone degradación de los ecosistemas y aumento en el riesgo ambiental global.

2.1.3.4. Política medioambiental y de conservación de recursos naturales

El tercer proceso para caracterizar este nivel supone desarrollar una verdadera política medio ambiental y de conservación de los recursos naturales, que regule el crecimiento socio-económico desmedido de nuestro sistema o modelo de desarrollo. Supone un desarrollo óptimo de la Ley 42/2007, coordinando la política de conservación de la biogeodiversidad con las diferentes políticas sectoriales y coordinando las competencias de la administración general del estado con las de las Comunidades Autónomas y las de las entidades locales, en un marco de colaboración con los compromisos internacionales y, sobre todo, comunitarios⁵⁷.

En lo que respecta a la Ley 42/2007, es necesario implementar el Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Capítulo I), redactar el Plan Estratégico Estatal y los Planes Sectoriales (Capítulo II), elaborar unas directrices para la ordenación de los recursos naturales y elaborar unos Planes de Ordenación de los Recursos Naturales cuyo ámbito territorial no se circunscriba a los límites de los Espacios Naturales Protegidos (Capítulo III). En este sentido, es necesario adoptar un principio de coherencia administrativa, es decir, integrar los lugares de la Red Natura 2000 en las estructuras y redes de conservación y áreas protegidas existentes en cada ámbito territorial (incluyendo la integración en la ordenación del territorio).

Los Planes Sectoriales son instrumentos de planificación imprescindibles para integrar el modelo de desarrollo en la política de conservación de los recursos naturales. Entre las políticas sectoriales de mayor relevancia cabe destacar la ordenación del territorio (despoblamiento rural y concentración urbana), articulada a través de los planes de grandes infraestructuras, los cambios de usos del suelo (incremento de la artificialización), el cambio climático o cambio global (incluyendo la contaminación atmosférica), la política agraria (regadío e intensificación), la erosión, la contaminación de suelos y la desertificación así como la política hidrológica.

⁵⁷ JC Simón Zarzoso y R. García Moral. 2008. Directrices para la elaboración de los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales y de conservación de la Red natura 2000. Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. Inédito.

2.2. El Sistema Red Natura 2000 y el Modelo de evaluación FPEIR

El Sistema Red Natura 2000, tal como se ha descrito en el apartado 2.1., se estructura en tres niveles caracterizados por sus correspondientes objetivos de conservación. El Nivel 1 tiene como unidad de referencia las representaciones territoriales (distribución) de cada uno de los hábitats (y especies) de interés comunitario en cada región biogeográfica. El Nivel 2 tiene como unidad de referencia cada uno de los espacios de la Red Natura 2000 designados en el ámbito geográfico de cada región biogeográfica. El Nivel 3 tiene como unidad de referencia el conjunto de espacios designados para cada región.

Cada nivel, a su vez, se articula mediante tres procesos orientados a evaluar la eficacia en alcanzar el objetivo de conservación característico de cada nivel. El primer proceso está dirigido a evaluar el estado en el que se encuentra cada unidad de referencia en el nivel correspondiente. El segundo proceso está enfocado en identificar y caracterizar las presiones y amenazas que se ciernen sobre cada unidad de referencia y que pueden alterar significativamente el objetivo de conservación. El tercer proceso se canaliza hacia la adopción de medidas de conservación tendentes a contrarrestar las presiones y amenazas que alteran el objetivo de conservación. Cada uno de los procesos se ha caracterizado de forma genérica por los elementos que deben ser evaluados en los diferentes niveles.

La expresión territorial de las diferentes unidades de referencia no implica una ocupación total del todo el territorio español, habiendo diferencias más o menos importantes entre las distintas regiones biogeográficas. Es difícil precisar cuanto territorio ocupa la distribución conjunta de todos los tipos de HIC aunque el Inventario Nacional de Hábitats sugiere una cifra entorno al 20 o al 25 % del medio terrestre. Los LIC ocupan una superficie de casi 19 millones de ha (algo más de medio millón son marinas) lo que supone el 23,4 % de la superficie terrestre española. Las ZEPA abarcan casi 10 millones de ha (63.449 son marinas), aunque la mayor parte también coincide con territorio LIC⁵⁸.

El modelo FPEIR, tal como se describió en el apartado 1.2, es un sistema propuesto por la AEMA y Eurostat que se estructura en cinco grupos de indicadores: Fuerzas Motrices, Presión, Estado, Impacto y Respuesta. Sin embargo, este modelo, y en general, los sistemas de indicadores ambientales y de desarrollo sostenible están concebidos para describir un sistema territorial completo o continuo, ya sea de una región, de un país o de varios países como es el caso de la Unión Europea. En este sentido, el modelo FPEIR no se ajusta bien a los elementos o unidades de referencia del Sistema Red Natura 2000.

⁵⁸ Datos oficiales obtenidos del Barómetro Red Natura 2000 (Junio, 2008).
http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/barometer/docs/sci_barometer_0608.pdf

Teniendo en cuenta esta primera premisa fundamental, en este trabajo se trata de articular el modelo FPEIR a la estructura de tres niveles del Sistema Red Natura 2000, siguiendo el pliego de prescripciones técnicas y la oferta propuesta por este equipo.

Para poder acoplar coherentemente el modelo PFEIR al Sistema Red Natura 2000, es necesario considerar los tres procesos correspondientes a cada nivel con sus respectivas necesidades, tratando de asociar los elementos concretos que deben estimarse con las categorías genéricas del modelo FPEIR. En el Cuadro 1 se identifican, para cada nivel, los elementos mínimos que deben evaluarse para aplicar cada uno de los tres procesos principales. Es en este procedimiento de acople donde se genera la problemática de asociar los elementos a evaluar del Sistema Red Natura 2000 con posibles indicadores, que informen de manera sintética sobre la evolución del sistema y su grado de eficacia. A este respecto, es aquí donde adquiere importancia crucial considerar una definición inequívoca del concepto indicador. Los elementos a evaluar en cada nivel y proceso pueden formalizarse mediante unas variables o índices determinados, que pueden ser más o menos complicados en función de la complejidad inherente a aquéllos. En este sentido, es desde luego difícil evaluar algunos elementos como son la “estructura y función” o las “perspectivas futuras” de hábitats (Nivel 1), los instrumentos de gestión (Nivel 2) o los elementos de presión y de medidas del nivel 3. Teniendo en cuenta esta dificultad, hay que considerar con extremo cuidado cuándo tales variables o índices pueden asociarse o convertirse en indicadores. Si la variable o índice puede poseer un significado no percibido, puede asociarse a un valor objetivo o puede caracterizarse mediante valores umbrales, entonces cumple unas premisas básicas para ser propuesto como un indicador. Si la variable o índice no cumple este marco general, pero es necesaria para describir el Sistema Red Natura 2000 (su eficacia) entonces podemos considerarla un “*descriptor*”. Para distinguir ambas concepciones se ha considerado oportuno incluir los *indicadores* en el Capítulo 3 y los *descriptores* en el Capítulo 4.

Sin embargo, la problemática de seleccionar indicadores adecuados y coherentes a cada nivel se aborda de forma específica en el Capítulo 3, ya que la mayoría de sistemas o grupos de indicadores revisados comprenden realmente “indicadores descriptivos” que se acercan más al concepto de “descriptor” que al de verdadero “indicador”. Además, para ilustrar tal problemática, se proponen en este capítulo varios indicadores originales diseñados por el equipo de la EEZA.

En el Nivel 1, el objetivo de conservación “*mantenimiento de los HIC en un estado de conservación favorable*” requiere un primer proceso que implica “*evaluar el estado de conservación*”, lo que plantea el problema de encontrar *indicadores de estado* (N1FPEIR) que puedan informar sobre el estado de conservación y cómo éste varía con el tiempo. A este respecto, hay que tener en cuenta que dicho estado de conservación depende, a su vez, de cuatro factores (elementos): área de distribución, superficie ocupada, estructura y función (con especies típicas) y perspectivas futuras. Además, dicho objetivo de conservación se complementa con otro objetivo más específico que supone considerar el estado de conservación dentro del territorio Red Natura 2000.

NIVEL	OBJETIVO DE CONSERVACIÓN	PROCESOS	ELEMENTO
NIVEL 1	Mantenimiento estado de conservación HIC	Evaluación Estado de Conservación (EC)	Área de Distribución
			Superficie ocupada
			Estructura y función
		Identificación presiones y amenazas	Perspectivas futuras
		Medidas de Conservación	Integración sectorial
NIVEL 2	Mantenimiento integridad espacios RN2000	Evaluación de la Integridad	Distribución HIC y EIC
			Conectividad
			Evaluación estado conservación HIC y EIC
			Función diferencial
			Representatividad diversidad biológica
		Identificación presiones y amenazas	Grado de Aislamiento
			Grado de Vulnerabilidad
		Medidas de Conservación	Instrumentos de Gestión
	Evaluación adecuada Planes y Proyectos		
NIVEL 3	Mantenimiento Coherencia RED	Evaluación de la Coherencia	Representatividad HIC y EIC
			Zonas de Alta Conectividad (ZAC)
			Representatividad Diversidad biológica Región
			Mantenimiento Integridad conjunto Lugares
		Presiones y amenazas	Desarrollos sociales y económicos
		Medidas de Conservación	Conservación Recursos Naturales

Cuadro 1. Esquema de caracterización del Sistema Red Natura 2000. Indicación para cada uno de los tres niveles del objetivo de conservación principal, procesos que deben aplicarse y elementos concretos que deben evaluarse.

Como veremos en el apartado 3.1, es muy difícil encontrar variables ecosistémicas (estructura y función) que pueden erigirse en indicadores objetivos del estado de conservación, sobre todo cuando todavía no se ha resuelto en muchos casos qué debemos entender por estado de conservación favorable. Del proyecto “Bases ecológicas para la gestión de los tipos de HIC presentes en España” (apartado 2.1.1) pueden obtenerse varios cientos de variables (sobre todo estructurales) para el conjunto de los HIC, que no pueden convertirse obviamente en indicadores. Esta dificultad de definir el estado favorable es especialmente engorrosa en el caso de los ecosistemas terrestres, donde el aprovechamiento humano ha transformado profundamente el paisaje. Para abordar de forma sintética la diversidad ambiental inherente a los nueve grupos de hábitats (28 subgrupos) se ha considerado operativo establecer tres grandes grupos de HIC: Medio Terrestre, Medio Acuático Continental y Medio Costero y Marino.

Aunque algunas de las variables puedan proponerse como indicadores del estado de conservación, se requiere todavía un considerable trabajo de investigación que acote el concepto de “conservación favorable”, mediante aplicación sistemática de los protocolos de evaluación propuesta y reajuste o modificación de valores umbrales, de las variables o de los procedimientos de estimación local. Como posible solución a medio plazo, en este trabajo se apuntan dos alternativas. La primera, proponer un indicador como es la “Tendencia del estado de la cubierta vegetal”. Su procedimiento de cálculo no se basa en estimación directa de variables estructurales o de función sobre las teselas de hábitat, sino que se basa en el mapa de desertificación de la Península Ibérica (1km de resolución) y en la Eficiencia en el uso de la Precipitación. La segunda alternativa es proponer un descriptor que puede denominarse “Superficie (o porcentaje superficial) de HIC en estado de conservación favorable y desfavorable”. Dicho descriptor se basa en la aplicación de las propuestas de los protocolos de evaluación del estado de conservación incluidos en el Proyecto de Bases ecológicas y en los criterios de la Matriz General de Evaluación.

Para la evaluación del elemento “área de distribución”, se propone un indicador desarrollado por el equipo de la EEZA, basado en la obtención de un mapa de distribución potencial (a partir de un mapa de distribución observada) mediante la aplicación de un modelo predictivo (Random Forest). Mediante ambos mapas puede realizarse un ejercicio teórico que permita estimar la pérdida de área de distribución.

El segundo proceso supone identificar las presiones y amenazas a las que están sometidos los HIC y que pueden modificar negativamente su estado de conservación, identificando en lo posible factores socio-económicos principales causales de dichas presiones. Este segundo proceso plantea entonces el problema de encontrar *indicadores de presión o de impacto* (N1FPEIR) e *indicadores de fuerzas motrices* que los expliquen (N1FPEIR). El objetivo básico de tales indicadores será indicar hasta que punto cesan las presiones y amenazas y sus factores causales.

Como ejemplo de presión e impacto se aborda aquí la descripción de un indicador de vulnerabilidad frente a cambio climático de hábitats zonales frente a escenarios concretos de cambio climático, basado en la textura espacial que tendría su distribución predictiva bajo las nuevas condiciones. La hipótesis es que la vulnerabilidad sería inversamente proporcional a la autocorrelación espacial de la nueva distribución.

De igual forma, el tercer y último proceso implica definir *medidas de conservación* adecuadas a la problemática de los HIC y que tienen como fin último mantener o restaurar el estado de conservación favorable. El ámbito de dichas medidas debe ser el área natural del hábitat o de la especie en cada región biogeográfica, por lo que deben complementar a los instrumentos de gestión definidos en el ámbito geográfico de cada espacio Red Natura 2000. Este proceso plantea entonces el problema de identificar *indicadores de respuesta* (N1FPEIR) que informen sobre el grado de eficacia alcanzado en el cese de las presiones e impactos, el cual debe corresponderse lógicamente con el estado de conservación existente (teniendo en cuenta el tiempo de ajuste de los efectos).

Para abordar la selección de posibles indicadores de fuerzas motrices, presión y respuesta se toman en consideración algunas variables propuestas en el Proyecto de Bases Ecológicas, pero sobre todo se han consultado sistemas de indicadores básicos de desarrollo sostenible existentes en la actualidad. Para los HIC forestales se ha tomado como referentes los Sistemas de Gestión Forestal Sostenible. Para el Medio Acuático Continental se ha considerado relevante la propuesta de indicadores para la Funcionalidad de las Cuencas (OSE). Para el Medio Costero y Marino se ha consultado el Sistema de Gestión Integrada de Zonas Costeras. También se han tenido en cuenta los apartados específicos sobre biodiversidad y temática ambiental que incluyen sistemas más amplios de sostenibilidad.

En el Nivel 2, el objetivo de conservación “*mantenimiento de la integridad de cada espacios Red Natura 2000*” (LIC en el caso de hábitats y especies de interés comunitario) requiere un primer proceso que supone evaluar la integridad de cada lugar, teniendo en cuenta al menos tres elementos mínimos: a) la distribución espacial de los hábitats y de las especies de interés comunitario, b) los posibles valores de conectividad de la matriz territorial en la que se insertan hábitats y especies y c) el estado de conservación de cada uno de dichos hábitats y especies. Para describir dicho nivel, por tanto, es preciso primero definir procedimientos objetivos que caractericen explícitamente tales elementos e intentar, incluso, confeccionar un *índice sintético de integridad*. Complementando este objetivo, es necesario abordar el establecimiento de la función diferencial de cada espacio RN2000 en el contexto de la respectiva región biogeográfica. Dicha función depende al menos de dos elementos clave: a) la significación regional y local de cada hábitat y especie y b) el grado de *unicidad* regional de la combinación que representa el conjunto de hábitats y especies. Además de estos dos elementos claves, es conveniente establecer un procedimiento estandarizado para analizar la diversidad biológica que alberga cada LIC en el marco de su correspondiente región biogeográfica. A

partir de tales procedimientos u otras variables más indirectas se plantea el problema de establecer *indicadores de estado* (N2FPEIR).

En este trabajo no se aborda un desarrollo de la primera parte para el Nivel 2, considerando que desde la ecología del paisaje (descripción formal de paisajes fragmentados) podrán caracterizarse los procedimientos de evaluación de la distribución espacial y de la conectividad. Por su parte, el estado de conservación conjunto de hábitats y especies de interés comunitario puede formalizarse mediante un descriptor basado en la superficie que se encuentra en estado favorable y desfavorable. Dicha superficie podrá estimarse mediante la aplicación de los protocolos de evaluación descritos en el Proyecto de Bases Ecológicas. Sin embargo, como una primera aproximación a la estimación de la integridad del lugar, se presenta aquí un indicador original desarrollado por el equipo de la EEZA que se basa en el estado de la cubierta vegetal.

En lo que concierne a la función diferencial de cada lugar, se describen en detalle dos indicadores más: un indicador de representatividad y un indicador del estado de la biodiversidad. El primero trata de cuantificar el grado de asociación entre cada ZEC y la provincia ecorregional o clase de regionalización en que se encuentra. Para ello se usan procedimientos de taxonomía numérica, que relacionen la distribución de valores topo-climáticos dentro de cada ZEC con la clase a la que ésta ha sido asignada. El segundo indicador propuesto se basa en examinar la existencia de una relación predecible entre diversidad de ambientes topo-climáticos y diversidad de hábitats, usando los ZEC como unidades elementales de muestreo y estratificando según regiones biogeográficas. La función ajustada describirá dicha relación, mientras que el residual de cada ZEC servirá para valorar su posición respecto al óptimo esperado

El segundo proceso consiste en evaluar el *grado de aislamiento y vulnerabilidad* al que puede estar sometido cada espacio de la Red Natura 2000 en un área de influencia determinada. Al igual que para el primer proceso, es necesario definir unos procedimientos objetivos que valoren explícitamente tales atributos. A partir de tales procedimientos u otras variables más indirectas se plantea el problema de establecer *indicadores de presión o impacto* (N2FPEIR).

El tercer proceso supone generar *instrumentos de gestión* adecuados en cada espacio Red Natura 2000 (ZEC, ZEPA), con el objetivo primordial de mantener o restablecer su integridad y, por tanto, su contribución diferencial a la coherencia de la red. Conviene recordar, además, que si un lugar mantiene sus hábitats y especies de interés comunitario en un estado de conservación favorable, puede contribuir eficazmente a cumplir el objetivo de conservación del Nivel 1 (hábitats y especies muy bien representados).

Para abordar la selección de posibles indicadores de fuerzas motrices, presión y respuesta se han consultado algunos sistemas de indicadores como son el Sistema de Evaluación de la Red de ENP de Cataluña, el Sistema de Indicadores Planificación Medio Natural Andalucía, los Indicadores de la Red de Parques Nacionales o los Indicadores de la Red de ENP (EUROPARC).

En el Nivel 3, el objetivo de conservación “mantenimiento de la coherencia de la red” va asociado a un primer proceso que implica evaluar dicha coherencia en cada región biogeográfica. Los elementos que deben estimarse son básicamente: la suficiente representación de HIC y EIC, la evaluación conjunta de todos los hábitats y especies, la evaluación conjunta del grado de integridad individual, la representación de las Zonas de Alta Conectividad y la representatividad de la diversidad biológica. En este proyecto no se aborda una selección y caracterización formal de indicadores aunque se incluyen algunas directrices y contenidos para desarrollar este primer proceso. Entre ellos, parece necesario definir un descriptor de eficacia basado en la superficie total de HIC y EIC incluida en la Red Natura 2000 que se encuentra en estado favorable y desfavorable. También se sugiere otro descriptor que integre los resultados de la aplicación del indicador de nivel 2 “Estado de la Cubierta Vegetal”.

El segundo proceso consiste en estimar las presiones y amenazas que pueden incidir negativamente en la coherencia global o ecológica de la red. Dada la envergadura que alcanza el territorio Red Natura 2000, tales presiones y amenazas se encuentran íntimamente ligadas a las fuerzas motrices o ejes de desarrollo socio-económico de ámbito comunitario, nacional y regional. Los Sistemas de Indicadores de Desarrollo Sostenible incluyen muchas variables o indicadores descriptivos de este tipo por lo que resulta complicado seleccionar unos pocos que puedan sintetizar realmente la problemática. Para avanzar en su resolución se esbozan en general los principales pilares de desarrollo económico y se propone un indicador de presión-impacto: la vulnerabilidad de la coherencia frente a cambios de usos del suelo. Este indicador se basa en el análisis de las diferencias existentes en los usos del suelo entre el territorio Red Natura 2000 y el resto de la superficie. Para completar este indicador podría ser interesante desarrollar otro que pudiese informar sobre el grado de presión humana en el territorio atendiendo a dos variables: la densidad de población y su efecto con el aumento de la distancia y de la concentración de infraestructuras.

El tercer y último proceso supone describir y evaluar qué medidas de política medioambiental y de conservación de los recursos naturales son necesarias para mantener la coherencia de la Red Natura 2000 y, por ende, de la redes de Espacios Naturales Protegidos y, en general, de la biodiversidad española. Si ya es difícil describir de forma concreta en qué consisten dichas medidas, puede entenderse la extrema dificultad de proponer verdaderos indicadores que sinteticen el devenir de la política comunitaria (incluso mundial) y sus efectos directos sobre las especies y los ecosistemas.

2.3. Modelo de Ficha

El modelo de ficha para caracterizar cada uno de los indicadores o descriptores se ha estructurado en cuatro apartados: identificación, fuentes de datos y metodología, evaluación del indicador y presentación, además de las referencias bibliográficas.

IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador

Si el indicador es una propuesta original se formalizará un nombre adecuado al objetivo de conservación con el que se encuentre relacionado. Cuando el indicador proviene de una referencia ya existente se recogerá el nombre que aparece en dicha fuente.

Definición del Indicador

Comentar brevemente qué es lo que mide el indicador.

Justificación del Indicador

Se debe indicar aquí porqué se propone el indicador, es decir, qué relación tiene con los objetivos de conservación del nivel jerárquico correspondiente.

Nivel jerárquico

Para cada indicador se señalará el nivel jerárquico en el que debe incluirse (nivel 1, 2 ó 3). Hay que tener en cuenta que los niveles jerárquicos no representan sistemas disjuntos sin ningún tipo de conexión. Los niveles jerárquicos superiores pueden aglutinar los resultados del nivel precedente. En este sentido, por ejemplo, el sistema de evaluación de cada hábitat tiene relación con las ZEC en las cuales está representado dicho hábitat. Así mismo, la evaluación de cada ZEC debe recogerse para el conjunto de ZEC de una Región Biogeográfica determinada.

Tipo de indicador

Se indicará aquí si el indicador corresponde al tipo de “Fuerzas Motrices”, “Presión”, “Estado”, “Impacto” o “Respuesta”, según las definiciones del Sistema DPSIR.

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

En este apartado se indicará la expresión formal del indicador y el procedimiento de medición para los casos de mayor complejidad. Es evidente

que no es lo mismo un indicador sencillo en forma de cociente con un par de variables, que un indicador formalizado en un algoritmo más completo o dependiente de variables de mayor dificultad en el cálculo.

Interpretación y Propuesta de valores umbrales

Interpretación de los valores que puede tomar el indicador. En la medida de lo posible, para cada indicador se determinará el intervalo de valores que puede adoptar y se propondrán valores umbrales que permitirán ajustar el significado del indicador.

Periodicidad en la medición

Aunque cada seis años debe remitirse el informe periódico a la Comisión sobre las actuaciones de cada Estado Miembro en relación a la aplicación de la Directiva Hábitats y Directiva Aves, se considerará la posibilidad de proponer frecuencias diferentes en función de las particularidades de cada indicador.

Metadatos

Se indica aquí el tipo y estructura de la información que se utiliza o que se debe utilizar para calcular el indicador descrito.

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

Apartado en el que se comentan los aspectos positivos del indicador, como puede ser su facilidad de medición o de interpretación, su posibilidad de ser aplicado en otros Estados Miembros, etc.

Principales desventajas del indicador

Se señalan aquí aquellos inconvenientes o limitaciones del indicador como puede ser la relativa complejidad de los metadatos requeridos.

PRESENTACIÓN

Ejemplos de posible representación de los resultados de aplicación del indicador, ya sean mapas o distintos tipos de gráficos.

Referencias

Cuando el indicador propuesto proviene de una referencia concreta se recogerá aquí de forma completa la fuente original.

3. SISTEMA DE INDICADORES POR NIVEL

En el apartado 2.2 se ha descrito de forma sintética el Sistema Red Natura 2000 y la forma de acoplarse a un modelo de indicadores tipo FPEIR. Para establecer las correspondencias, ha sido necesario definir de forma concreta unos elementos a evaluar, adecuados a los tres procesos que deben ponerse en marcha para cada uno de los tres niveles jerárquicos.

Para describir el sistema de indicadores por nivel se parte precisamente de los elementos que deben evaluarse y de una propuesta más o menos precisa de procedimientos que podrían utilizarse. La tabla incluida en la página siguiente ilustra de forma estructurada este esquema de trabajo. Se parte de la premisa fundamental de que un sistema de indicadores, para ser coherente y efectivo, debe estar firmemente acoplado con el sistema objeto de evaluación y seguimiento. Es en este marco básico de descripción por nivel y proceso donde se proponen los correspondientes indicadores. La selección de indicadores propuestos se basa, sobre todo, en la aplicación del concepto más bien estricto del término indicador (ver capítulo 1). De esta forma, los indicadores que caracterizan los sistemas revisados pueden ser considerados como verdaderos indicadores o bien pueden calificarse como descriptores. En los siguientes apartados se analizan diversos sistemas de indicadores con el objeto de identificar un conjunto selecto de indicadores que pueda informar sobre el estado y la evolución del Sistema Red Natura 2000.

NIVEL	OBJETIVO DE CONSERVACIÓN	PROCESOS	ELEMENTO	MODELO FPEIR
NIVEL 1	Mantenimiento estado de conservación HIC	Evaluación Estado de Conservación (EC)	Área de Distribución	ESTADO
			Superficie ocupada	
			Estructura y función	
		Identificación presiones y amenazas	Perspectivas futuras	FUERZAS MOTRICES PRESIÓN IMPACTO
Medidas de Conservación	Integración sectorial	RESPUESTA		
NIVEL 2	Mantenimiento integridad espacios RN2000	Evaluación de la Integridad	Distribución HIC y EIC	ESTADO
			Conectividad	
			Evaluación EC HIC y EIC	
			Función diferencial	
			Representatividad diversidad biol.	
		Identificación presiones y amenazas	Grado de Aislamiento	FUERZAS MOTRICES PRESIÓN IMPACTO
Grado de Vulnerabilidad				
Medidas de Conservación	Instrumentos de Gestión	RESPUESTA		
Evaluación Planes y Proyectos				
NIVEL 3	Mantenimiento Coherencia RED	Evaluación de la Coherencia	Representatividad HIC y EIC	ESTADO
			Zonas de Alta Conectividad (ZAC)	
			Representatividad Diversidad biológica Región	
			Mantenimiento Integridad conjunto Lugares	
		Presiones y amenazas	Desarrollos sociales y económicos	FUERZAS MOTRICES PRESIÓN IMPACTO
Medidas de Conservación	Conservación Recursos Naturales	RESPUESTA		

3.1. Nivel 1: Hábitats de Interés Comunitario

El objetivo de conservación asociado a este nivel es el mantenimiento de un estado de conservación favorable de cada uno de los 117 tipos de HIC presentes en España.

El proceso de evaluación del estado de conservación comprende los siguientes cuatro elementos básicos: área de distribución, superficie ocupada dentro del área de distribución, estructura y función (incluyendo especies típicas) y perspectivas futuras. Este último elemento, sin embargo, se encuentra conceptualmente dentro del segundo proceso, el cual implica identificar las presiones y amenazas a que están o pueden estar sometidos los HIC. El tercer proceso hace referencia a la necesidad de formalizar medidas de conservación que implican diferentes sectores de recursos naturales (Ver tabla 1).

NIVEL	OBJETIVO DE CONSERVACIÓN	PROCESOS	ELEMENTO	Procedimiento	MODELO FPEIR
NIVEL 1	Mantenimiento estado de conservación HIC	Evaluación Estado de Conservación (EC)	Área de Distribución	ADFR, Modelos predictivos	ESTADO
			Superficie ocupada	SFR, Cartografía	
			Estructura y función	Variables ecosistémicas	
		Identificación presiones y amenazas	Perspectivas futuras	Variables actividad humana y ecosistémicas	FUERZAS MOTRICES PRESIÓN IMPACTO
		Medidas de Conservación	Integración sectorial	Variables administrativas	RESPUESTA

Tabla 1. Adecuación del modelo FPEIR a los elementos y procesos que caracterizan el Nivel 1 del Sistema Red Natura 2000. Los procedimientos representan el punto de enlace para seleccionar indicadores adecuados al elemento que debe evaluarse.

3.1.1. MEDIO TERRESTRE

3.1.1.1. Diseño del Modelo FPEIR

3.1.1.1.1. Hábitats Forestales

Para seleccionar posibles indicadores, adecuados a los elementos que caracterizan los hábitats forestales, se ha partido de una revisión de los criterios e indicadores para la gestión forestal sostenible. Sobre este tema, la Conferencia Internacional celebrada en Guatemala (2003) es un buen punto de partida ya que evalúa las principales iniciativas internacionales en este sentido (Tabla 1). En esta conferencia se hace una síntesis ilustrativa de las diferencias y semejanzas en aspectos como la estructura jerárquica, las definiciones (criterios e indicadores) e incluso el grado de desarrollo alcanzado. El aspecto más relevante para este trabajo es la definición de criterios, la estructura y los indicadores que incluyen.

1992	Cel de la OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales)
1994	CMPBE ("Proceso Pan-Europeo"/Helsinki)
1995	Proceso de Montreal Propuesta de Tarapoto Zona Seca de África
1996	Principios, Criterios e Indicadores de la OAM (PCel)
1996	Cercano Oriente
1997	Lepaterique – América Central
1999	Bosques Secos de Asia

Tabla 1. Procesos Internacionales sobre Criterios e Indicadores para la Ordenación Forestal Sostenible. Fuente: Conferencia Internacional de Guatemala.

En primer lugar hay que considerar tres escalas básicas de aplicación: la internacional, la nacional y la local (unidades de ordenación Forestal). El Nivel 1 del Sistema Red Natura 2000 incluye una escala local (evaluación de paisaje y de cada unidad de hábitat –tesela o parche-) y una escala regional-nacional (región biogeográfica) que implica dos evaluaciones: la evaluación de toda el área de distribución del hábitat en cada región y la evaluación del conjunto de hábitats forestales en cada región. La evaluación de ámbito nacional en los procesos internacionales de ordenación forestal sostenible no hace distinción entre unos tipos de bosques y otros, por lo que la adecuación al nivel 1 es problemática por su falta de especificidad. Por el contrario, la escala de unidad de ordenación forestal coincide con la escala de paisaje o tesela. De hecho, en estos sistemas internacionales hay obvias dificultades en la aplicación de determinados indicadores entre la escala nacional y la local.

En segundo lugar debe tomarse en consideración los criterios en los que se estructuran estos sistemas y el grado de adecuación con los procesos y elementos que caracterizan el Nivel 1 del Sistema Red Natura 2000. Las siete áreas temáticas que incluyen estos procesos de ordenación forestal sostenible son: la extensión de los recursos forestales, el estado sanitario y vitalidad del bosque, las funciones productivas, la diversidad biológica, las funciones protectoras, los beneficios socio-económicos y la política y marco institucional.

En el informe de la Conferencia Internacional de Guatemala se recogen los criterios de cada iniciativa internacional estructurados según estas siete áreas temáticas. Aunque hay algunas diferencias a este nivel, podrían quizá armonizarse sin mucho esfuerzo⁵⁹. Sin necesidad de analizar con detalle todos los criterios, queda patente desde el principio que puede haber diferencias sustanciales entre estas áreas temáticas y los elementos que caracterizan cada uno de los tres procesos del nivel 1. Para ilustrar este análisis tomamos como referencia los criterios e indicadores desarrollados en el marco de la “Conferencia Ministerial sobre Protección de Bosques de Europa” (MCPFE).

La tercera Conferencia (Lisboa, 1998) estableció los criterios e indicadores concretos de gestión forestal sostenible que los países signatarios se comprometían a documentar y mejorar constantemente; este compromiso se confirmó en la cuarta Conferencia (Viena, 2003), en la que se recomendó que los criterios e indicadores se integrasen en los planes forestales nacionales. Para la cuarta conferencia, se elaboró un primer documento “Criterios e indicadores de gestión forestal sostenible en los bosques españoles, 2003”, publicado por la DGB en 2004. Con motivo de la quinta conferencia, celebrada en Varsovia en noviembre de 2007, se revisaron estos indicadores (Anuario de Estadística Forestal, 2006).

La adecuación del sistema propuesto por el Proceso de Montreal al Sistema Red Natura 2000 debe basarse en cuatro aspectos complementarios: a) la adecuación con el modelo FPEIR, b) la adecuación a los elementos del Nivel 1, c) la adecuación al concepto de indicador o al concepto de descriptor y d) el número de hábitats de interés comunitario que quedan representados o englobados.

Con respecto a la adecuación al modelo FPEIR, no hay una relación explícita de los criterios con las categorías FPEIR, por lo que hay que considerar los diferentes indicadores en cada criterio para tratar de inferir tales relaciones (Tabla 1). De esta forma, los indicadores del criterio uno podrían considerarse como indicadores de estado. Los que incluye el criterio dos se podrían calificar como indicadores de presión o de impacto (deposición, defoliación, daños) salvo el de estado de los suelos. El criterio tres contiene indicadores de presión y un indicador de respuesta (montes sujetos a planes de gestión). El criterio cuatro agrupa básicamente indicadores de estado y también un indicador de respuesta (bosques protegidos). El criterio cinco consta de dos indicadores que podrían adscribirse a la categoría de respuesta. Por último, los 11 indicadores del criterio seis están un poco mezclados y algunos, como el de valores culturales y espirituales o propiedad forestal, es de difícil asignación. En este último criterio podrían aventurarse posibles indicadores de fuerzas motrices (contribución al PIB o ingresos netos) y de presión (consumo de madera o accesibilidad para el recreo). Otros indicadores, de índole social, son a priori difíciles de ubicar.

⁵⁹ Un análisis comparativo más detallado ente el proceso de Montreal y el Acuerdo de Helsinki puede leerse en: Ander Uriarte G. de C. 2002. Los criterios e indicadores de manejo forestal sustentable contenidos en el Acuerdo de Santiago (Proceso de Montreal) y el Acuerdo de Helsinki. Fundación Chile.

CRITERIOS E INDICADORES DE GFS	MODELO FPEIR				
	F	P	E	I	R
- Criterio 1: Mantenimiento y mejora adecuada de los recursos forestales y su contribución a los ciclos globales del carbono					
Indicador 1.1: Superficie forestal			X		
Indicador 1.2: Existencias			X		
Indicador 1.3: Estructura de la masa por clase diamétrica			X		
Indicador 1.4: Fijación de carbono			X		
- Criterio 2: Mantenimiento del estado sanitario y vitalidad del ecosistema forestal					
Indicador 2.1: Deposición de contaminantes atmosféricos		x		X	
Indicador 2.2: Estado de los suelos			X		
Indicador 2.3: Defoliación		x		X	
Indicador 2.4: Daños en los bosques		x		X	
- Criterio 3: Mantenimiento y potenciación de las funciones productivas de los montes (maderable y no maderable)					
Indicador 3.1: Crecimientos y cortas		X			
Indicador 3.2: Madera en rollo comercializada		X			
Indicador 3.3: Productos forestales no madereros		X			
Indicador 3.4: Servicios		X			
Indicador 3.5: Montes sujetos a planes de gestión					X
- Criterio 4: Mantenimiento, conservación y mejora apropiada de la diversidad biológica en los ecosistemas forestales					
Indicador 4.1: Composición de la masa según especies			X		
Indicador 4.2: Regeneración			X		
Indicador 4.3: Grado de naturalidad			X		
Indicador 4.4: Especies introducidas		X			
Indicador 4.5: Madera muerta			X		
Indicador 4.6: Recursos genéticos			??		
Indicador 4.7: Patrón paisajístico			??		
Indicador 4.8: Especies forestales amenazadas			X		
Indicador 4.9: Bosques protegidos					X
- Criterio 5: Mantenimiento y mejora apropiada de funciones de protección en la gestión del bosque (sobre todo, suelo y agua)					
Indicador 5.1: Bosques protectores de suelos, agua y otra funciones del ecosistema					X
Indicador 5.2: Bosques protectores de infraestructuras y recursos naturales gestionados					X
- Criterio 6: Mantenimiento de otras funciones y condiciones socioeconómicas					
Indicador 6.1: Propiedad forestal			??		
Indicador 6.2: Contribución del sector forestal al PIB	X				
Indicador 6.3: Ingresos netos		X			
Indicador 6.4: Inversiones en servicios			??		
Indicador 6.5: Empleo en el sector forestal			??		
Indicador 6.6: Seguridad e Higiene en el trabajo					
Indicador 6.7: Consumo de madera		X			
Indicador 6.8: Comercio de la madera		X			
Indicador 6.9: Energía procedente de la madera					X
Indicador 6.10: Accesibilidad para el recreo		x			x
Indicador 6.11: Valores culturales y espirituales		x			x

Tabla 1. Asociación de los indicadores de gestión forestal sostenible al modelo FPEIR.

En resumen, parece claro que este sistema de indicadores de gestión forestal sostenible no se adecua bien al modelo FPEIR, no sólo por la dificultad de relacionar unos cuantos indicadores con posibles categorías sino por la clara asimetría entre estas categorías: la mayor parte son indicadores de estado y de presión.

La adecuación a los elementos que definen el nivel 1 también es desigual. Con respecto al proceso de evaluación del estado de conservación, hay un indicador que podría servir para evaluar la superficie ocupada (superficie forestal), siempre que se desagregara suficientemente, y hay unos cuantos indicadores que podrían utilizarse para la evaluación de la estructura y función: existencias, estructura de la masa, fijación por carbono, composición según especies, regeneración, grado de naturalidad o madera muerta. En cuanto al proceso de evaluación de presiones y amenazas (y perspectivas futuras), y al de evaluación de medidas de conservación, hemos visto que hay unos cuantos indicadores que podrían considerarse como indicadores de presión (cortas, madera en rollo, otros productos forestales) o de impacto (defoliación por ejemplo) y unos pocos que podrían considerarse como indicadores de respuesta (montes gestionados, bosques protegidos). Algunas variables como son inversiones en servicios o empleo en el sector forestal pueden ser indicadores de presión (si no hay regulación hacia unos objetivos claros) o indicadores de respuesta si se enmarcan en un plan de ordenación forestal sostenible o de certificación forestal. No obstante, si consideramos los problemas de conservación para los hábitats forestales, descritos en el apartado 2.1.1.2.1.2., hay factores que no quedan bien recogidos en este sistema de indicadores como son los incendios forestales, la herbivoría (ganado doméstico y ungulados salvajes), el cambio climático o la fragmentación del paisaje. Otras variables como la propiedad forestal o el patrón paisajístico son difíciles de asociar a cualquier tipo de indicador.

Más complicado es decidir hasta qué punto las 35 variables propuestas son realmente indicadores de los criterios que se pretende evaluar o son descriptores de la eficacia en alcanzar una estrategia forestal sostenible. Es problemático considerar estas 35 variables como 35 indicadores si no hay una definición y caracterización de lo que se considera un sistema forestal sostenible, formalizado mediante al menos unos valores objetivo para los diferentes criterios y variables. Además, tampoco se ha estudiado hasta qué punto diferentes indicadores pueden estar correlacionados y, por consiguiente, puede ser necesario eliminar algunos. Tomando como referencia el concepto de indicador asociado a un elemento no percibido, la mayoría de las variables propuestas son probablemente meros descriptores del sistema forestal (nacional, regional o incluso local). Quizá la variable que mide la cantidad de madera muerta puede ser un candidato a indicador estructural (e incluso de función) del estado de conservación, al menos para determinado tipos de bosques.

En términos generales, para cada tipo de ecosistema forestal sería necesario establecer una superficie mínima a mantener (o a conseguir), así como definir una estructura determinada por una composición de especies específica, unas densidades apropiadas y unas estructuras de edades no coetáneas, con unos

regímenes de perturbación que no supongan variaciones extremas sobre los componentes estructurales. Este marco así determinado permitiría esbozar unos aprovechamientos forestales máximos y unas directrices de planificación (escala de región) coherentes en el conjunto. Es desde luego muy difícil definir un sistema forestal en estos términos y los sistemas de indicadores de gestión forestal sostenible no han avanzado mucho en esta dirección. En consecuencia, los datos que aportan el cálculo de los indicadores son más bien variables descriptoras del sistema forestal, las cuales en conjunto no permiten expresar una tendencia inequívoca hacia el supuesto estado de sostenibilidad. Un claro ejemplo de estos datos es la publicación del Ministerio de Medio Ambiente (2006) sobre los “Criterios e indicadores de gestión forestal sostenible en los bosques españoles”. Si todavía no podemos responder a preguntas clave como cuánta superficie forestal es necesario mantener, qué cantidad de madera podemos extraer o cómo ha de ser la estructura de un determinado bosque para que mantenga su integridad o salud, difícilmente podremos convertir estas variables en indicadores de realización, es decir, indicadores que nos informan sobre el grado de eficacia alcanzado en la consecución de unos valores objetivo. Además, hay que tener en cuenta que estos criterios no se aplican en muchos casos al territorio forestal constituido por matorrales o brezales, algunos de los cuales son hábitats de interés comunitario.

En el ámbito de aplicación de la Conferencia Ministerial sobre Protección de Bosques en Europa se ha puesto en marcha el Proyecto INTERREG III FORSEE: “Gestión sostenible de los bosques: una red europea de zonas piloto para la puesta a punto operacional”. Su objetivo es desarrollar, por un lado, los indicadores para cada uno de los criterios en los que se basa el proceso ministerial europeo para la protección de los bosques (y por lo tanto de la certificación PEFC) y por otro, implementar y adecuar protocolos de medición de estos indicadores. En este proyecto han colaborado nueve regiones del arco atlántico pertenecientes a cuatro naciones: Portugal, España, Francia e Irlanda. En el caso de España han colaborado cuatro regiones: Castilla y León, Galicia, Navarra y País Vasco. Estos trabajos de validación son importantes para dos cuestiones importantes: adecuación de los sistemas de indicadores a la escala de trabajo local (unidad forestal) y problemática asociada a la medición e interpretación de los distintos parámetros. El informe final de Navarra, por ejemplo, concluye que los 33 indicadores evaluados han resultado aceptablemente operativos y manejables, aunque se indica también que la evaluación ha sido más laboriosa de lo previsto, que es necesario adoptar definiciones comunes o que hay que seleccionar los mejores indicadores si se tiene en cuenta la relación calidad-coste-información.

En lo que concierne a la pregunta de cómo quedan representados los hábitats forestales de interés comunitario en el sistema propuesto por el Proceso de Montreal, la respuesta depende sobre todo de los ecosistemas representados en las parcelas objeto de aplicación y seguimiento. Si estas parcelas comprenden sobre todo masas arboladas, es evidente que quedará fuera una gran extensión forestal ocupada por diferentes tipos de prados y pastizales, brezales y matorrales. Desde luego, algunos indicadores relacionados con las cortas, los daños en bosques, el consumo de madera o bosques protectores

sugieren un tratamiento sesgado hacia las formaciones arboladas en detrimentos de otras comunidades de carácter serial o permanente. Además, la división clásica en frondosas y coníferas utilizada puede ser insuficiente para atender los diferentes tipos de bosques que son hábitats de interés comunitario. En este sentido, sin embargo, hay que elogiar el intento de aplicar dicho sistema de indicadores a una tipología más diversa de bosques europeos. Esta tipología⁶⁰ comprende una estructura jerárquica compuesta por 14 clases de primer nivel (categorías) y 76 clases de segundo nivel (tipos) (Tabla 2).

Clases de tipos de bosques europeos (Aplicación Sistema Indicadores (MCPFE))
1. Bosque boreal (2 tipos)
2. Bosque hemiboreal, bosque templado de coníferas y mixto de coníferas y frondosas (6 tipos)
3. Bosque alpino de coníferas (3 tipos)
4. Bosque acidófilo de roble y roble/abedul (2 tipos)
5. Bosque caducifolio mesofítico (9 tipos)
6. Hayedo (7 tipos)
7. Hayedo montano (8 tipos)
8. Bosque caducifolio termófilo (8 tipos)
9. Bosque perennifolio de frondosas (5 tipos)
10. Bosques de coníferas de la región mediterránea, Anatolia y Macaronesia (11 tipos)
11. Bosque de turbera y pantano (5 tipos)
12. Bosque aluvial (3 tipos)
13. Bosque no ribereño de alisos, abedules o álamos (5 tipos)
14. Plantaciones y bosque exótico espontáneo (2 tipos)

Tabla 2.

En resumen, el sistema de indicadores de gestión forestal sostenible propuesto en el Proceso de Montreal no puede considerarse un buen modelo FPEIR ajustado a los requerimientos del Nivel 1 del Sistema Red Natura 2000.

En el marco de Europa es obligado la consideración del Proyecto BEAR: Indicadores para el monitoreo y la evaluación de la biodiversidad de bosques europeos⁶¹. En este proyecto se consideran los tres elementos que componen la biodiversidad: composición, estructura y función. El proyecto incluye como eje central el concepto de factor clave (*key factors*), por lo que los indicadores se corresponden con variables que se consideran clave para cada tipo de bosque. Los criterios de selección fueron: evaluar de manera adecuada la biodiversidad, balance coste-efectividad y disponibilidad de datos. Los factores e indicadores estructurales clave son: superficie forestal, superficie de plantaciones con especies arbóreas introducidas, superficie bajo planes de gestión, fragmentación, edad de la masa forestal y madera muerta. Como indicadores de composición se incluyen: composición de especies, especies de las listas rojas, fuego, daños por viento y nieve y ramoneo.

⁶⁰ AEMA. 2008. Tipología de bosques europeos. Categorías y tipos para informes y políticas de gestión forestal sostenible. MARM

⁶¹ Tor-Björn Larsson. 2001. The Biodiversity Evaluation Tools BETs for European forest. Wiley-Blackwell. 237 pp.

Con respecto a España, y al margen de los sistemas de desarrollo forestal sostenible, es necesario tener en cuenta el tercer Inventario Forestal Nacional, ya que incluye toda una serie de variables que podrían ser candidatas a la categoría de indicadores de estado. Las variables que incluye este inventario para la estimación y valoración de la biodiversidad son todas estructurales, incluyendo la composición de especies⁶² (Cuadro 1). Prácticamente todas estas variables están recogidas en el trabajo de “Bases ecológicas para la gestión de los tipos de hábitats presentes en España”, las cuales se incluyen en el apartado 2.1.1.2.1.1.

El Plan Forestal Español (MIMAM, 2002) incluye indicadores genéricos e indicadores específicos de restauración y ampliación de la cubierta forestal, de gestión forestal sostenible, de defensa forestal y de conservación de la biodiversidad forestal. Lo más interesante de esta propuesta es que incluye unos valores objetivo a conseguir en 2008 y en un período de 30 años (Tabla 3).

CONCEPTO	UNIDADES	INDICADORES		
		ESTADO 2001	RESPUESTA	
			OBJETIVO 2008	OBJETIVO 30 AÑOS
INDICADORES GENÉRICOS				
GENERACIÓN DE EMPLEO RURAL DIRECTO	MILLONES JORNALES TOTALES	-	35,0	195,0
	MILLONES JORNALES/AÑO	-	4,5	6,5
	PUESTOS TRABAJO ANUALES	-	17.000	25.000
CONTRIBUCIÓN PALIAR CAMBIO CLIMÁTICO	MILLONES TONELADAS DE CARBONO FIJADAS	-	-	60
INDICADORES ESPECÍFICOS: RESTAURACIÓN Y AMPLIACIÓN CUBIERTA FORESTAL				
		2001	2008	2032
AMPLIACIÓN SUPERFICIE FORESTAL ARBOLADA	INCREMENTO HA. REPOBLADAS	-	600.000	3.800.000
	SUP. ARBOLADA/SUP.FORESTAL TOTAL EN%	56%	58%	65%
	SUP. ARBOLADA (HA.)/HÁBITE.	0,36	0,37	0,45
INDICADORES ESPECÍFICOS: GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE				
		2001	2008	2032
GESTIÓN FORESTAL	% MONTES PÚBLICOS ORDENADOS	12%	20%	60%
	% MONTES PRIVADOS ORDENADOS	1%	6%	30%
	SUP. ORDENADA/SUP.FORESTAL PÚBLICA (%)	15%	25%	75%
	SUP. ORDENADA/SUP.FORESTAL PRIVADA (%)	4%	8%	25%
SELVICULTURA MEJORA COBERTURA FORESTAL	HA. LIMPIAS/MEJORADAS/SANEADAS	4.200.000	6.500.000	15.000.000
	% SUP.TRATADA/SUP.FOREST.ARBOLADA	29%	33%	52%
INDICADORES ESPECÍFICOS: DEFENSA FORESTAL				
		2001	2008	2032
INCENDIOS FORESTALES	% SUP.QUEMADA/SUP. FORESTAL	0,6%	0,3%	0,2%
SANIDAD FORESTAL	% SUP. AFECTADAS DAÑOS/SUP.FORESTAL	13%	12%	<10%
INDICADORES ESPECÍFICOS: CONSERVACIÓN BIODIVERSIDAD FORESTAL				
		2001	2008	2032
DIVERSIDAD FORMACIONES VEGETALES	% SUP. MEZCLA/SUP. FORESTAL	47%	50%	65%
INSTRUMENTOS DE ORDENACIÓN Y GESTIÓN DE ESPACIOS FORESTALES PROTEGIDOS	SUP. FORESTAL CON PORN/SUP. FORESTAL TOTAL	4%	7%	20%

Tabla 3. Indicadores propuestos en el Plan Forestal Español (MIMAM, 2002).

⁶² I. Alberdi Asensio, S. Saura Martínez de Toda y F.J. Martínez Millán. 2005. El estudio de la biodiversidad en el Tercer Inventario Forestal Nacional. Actas de la I Reunión de Inventario y Teledetección Forestal. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 19: 11-19.

Cuadro 1. Indicadores seleccionados para la estimación y valoración de la biodiversidad en el Tercer Inventario Nacional Forestal

1. Tipología de masa forestal

- a. Índices de diversidad respecto de la clasificación silvícola de la superficie global
- b. Índices de diversidad del nivel morfoespecífico 5 del “uso forestal”
- c. Índices de diversidad nivel específico 6 del “uso forestal arbolado”
- d. Índices de diversidad de “hábitat”

2. Especies arbóreas

- La cantidad de especies arbóreas (riqueza)
- Índices no paramétricos de diversidad
- Mezcla de coníferas/frondosas
- Índice de importancia

3. Distribución por clases diamétricas

4. Estratificación vertical arbórea

- Porcentaje de parcelas ocupado por masas con subpiso y sin subpiso y
- Clasificación en masas coetáneas, regulares, semirregulares, e irregulares.

5. Cubierta arbustiva

- Riqueza de especies de matorral de cada hábitat y las densidades de éstas respecto a la superficie muestreada y al logaritmo de la cabida
- Fracción de cabida cubierta del matorral (F.c.c.)
- Complejidad estructural vertical

6. Madera muerta

7. Fragmentación y estructura espacial

- Fragmentación y conectividad: número de teselas, tamaño medio aritmético y cuadrático de las teselas, tamaño de la tesela mayor, desviación típica de los tamaños de las teselas, longitud de bordes, porcentaje de área interior (para dos distancias al borde consideradas, 100 y 300 m), índice de cohesión, distancia media a la tesela más próxima, y probabilidad de conectividad o probabilidad de coincidencia (para una determinada distancia de dispersión).
- Forma: índice de forma medio, el índice de forma medio ponderado por el tamaño de la tesela, la densidad de puntos de forma característicos y el índice de elongación
- Bordes compartidos

+ Otros indicadores adicionales de biodiversidad:

1. Riqueza de las especies no leñosas

- Riqueza de helechos
- Riqueza de angiospermas gramíneas y riqueza de angiospermas no gramíneas.
- Riqueza en cada sustrato de líquenes

2. Presencia de especies vegetales amenazadas

3. Porcentaje de cobertura de suelo

4. Lugares estratégicos

- Frecuencia de distintos elementos tales como montones de tierra, toperas, madrigueras, cuevas, muros, y otros.
- Cavidades en los troncos cuya longitud de eje supere los 20 cm.

5. Transectos de borde de la masa forestal

La propuesta del Plan Forestal está sesgada a la inclusión de parámetros de gestión (respuesta) y no incluye variables estructurales y de función salvo, de forma indirecta, la ampliación de la superficie arbolada y el porcentaje de superficie mezclada con respecto a la superficie forestal. No obstante, al ser variables generales podrían aplicarse al conjunto de la superficie forestal, lo que implica no sólo a las masas arboladas sino también a pastizales, brezales y matorrales. A destacar los parámetros de respuesta de porcentaje de montes ordenados (públicos y privados) y superficie forestal con Planes de Ordenación de los Recursos Naturales. El valor objetivo más alto se ha propuesto para el porcentaje que representa la superficie ordenada con respecto a la superficie forestal pública: 75%.

Un último trabajo que se considera de relevancia es la tesis doctoral⁶³ de Rodríguez Villa sobre una propuesta de indicadores para abordar la sustentabilidad forestal en Asturias. En este trabajo se proponen nueve indicadores estructurados según el Sistema PER (Presión, Estado y Respuesta) (Cuadro 2). Este autor considera que las áreas o temas forestales más relevantes son la explotación económica, los incendios forestales y el estado general de salud. Señala también que hay que tener en cuenta los diferentes sistemas de gestión y explotación forestal (adecuados o no, sostenibles o no) así como el tipo de explotación asociado a las diferentes especies. Este último aspecto sugiere, desde luego, que hay que tener cuidado con la interpretación de datos generales del sistema forestal en lo que se refiere a un subconjunto de sistemas forestales como son los hábitats de interés comunitario.

Los indicadores de presión se refieren a la producción de madera, a la producción de leña, a la incidencia de los incendios forestales y a los daños producidos en los bosques y plantaciones forestales. Aunque se proponen indicadores basados en la madera y en la leña, el autor comenta la posibilidad de considerar otros productos forestales en función de la relevancia de cada aprovechamiento: no es lo mismo obviamente el aprovechamiento de un eucaliptar frente a un hayedo. En este sentido se considera el concepto de “intensidad de la tala de bosques” y el de “tala admisible”. Si la cantidad de madera talada con respecto al incremento neto es mayor que uno entonces hablamos de presión excesiva. La tasa de tala que debe fijarse depende del tamaño del bosque, del porcentaje dedicado a la producción de madera, de la productividad y composición por tipos de árboles y edades, objetivos de gestión, etc. En ningún caso se establecen valores objetivo instándose al principio de persistencia y tendencia temporal seguida.

En cuanto a los indicadores de estado incluye la superficie forestal (tres posibles variantes) y el estado de existencias. Tampoco se establecen aquí valores objetivo o valores umbrales, considerándose que es muy difícil determinar cuál es la superficie forestal ideal. Como indicadores de respuesta se propone la repoblación forestal, la captación de carbono y la superficie forestal protegida.

⁶³ Rodríguez Villa, JM. 2004. La sustentabilidad forestal de Asturias (1975-2000). Propuesta metodológica, análisis e indicadores ambientales. Tesis Doctoral. UAM. Resumen publicado en la Revista Ecosistemas (Ecosistemas 14 (2): 189-193.)

Cuadro 2. Indicadores de sostenibilidad forestal propuestos para Asturias.

INDICADORES DE PRESIÓN

1. Indicador de Presión de Producción de Madera (IPPM)

$$\text{IPPM} = \frac{\text{Cortas totales anuales}}{\text{Cortas totales anuales} + \text{Incremento maderable anual}} \times 100$$

2. Indicador de Presión de Producción de Leña (IPPL)

$$\text{IPPM} = \frac{\text{Cortas totales anuales}}{\text{Cortas totales anuales} + \text{Incremento leñoso anual}} \times 100$$

3. Indicador de Presión de Incendios Forestales (IPIF)

$$\text{IPIF} = \frac{\text{Superficie forestal total incendiada}}{\text{Superficie forestal total}} \times 100$$

4. Indicador de Presión de Daños producidos en los bosques y plantaciones forestales (IPDA) IPDA: niveles de defoliación (2+3+4)

INDICADORES DE ESTADO

1. Indicador de Estado de Superficie Forestal (IESF)

$$\text{IESF} = \frac{\text{Superficie forestal total}}{\text{Superficie total Asturias}} \times 100$$

$$\text{IESA} = \frac{\text{Superficie forestal arbolada}}{\text{Superficie total Asturias}} \times 100$$

$$\text{IESD} = \frac{\text{Superficie forestal desarbolada}}{\text{Superficie total Asturias}} \times 100$$

2. Indicador de Estado de Existencias

$$\text{IENE} = \frac{\text{Nº total ejemplares especies cultivadas}}{\text{Nº total ejemplares especies naturales}} \times 100$$

INDICADORES DE RESPUESTA

1. Indicador de Respuesta de Repoblación Forestal (IRRF)

$$\text{IRRF} = \frac{\text{Nº total de ha de repoblaciones protectoras}}{\text{Incremento medio de la superficie arbolada}} \times 100$$

3. Indicador de Respuesta de Superficie Forestal Protegida (IRSP)

$$\text{IRSP} = \frac{\text{Superficie forestal protegida}}{\text{Superficie forestal total}} \times 100$$

Como propuesta sintética de un sistema de indicadores para los hábitats forestales (básicamente bosques o masas arboladas) utilizamos el esquema de Vicente Rozas, autor de la ficha del hábitat 9160 en el proyecto de Bases ecológicas para la gestión de los tipos de hábitats presentes en España⁶⁴.

Dicho esquema se estructura en cuatro grupos de indicadores: indicadores relativos al área, relativos a la estructura y relativos a la función, indicadores de riesgo y amenaza e indicadores de protección. Como puede verse, en este esquema no se incluyen explícitamente indicadores de fuerzas motrices. Esta salvedad, no obstante, no desmerece el esquema propuesto ya que, como se ha visto en este apartado, es difícil proponer indicadores de fuerzas motrices (directrices económicas y sociales) que estén inequívocamente asociados a las presiones y amenazas que operan sobre los hábitats forestales de interés comunitario. En este sentido, cabe recordar que algún parámetro de tipo macroeconómico, como la contribución del sector forestal al PIB, podría proponerse como un descriptor de Nivel 1 del Sistema Red Natura 2000, sin obviar las limitaciones que derivan de la diferente contribución económica (aprovechamientos) de los distintos hábitats forestales.

Por otra parte, y como se ha ido comentando en otros apartados del capítulo 2, no es nada fácil decidir si un determinado parámetro, variable o índice puede convertirse o proponerse como indicador. Por esta razón, no se hace aquí una propuesta fundamentada de indicadores, sino de variables cuyo análisis empírico debería proporcionar la evidencia de su candidatura a considerarse como verdaderos indicadores, ya sea de estado, de presión, de impacto, de respuesta o de fuerza motriz.

Los indicadores relativos al área podrían configurarse entorno a tres parámetros básicos: el tamaño de los parches-teselas de hábitat, la forma de los parches (relación área-perímetro) y el grado de aislamiento de cada parche con respecto a los demás.

Los indicadores relativos a la estructura implican al menos las siguientes variables:

- Composición de especies dominantes del dosel (número, proporción e índice de importancia, densidad y área basal)
- Composición de especies del sotobosque (densidad, abundancia)
- Distribución de tamaños de las especies arbóreas (diámetro del tronco y altura)
- Distribuciones de edad
- Heterogeneidad estructural del dosel (tamaño de los árboles por transectos, área cubierta por claros y por dosel arbolado)
- Heterogeneidad del sotobosque.

⁶⁴ ROZAS, V. 2008. 9160 Bosques pirenaico-cantábricos de roble y fresno. En: Manual de directrices ecológicas para la conservación de los tipos de hábitats de interés comunitario presentes en España. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio rural y Marino. Madrid, 63 pp.

Estas variables podrían complementarse con otras más específicas de pastizales, brezales y matorrales propuestas en el proyecto de Bases ecológicas para la gestión de los hábitats presentes en España. Entre ellas podrían mencionarse la oligotrofia (horizonte turba/concentración N) y la presencia de especies bioindicadoras (brezales), la cobertura de los diferentes estratos de vegetación (brezales y matorrales) o el porcentaje de suelo desnudo y la composición florística para los prados y pastizales.

Con respecto a los indicadores relativos a la función cabe destacar:

- El régimen de perturbación (análisis de las series de crecimiento radial de los árboles)
- Cantidad y clase de madera muerta (madera fina (<10 cm) y gruesa (>10 cm) sobre el suelo, como los tocones, árboles muertos y madera muerta sobre los árboles vivos)
- Presencia de microhábitats de interés especial
- Patrones de crecimiento (ligado a el régimen de perturbación)
- Sensibilidad al estrés ambiental (relación entre tasa de crecimiento y factores de estrés como índices anuales de sequía o disponibilidad hídrica del suelo).

Se podría incluir aquí la capacidad de dispersión, el establecimiento y la regeneración, parámetros propuestos para muchos tipos de hábitats boscosos en el referido proyecto de Bases ecológicas para la gestión de los hábitats.

En cuanto a indicadores de presión y amenaza habría que tener en cuenta los siguientes factores:

- Presencia de especies introducidas (abundancia y cobertura)
- Utilización comercial (madera, leña, setas, corcho, etc.)
- Efectos de la actividad ganadera-herbivoría (sobrepastoreo de ganado doméstico y de ungulados silvestres)
- Efectos de la polución atmosférica
- Efectos de plagas y enfermedades
- Efectos de las actividades recreativas
- Longitud y área influida por vías de comunicación o líneas de alta tensión (efectos de fragmentación del paisaje)
- Distancia a explotaciones mineras, núcleos urbanos o áreas industriales.

A estos efectos cabe añadir sin duda el derivado de los incendios forestales, que podría cuantificarse a través de la superficie incendiada para cada tipo de hábitat.

Como indicadores de protección (indicadores de respuesta) hay que considerar algunos parámetros sencillos como son:

- Superficie forestal protegida (ENP y Espacios Red Natura 2000)
- Superficie forestal ordenada (Planes de Ordenación de los Recursos Forestales e incluso PORN)
- Superficie forestal con certificación forestal

De este esquema sintético y su adecuación a los procesos y elementos que describen el Nivel 1 se obtienen varias conclusiones. Con respecto a la evaluación del estado de conservación, no hay ningún indicador o variable relacionada con el Área de Distribución o “range” ni con el Área de Distribución Favorable de Referencia. Por el contrario, hay numerosos parámetros y algún índice que pueden servir para caracterizar la estructura y la función de una tesela de diferentes sistemas forestales (sobretudo bosques y en menor medida pastizales, brezales y matorrales). Sin embargo, no hay datos empíricos que sugieran que cualquiera de estas variables puede ser un indicador fiable del estado de conservación de un determinado tipo de hábitat en un enclave concreto. Este problema no es ajeno al hecho de que es muy complicado formalizar lo que debe o puede entenderse como un ecosistema en buen estado de conservación. En lo que respecta a las perspectivas futuras, apenas hay datos sobre el efecto recurrente o no en el tiempo de las diferentes presiones y amenazas, por lo que también es muy difícil encontrar variables de presión-amenaza cuyas tasas de cambio se correlacionen significativamente con el grado de deterioro de un determinado tipo o grupo de hábitats.

Para contribuir a mejorar esta problemática, este equipo de trabajo propone tres indicadores básicos que se describen con detalle en el apartado siguiente (Tabla 4). El primero permite estimar la variación del área de distribución en relación a la superficie ocupada. Se basa en la utilización de un modelo que predice, de forma muy ajustada, el área de distribución que puede ocupar un hábitat a partir de la superficie actual observada. El segundo indicador estima el estado de la cubierta vegetal (resolución de un km²) utilizando la relación entre la eficiencia de producir biomasa (NDVI) y la precipitación. Es, por consiguiente, un indicador para evaluar el elemento de estructura y función. El tercer indicador, basado en la relación anterior, estima la tendencia de la cubierta vegetal en un período dado de tiempo (se ha ensayado con 11 años), por lo que se propone para evaluar el elemento de perspectivas futuras. En lo que concierne al proceso de evaluación de las medidas de conservación propuestas, no se ha encontrado ningún indicador adecuado aunque sí algunos descriptores como son la superficie forestal sujeta a ordenación o sujeta a un proceso de certificación forestal.

Completando esta propuesta original de indicadores, se añade también un posible indicador para evaluar el estado de conservación, a escala local, de los encinares, quejigares y melojares: el Índice de Diversidad Liquélica Epifítica (IDLE).

OBJETIVO DE CONSERVACIÓN	PROCESOS	ELEMENTO	Procedimiento	Indicador (ámbito Región biogeográfica)	MODELO FPEIR
Mantenimiento estado de conservación HÁBITATS FORESTALES	Evaluación Estado de Conservación (EC)	Área de Distribución	ADFR, Modelos predictivos	Tensión entre distribución y superficie	ESTADO
		Superficie ocupada	SFR, Cartografía		
		Estructura y función	Variables ecosistémicas	Estado cubierta vegetal	
				IDLE	
	Identificación presiones y amenazas	Perspectivas futuras	Variables actividad humana y ecosistémicas	Tendencia en el estado de la cubierta vegetal	FUERZAS MOTRICES PRESIÓN IMPACTO
	Medidas de Conservación	Ordenamiento Forestal	Variables administrativas	No hay propuesta	RESPUESTA

Tabla 4. Relación estructural entre los elementos y procedimientos que describen cada proceso del Nivel 1 y los tres indicadores propuestos.

3.1.1.1.2. Hábitats Rocosos

Los tipos de hábitats del grupo 8 son sistemas azonales muy particulares que suponen además una gran heterogeneidad. Como se comentó en el apartado 2.1.1.2.2., en el Proyecto “Bases ecológicas para la conservación de los tipos de hábitats” no se han desarrollado protocolos completos a excepción quizá de los glaciares permanentes. Sin embargo, tanto para los desprendimientos como para las laderas (pendientes) y los campos de lava se considera que la composición florística es una variable relevante para evaluar el estado de conservación de los factores de estructura y función. Dado además que los organismos vegetales no son importantes en los procesos abióticos de formación y dinámica, podría considerarse que la composición florística es un posible candidato a indicador, aunque no es fácil establecer valores umbrales o valores objetivo. En el caso de los glaciares permanentes, la evolución de la extensión superficial (EES), junto con el desplazamiento altitudinal medio (DAM), las modificaciones en espesor (ME) y el grado de dinamismo pueden considerarse un descriptor del estado de conservación.

Debido también a este carácter de sistemas azonales y particulares (más o menos dinámicos y con poco protagonismo estructural de la vegetación, de la flora y de la fauna), no quedan recogidos de forma explícita en los sistemas de indicadores revisados, ni siquiera en el catálogo de geoindicadores compilados por la *IUGS Geoindicators Initiative* (GEOIN, 1996) (<http://www.lgt.lt/geoin/>).

Los geoindicadores se definen como medidas (magnitudes, frecuencias, tasas y/o tendencias) de fenómenos y procesos geológicos que ocurren cerca de o en la superficie terrestre, y que están sujetos a variaciones lo suficientemente significativas como para comprender cambios ambientales producidos durante períodos de hasta 100 años. El catálogo comprende 27 parámetros estructurados entorno a diferentes ambientes como son la criosfera, las zonas áridas y semiáridas, las zonas costeras y marinas, lagos, ríos y riachuelos, humedales, aguas de superficie y subterráneas, suelos y riesgos naturales (Cuadro 1). Sólo el geoindicador “fluctuaciones glaciares” (criosfera) se relaciona directamente con el hábitat de interés comunitario “Glaciares permanentes”. Así mismo, el geoindicador “Deslizamientos de tierra y avalanchas” se puede relacionar indirectamente con los hábitats de interés comunitario “laderas” (pendientes) o “desprendimientos”, aunque su uso está destinado a prevenir riesgos naturales.

Cuadro 1. Geoindicadores. Fuente: *IUGS Geoindicators Initiative (GEOIN, 1996)*

CRIOSFERA

- **Actividad en suelo helado:** hidrología superficial y subterránea; des-hielo de la capa de hielo permanente; degradación de la superficie de la tierra.

- **Fluctuaciones de glaciares:** precipitación; cantidad de radiación solar; descarga fluvial.

ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

- **Fisuras y costras sobre superficies desérticas:** aridez

- **Magnitud, duración y frecuencia de tormentas de arena:** transporte de arena; aridez; usos de la tierra.

- **Formación y reactivación de dunas:** velocidad y dirección del viento; humedad; disponibilidad de sedimento.

- **Erosión por viento:** usos de la tierra; cubierta vegetal.

ZONAS COSTERAS Y MARINAS

- **Química de corales y patrones de crecimiento:** temperatura del agua de superficie; salinidad.

- **Nivel relativo del mar:** subsidencia y emergencia costera; extracción de fluidos; sedimentación y compactación.

- **Posición de la línea de costa:** erosión costera; usos de la tierra; niveles del mar; transporte y acumulación de sedimentos.

LAGOS

- **Niveles de agua y salinidad:** usos de la tierra; flujos de agua (caudales); circulación de agua subterránea.

RÍOS Y RIACHUELOS

- **Caudal:** precipitación; cuenca de drenaje; usos de la tierra.

- **Morfología del cauce:** carga sedimentaria; tasas de flujo; usos de la tierra; desplazamiento superficial.

- **Acumulación y carga sedimentaria:** transporte de sedimentos; tasas de flujo; usos de la tierra; cuenca de drenaje.

HUMEDALES

- **Extensión, estructura e hidrología de los humedales:** usos de la tierra; productividad biológica; caudal.

AGUAS DE SUPERFICIE Y SUBTERRÁNEAS

- **Calidad del agua de superficie:** usos de la tierra; interacciones entre agua–roca–suelo; tasas de flujo.

- **Calidad del agua subterránea:** usos de la tierra; contaminación; meteorización de roca y suelo; precipitación ácida; radioactividad.

- **Química del agua subterránea en la zona no saturada:** meteorización; usos de la tierra.

- **Nivel del agua subterránea:** abstracción; recarga.

- **Actividad kárstica:** flujo y química del agua subterránea; cubierta vegetal; procesos fluviales.

SUELOS

- **Calidad del suelo:** usos de la tierra; procesos químicos, biológicos y físicos del suelo.

- **Erosión del suelo y de los sedimentos:** escorrentía superficial; viento; usos de la tierra.

RIESGOS NATURALES

- **Deslizamientos de tierra y avalanchas:** estabilidad de vertientes; movimientos de masa; usos de la tierra.

- **Sismicidad:** liberación de esfuerzos internos inducida natural y antrópicamente.

- **Actividad volcánica:** movimiento de magma cerca a la superficie; flujo de calor; liberación de gases magmáticos.

OTROS

- **Secuencias de sedimentos y composiciones:** usos de la tierra; erosión y depositación.

- **Desplazamiento superficial:** levantamiento y subsidencia de la tierra; generación de fallas; extracción de fluidos.

- **Régimen de las temperaturas sub-superficiales:** flujo de calor; cubierta vegetal; usos de la tierra.

3.1.1.2. FICHAS DE INDICADORES

IDENTIFICACIÓN

Nombre:

Indicador de Tensión en la Distribución Observada de Hábitat (ITDOH)

Definición

El indicador cuantifica la diferencia entre la Superficie de Distribución y el Área de Distribución de Referencia Favorable del Hábitat.

Justificación

Este indicador se propone para evaluar los elementos de Área de distribución y Superficie ocupada, como parte del proceso de Evaluación del Estado de Conservación de los tipos de HIC (nivel 1). Para el nivel 2, este indicador se propone para evaluar el elemento de Distribución HIC y EIC, así como el elemento de Evaluación del estado de conservación HIC y EIC, ambos incluidos en el proceso de Evaluación de la Integridad.

El indicador, previamente, define los conceptos de Área de distribución y Superficie Ocupada y cuantifica la proporción existente entre ambas.

Se entiende como un indicador del estado de conservación favorable de un hábitat el hecho de que éste se encuentre en la mayoría de zonas donde existe potencialidad para su implantación.

Nivel jerárquico: NIVEL 1 (HIC) y NIVEL 2 (ZEC)

Tipo de indicador: Indicador de Estado – Respuesta (FPEIR)

Contexto

El paisaje europeo se encuentra profundamente alterado tras siglos de ocupación humana. La distribución actual de hábitats coincide marginalmente con la distribución potencial, lo que es más acusado cuanto mayor sea la viabilidad del territorio para la explotación de sus recursos. Las ZEC son designadas, entre otras razones, por contener hábitats de interés comunitario, pero se desconoce en qué medida alcanzan este objetivo respecto a su capacidad potencial para albergar sus distribuciones de referencia respectivas. Llamamos tensión a la diferencia entre las distribuciones actual y potencial de cierto hábitat, ya sea en el conjunto del área o en un territorio concreto como es una ZEC dada. La hipótesis subyacente es que, a mayor tensión, menor capacidad de la ZEC para proteger el hábitat en cuestión. La base metodológica consiste en el concepto de prevalencia, por el cual se examina la razón entre la distribución observada y potencial. El resultado es un índice global para la unidad de trabajo, y mapas que expresen la tensión local de cada localización.

Este indicador es de Nivel 2, y contribuye al objetivo de restablecer un estado de conservación favorable mediante la detección de ZEC o áreas dentro de las ZEC donde realizar acciones concretas para favorecer la restauración de cada hábitat. Es un indicador de estado, pero su evolución temporal sirve también para detectar respuesta a las medidas de restauración.

Si se calcula para el Nivel 1, este indicador aumenta su capacidad de diagnóstico sobre el estado de cierto hábitat a expensas de información aplicable al nivel superior. La ventaja de hacerlo así es que la distribución potencial se aplica a un territorio natural y no a un subconjunto arbitrario como sucedería con las ZEC.

Si se denomina con cierta impropiedad 'nicho ambiental potencial' al resultado de este ejercicio, el 'nicho ambiental realizado' se calcularía de forma equivalente usando la distribución observada. La comparación entre ambos 'nichos' debería servir para identificar el factor o factores ambientales responsables de la tensión. Este procedimiento puede aplicarse a los 43 hábitats zonales que forman el archivo, aunque su exactitud queda determinada por la bondad del ajuste de los modelos de distribución predictiva respectivos.

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

DEFINICIONES

- ADFR** Área de distribución favorable de referencia
Área de distribución dentro de la que se incluyen todas las variaciones ecológicas importantes del hábitat para una determinada región biogeográfica y que es lo suficientemente grande como para permitir la supervivencia del hábitat a largo plazo. El valor de referencia favorable debe ser, por lo menos, el área de distribución que existía (en cuanto a superficie y configuración) en el momento en que entró en vigor la Directiva. Si el área de distribución era insuficiente para permitir un estado favorable, la referencia para el área de distribución favorable debe tener en cuenta ese hecho y debe ser más extensa (en cuyo caso puede ser útil la información sobre la distribución histórica en el momento de definir el área de distribución de referencia favorable). En ausencia de otros datos, se puede utilizar 'la mejor opinión de expertos para definirla. El ADFR se calcula como:
$$ADFR = \text{Distr.Potencial} + \text{Distr.Observada} - \text{ZonasUrbanas}$$
- AD** Área de distribución
El área de distribución actual, la cual abarca el límite máximo de toda el área donde se encuentra el hábitat en la actualidad. Puede considerarse como una envoltura donde se encuentran las áreas verdaderamente ocupadas, ya que en muchos casos no toda el área de distribución está densamente ocupada por el hábitat.
- SDFR** Superficie de distribución favorable de referencia
Superficie total considerada como la mínima necesaria, dentro de una determinada región geográfica, para asegurar la viabilidad a largo plazo de un tipo de hábitat. Debe incluir las áreas necesarias para la restauración o desarrollo de aquellos tipos de Hábitat para los que la cobertura actual no es suficiente con miras a su viabilidad a largo plazo. El valor de referencia favorable debe ser por lo menos la superficie que abarcaba el tipo de hábitat cuando la Directiva entró en vigor. Puede ser útil la información sobre la distribución

histórica en el momento de definir la superficie de referencia favorable; en ausencia de otros datos, se puede utilizar 'la mejor opinión de los expertos para definirla

SD	Superficie de distribución (Distribución Observada) <i>Superficie que actualmente ocupa el hábitat.</i>
ZUrb	Zonas Urbanas <i>Agrupación de clases de usos de suelo que presenten una imposibilidad manifiesta para que un determinado hábitat pueda asentarse en ese terreno. (Heymann et al., 2004). Ej.: Zonas Urbanas, Puertos,</i>

Fuente de Datos

Este indicador se construye a partir de mapas que describen la presencia observada y potencial del hábitat.

- Mapa de distribución observada actual del hábitat (DistObs)
- Mapa de distribución potencial del hábitat (DistPot)
- Mapa de Usos y Cobertura de suelo

La distribución observada de los hábitat puede obtenerse a partir de la cartografía digital de los hábitat de la Directiva 92/43/CEE (Ministerio de Medio Ambiente, 2007). Esta cartografía incluye todos aquellos polígonos en los que se cita la presencia de un hábitat, independientemente de su cobertura.

Los mapas de distribución potencial de hábitat, se recogen en el *Archivo de Modelos Predictivos de Hábitat Zonales de España* desarrollado por la EEZA (CSIC) para el proyecto *Análisis de la coherencia global de la RN2000* (MARM). Igual que en el caso anterior, cualquier otro mapa potencial de presencia del hábitat puede ser igualmente válido siempre que en su desarrollo se haya prestado especial atención a los valores intermedios de idoneidad.

El mapa de clases de uso del suelo puede obtenerse del Corine Land Cover o de cualquier otra fuente de datos de Usos y Cobertura de suelo.

Metodología

El indicador se basa en la comparación de dos mapas binarios que representan la Superficie de distribución (SD) y el Área de distribución favorable de referencia (ADFR) de un determinado Hábitat.

El ADFR es un término que aparece en el procedimiento propuesto por la Comisión Europea para la aplicación del Artículo 17 de la Directiva 92/43/CEE. Dado que es un término ambiguo y no hay criterios establecidos de cálculo se ha definido el ADFR como el conjunto de zonas donde se ha predicho la existencia potencial del hábitat, más las zonas que actualmente ocupa, menos aquellas que invariablemente, no van a poder ser ocupadas (zonas urbanas).

$$ADFR = Distr.Potencial + Distr.Observada - ZonasUrbanas$$

El indicador se obtiene mediante una matriz de confusión y calculando a partir de esta el índice de precisión. La matriz de confusión consiste en una matriz generada mediante una tabla de contingencia de los mapas binarios de SD y ADFR que especifica la distribución de las semejanzas y diferencias entre ambas imágenes.

Existen diversos índices que extraen información a partir de la matriz de confusión (para una revisión ver Liu et al., 2005). En el caso del ITODH la precisión es el índice más adecuado ya que informa del porcentaje de zonas potenciales realmente ocupadas por el hábitat frente al conjunto total de zonas potenciales (ocupadas o no por el hábitat).

		Presencia potencial del hábitat	
		SI	NO
Presencia observada del hábitat	SI	verdadero positivo	falso negativo
	NO	falso positivo	verdadero negativo

$$precisión = \frac{vp}{vp + fp}$$

Para el caso de implementarse como un indicador de nivel 2, la matriz de confusión y el índice de precisión se calculan con los valores correspondientes a cada ZEC.

Interpretación

Como indicador de estado, valores bajos deben ser interpretados como hábitat o ZEC con gran tensión entre su potencialidad para albergar un hábitat y la realización efectiva de éste, mientras que valores altos indican un hábitat que está ocupando gran parte de las zonas donde puede teóricamente distribuirse. Como indicador de respuesta, ITODH informa de si un Hábitat está evolucionando hacia un estado de conservación favorable o no.

Valores umbrales

ITODH es un indicador porcentual, con valores comprendidos entre 0 y 100. Valores próximos a 0 indican un peor ajuste entre la distribución observada y la distribución potencial, y por tanto un déficit en la ocupación efectiva del hábitat. Valores próximos a 100 indican una ocupación completa de los espacios donde el hábitat puede estar presente.

Periodicidad en la medición

Para realizar un seguimiento del proceso *Evaluación del estado de conservación*, hay que realizar mediciones periódicas. La frecuencia de tales mediciones debe ser tal que permita detectar los cambios producidos antes de que éstos afecten a la integridad de los HIC/EIC.

Este indicador es sensible a cambios en el uso del suelo, o cambios en la superficie de distribución de los hábitats, exclusivamente, dado que la Distribución Potencial está definida de manera invariante en el tiempo. Solo introduciendo escenarios de cambio climático podemos redimensionar la Distribución Potencial.

Se propone una periodicidad en el cómputo del indicador inferior a los seis años marcados por el artículo 17 de la Directiva 92/43/CE. Lo ideal es que este indicador se revise en cuanto haya disponibilidad de datos nuevos, ya sean actualizaciones del mapa de usos de suelo, o de inventario de hábitats.

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

- Este indicador es fácil de calcular ya que está basado en un conjunto de análisis GIS y operaciones de cómputo de fácil aplicación.
- Cumplimenta mediante definiciones operativas explícitas (y por ello, discutibles) los requerimientos de información de la Directiva de Hábitat.

Principales desventajas del indicador

- La necesidad de usar algún modelo predictivo para el cómputo de las áreas de presencia potencial del hábitat, introduce un elemento abierto a la hora de implementar el indicador. Tanto la elección de la técnica predictiva como del conjunto de variables involucradas en la predicción, condiciona de manera notable la credibilidad del área potencial resultante y por tanto del índice.
- El Inventario Nacional de Hábitat es una fuente imprecisa para las distribuciones observadas, tanto por tratarse de un muestreo poco actualizado como por el sistema de polígonos que utiliza. El ITODH sería mucho más eficiente si se desarrollase un procedimiento para el inventario de hábitat basado en teledetección.

PRESENTACIÓN

Presentación

El indicador ITODH se puede presentar de diversas formas. Como indicador de Nivel 1 (Hábitat) la principal representación es como un único valor que informa del porcentaje de área potencial no cubierta para un hábitat.

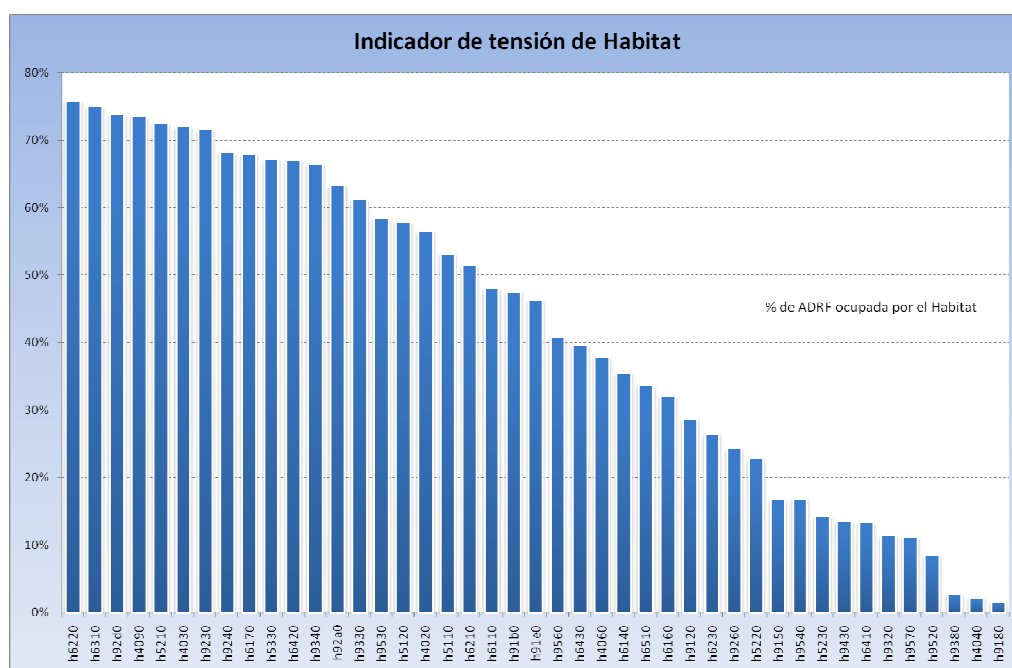


Figura 1. Ordenación decreciente de hábitats en función del porcentaje del Área de Distribución Favorable de Referencia que efectivamente está ocupando cada uno. Se aprecia como por ejemplo, el hábitat 6310 de Dehesas perennifolias de *Quercus* spp. presenta una distribución que se aproxima mucho a su área de referencia favorable, mientras que el hábitat 9520 de Abetales de *Abies pinsapo*, está muy mermado frente a su área de referencia ideal.

Pero esta información resumida tiene una expresión geográfica que se puede expresar mediante un mapa de las áreas potenciales donde no se observa el hábitat.

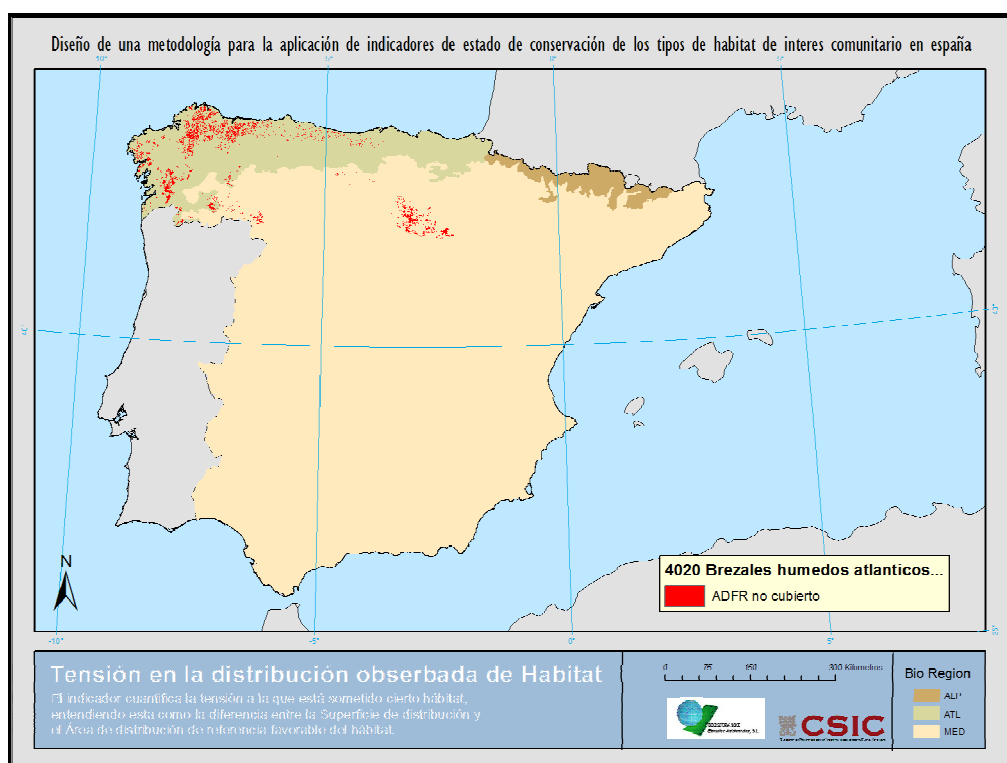


Figura 2. Cartografía de las Áreas de Distribución Favorable de Referencia del hábitat 4020 que no están actualmente ocupadas por este, y son por tanto, zonas donde realizar actuaciones dirigidas a recuperar la presencia del hábitat.

Como indicador de nivel 2 (ZEC) se muestra como un valor único para cada ZEC que representa el porcentaje de área potencial no ocupada dentro de la ZEC. Esta información es igualmente susceptible de representarse en un mapa.

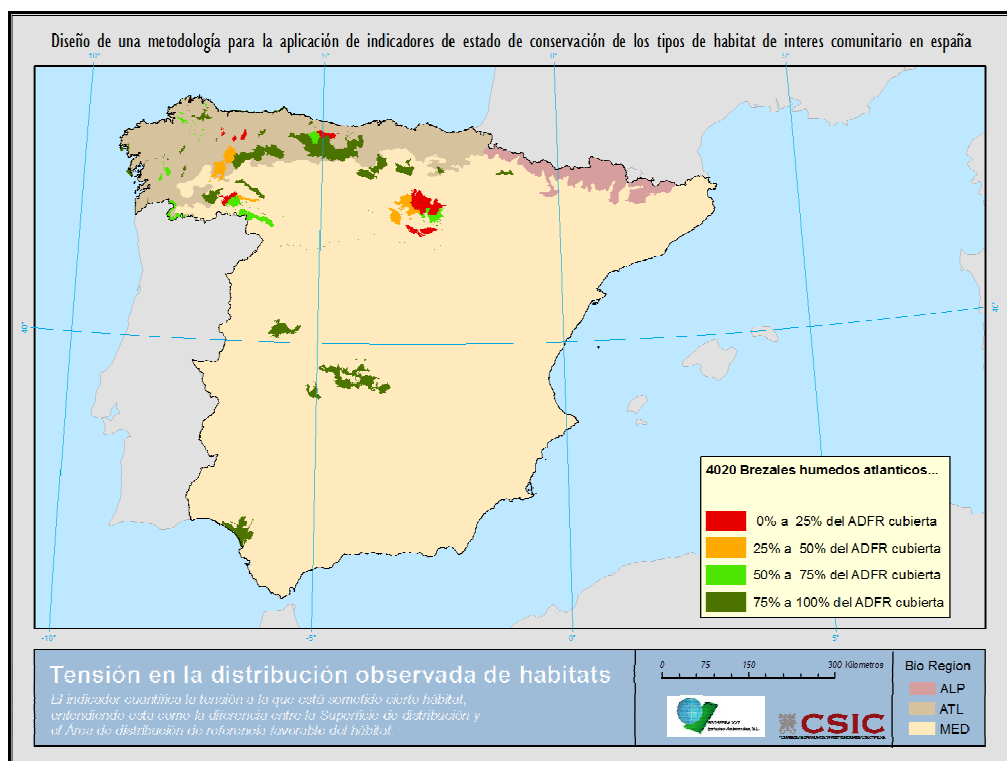


Figura 3. Cartografía que muestra una clasificación de los ZEC con presencia del hábitat “4020 - Brezales húmedos atlánticos...” en función del porcentaje de su superficie de ADFR donde actualmente se observa presencia del hábitat. Por ejemplo, se aprecia como en la zona de la Sierra de la Demanda, hay un conjunto de ZEC con capacidad para albergar el hábitat 4020, pero donde se registra una escasa presencia de este.

Referencias

Fielding, A.H. and Haworth, P.F. 1995. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. – *Environ. Conserv.* 24: 38-49.

Heymann, Y., Steenmans, Ch., Croissille, G. & Bossard, M. (2004). *Corine land cover: Technical guide*. 2004. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Liu, C., Berry, P. M., Dawson, T. P. and Pearson, R. G. 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. - *Ecography* 28: 385-393.

Ministerio De Medio Ambiente. 2007. *Establecimiento de las bases ecológicas para la gestión de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio De Medio Ambiente.

Observaciones

Los elementos descritos en la Sección de Evaluación, especialmente las Desventajas, muestran la necesidad urgente de proveer a la Red Natura 2000 de métodos para el inventario y seguimiento de sus elementos a varios niveles. Estos métodos deben usar activamente la teledetección como fuentes de entrada. Aun cuando el ITODH fuese objetable en su totalidad, cualquier indicador alternativo también basaría su éxito o fracaso en la disponibilidad de un atlas actualizado de hábitat en formato digital.

IDENTIFICACIÓN

Nombre: Estado de conservación de la cubierta vegetal (IECCV)

Definición

El IECCV proporciona tres elementos para la conservación de la cubierta vegetal en el terreno en que se ubica un determinado hábitat: estado, tendencia ordinal, y tendencia cualitativa.

IECCV informa del porcentaje de terreno ocupado por un hábitat que presenta un estado degradado, también informa del porcentaje de terreno que presenta una tendencia a la reducción de biomasa, y por último cuantifica la magnitud de esta tendencia en la reducción de biomasa.

Justificación

Evaluar el estado y tendencia de conservación actual de los Hábitat y ZEC que integran la red Natura 2000, es una de las instrucciones expresamente incluidas en la Directiva de Hábitats. IECCV analiza una serie de elementos funcionales (productividad, madurez y tendencia de la vegetación) que inciden directamente en esta evaluación.

Está aceptado que la observación de cambios en la biomasa, de forma constatable y continua a lo largo del tiempo, constituye un indicador de la tendencia en la condición de un terreno.

Por eso, aquí se toma una pérdida continua de la biomasa de una zona, como una señal de incipiente degradación y por el contrario, una ganancia de biomasa como una mejoría en el estado general de conservación. Pero esto, solo es así, si la pérdida o ganancia esta exclusivamente ligada a la propia dinámica ecológica y no a otros factores influyentes, como por ejemplo, el clima (Hein & de Ridder 2006).

IECCV, analiza la cantidad de vegetación observada de un lugar, enfrentándola a unos referentes teóricos calculados teniendo en cuenta las condiciones de precipitación y temperatura de cada zona, eliminando así la tendencia de origen climático.

Dentro del esquema de caracterización del Sistema Red Natura 2000, IECCV es un indicador enmarcado en el proceso de Evaluación del estado de conservación, en el elemento Estructura y función, del NIVEL 1.

Si se usa como indicador de NIVEL 2, IECCV se enmarca en el proceso de Evaluación de la integridad, en el elemento de Evaluación del estado de conservación HIC y EIC.

En ambos casos, este indicador, utiliza un modelo de diagnóstico especialmente orientado a detectar degradación en su nivel de referencia, que evalúa la vegetación los HIC utilizando técnicas de teledetección.

Nivel jerárquico: NIVEL 1 (HIC) NIVEL 2 (ZEC)

Tipo de indicador:

Indicador de Estado y Respuesta (FPEIR)

Contexto

La mayoría de las observaciones e indicadores de la RN2000 son estructurales y asumen una condición cualitativamente viable de la vegetación asociada. Sólo en el nivel 1 se especifican indicadores basados en observaciones de campo, que permitan detectar la condición funcional de la cubierta vegetal correspondiente a cada hábitat. Cabe explicar esta carencia por la dificultad de incorporar procedimientos geomáticos, especialmente teledetección, a la gestión de la RN2000.

Se propone emplear un indicador derivado de un producto existente: el mapa de desertificación de la Península Ibérica, a resolución de 1 km, que ya ha sido desarrollado en el Proyecto Integrado CE DeSurvey, y que ha sido incorporado por el MARM al proyecto de Revisión del Plan de Acción Nacional sobre Desertificación. Dicho mapa valora la cantidad de vegetación presente en cada celda respecto a su óptimo climático, y su evolución en el tiempo. El concepto central se basa en la eficiencia en el uso de la precipitación, cuya hipótesis es que, cuanto mejor sea la condición de la cubierta vegetal, mayor será la razón entre biomasa verde y precipitación. El indicador trabaja a dos escalas temporales que reflejan la productividad primaria y la biomasa de cada celda.

En su estado actual, el mapa mencionado se refiere al período 1989-2000, y ha sido construido combinando el resultado de comparaciones sincrónicas a través de todo el territorio, y diacrónicas a lo largo del tiempo para cada celda. La metodología empleada para compilar dicho mapa se basa en modelos numéricos y datos fácilmente adquiribles, por lo que un indicador como el descrito sería viable para la vigilancia y seguimiento de la RN2000.

Este indicador es de estado si se refiere al período en conjunto, y de respuesta por su capacidad para detectar cambios en el tiempo dentro de dicho período. Aunque opera por celdas de 1 km, sus niveles de aplicación apropiados son 2, porque permite detectar el estado funcional de conservación de hábitats y ZEC, y 1, porque permite estimar hasta qué punto la RN2000 cumple su misión de mantener una porción significativa de territorio en estado favorable.

La aplicación de este indicador al Nivel 1 tiene dos objetivos. El más inmediato es establecer el estado y tendencia de la condición de la tierra en las áreas ocupadas por hábitats. Este atributo está vinculado directamente al estado de conservación. El siguiente objetivo es relacionar la condición de la tierra con el carácter de cada hábitat. Usando terminología botánica, algunos hábitats representan vegetación climácica, mientras que otros son básicamente seriales. Cabe suponer que hábitats climácicos requieran tierras en buena condición, mientras que hábitats seriales ocupen típicamente tierras en condición media o degradada. Este patrón puede ser contrastado, y sus anomalías usadas para encontrar situaciones o casos especialmente vulnerables.

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Fuente de Datos

Este indicador se construye principalmente con cartografía proveniente del Mapa de Desertificación de la Península Ibérica

De este desarrollo se utilizan los siguientes mapas raster a 1km² de resolución:

- Valoración de la condición de la tierra (CT)
Mapa categórico, resultado del análisis combinado de la resiliencia (comportamiento a corto plazo) y la madurez (comportamiento a largo plazo) de la vegetación. Identifica zonas con menos vegetación que la teóricamente esperada para las condiciones climáticas existentes y zonas que producen poca biomasa incluso cuando las condiciones climáticas son las idóneas. Clasifica una zona como degradada si ocurre alguna de las anteriores condiciones, y como zona muy degradada, si concurren ambos procesos.
- Efecto del tiempo sobre la vegetación (ET)
Mapa numérico, fruto de una regresión múltiple paso a paso, diseñada para cuantificar, aisladamente, el efecto de clima y el tiempo sobre la cantidad de vegetación visible en cada celda. Informa de la magnitud y el signo de los cambios en la vegetación.
- Mapa reclasificado del tiempo sobre la vegetación (ETr)
Reclasificación cualitativa del anterior mapa para detallar las zonas que muestran una tendencia creciente o decreciente de la vegetación a lo largo de los años.

De otras fuentes se requiere:

- Distribución Observada actual del hábitat (DO). Capa SIG binaria que delinea los lugares donde el hábitat está presente. Puede obtenerse a partir de la cartografía digital de los hábitat de la Directiva 92/43/CEE (Ministerio de Medio Ambiente, 2007).
- Cartografía de las ZEC componentes de la Red Natura 2000.

Los productos derivados del Mapa de Desertificación de la Península Ibérica, están realizados mediante técnicas de teledetección y son fácilmente actualizables.

Metodología

El IECCV proporciona 3 valores para la descripción del estado de conservación de la vegetación.

- IECCV1: Informa del porcentaje de la superficie de distribución de un hábitat cuya vegetación se encuentra en un estado de degradación avanzado o muy avanzado. Se trata de una variable de estado asociada a la degradación del suelo.
- IECCV2 y IECCV3: El primero informa del porcentaje de la superficie de distribución de un hábitat cuya vegetación está decreciendo con el

tiempo. El segundo mide la velocidad a la que esta pérdida se está materializando. Estos parámetros están dirigidos a valorar la tendencia ecológica que se encuentra asociada a la degradación.

Procedimiento:

Calculo de IECCV1

IECCV1 utiliza el mapa de valoración de la condición de la tierra (CT) y el mapa de distribución observada del hábitat en cuestión (DO) para construir una tabla de contingencia.

IECCV1 asume una asociación entre la condición de la tierra y la distribución del hábitat. Por ejemplo, cabe suponer, que muchos hábitat tienden a localizarse en suelos bien conservados. Dicha asociación debe ser contrastada estadísticamente antes de calcular el índice. Para ello se puede usar la χ^2 sobre una muestra aleatoria de aproximadamente el 1% de la población original, evitando así problemas de autocorrelación espacial.

Si el contraste es significativo con una probabilidad menor o igual a 0.05, se acepta la hipótesis alternativa de que la distribución observada del hábitat está asociada al estado de la condición de la tierra. Entonces, puede calcularse el IECCV1.

El índice se calcula entonces dentro de la distribución observada, como la proporción de ésta que corresponde a la suma de superficies en estado degradado o excepcionalmente degradado.

$$IECCV1 = \frac{\text{Área Degradada} + \text{Área Excep. Degradada}}{\text{Área Distribución Hábitat}}$$

Este indicador destaca los hábitat con una distribución amplia en zonas degradadas.

Ejemplo de cálculo de IECCV1 para el hábitat 6220 – Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*

Habitat	Suelo en condición excep. buena	Suelo en buena condición	Suelo degradado	Suelo excep. Degradado	Anomalías	Total
No Observado	76234	380301	58183	12833	994	528545
Observado	4950	40793	5878	1428	34	53083
Total	81184	421094	64061	14261	1028	581628

Tabla de contingencia

$$IECCV1 = \frac{5878 + 1428}{53083} = 0.13$$

El 13% de la distribución observada del hábitat 6220 se encuentra en zonas con un estado importante de degradación del suelo.

IECCV2:

IECCV2, utiliza el *mapa reclasificado (cualitativo) del efecto del tiempo sobre la vegetación (ETr)* y el *mapa de distribución observada*.

Igual que en el caso anterior, un paso previo consiste en realizar un contraste de χ^2 que muestre la independencia o asociación entre la tendencia de la vegetación y la presencia del hábitat. Si el resultado p es menor o igual a 0.05, se concluye que el hábitat no se reparte de manera aleatoria por las distintas clases del mapa de tendencia en el tiempo y se puede proceder al cómputo del índice.

Para cada HIC se realiza una tabla de contingencia entre el *mapa reclasificado del efecto del tiempo sobre la vegetación (ETr)* y el *mapa de distribución observada para el hábitat (DO)*.

Se halla la proporción entre el conjunto de elementos observados con tendencia decreciente y el de total de la distribución del hábitat.

$$IECCV2 = \frac{\text{Área Decreciente}}{\text{Área Distribución Habitat}}$$

IECCV2 informa del porcentaje del área ocupada por cada hábitat cuya vegetación decrece con los años.

Ejemplo de cálculo de IECCV2 para el hábitat 6220 – Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*

Tendencia de la Vegetación				
Hábitat	Estable	Decreciente	Creciente	Total
No Observado	277614	4577	158617	440808
Observado	41716	436	11048	53200
Total	319330	5013	169665	494008

Tabla de contingencia

$$IECCV2 = \frac{436}{53200} = 0.008$$

Solo el 0.8% de la distribución observada del hábitat 6220 se encuentra en zonas con una tendencia decreciente.

IECCV3:

Para conocer la intensidad de tendencia de cambio de vegetación, se utiliza el mapa cuantitativo del efecto del tiempo sobre la vegetación (ET). Este mapa muestra la tendencia creciente o decreciente de la vegetación a lo largo de los años. En sentido estricto, refleja la cantidad de unidades de desviación estándar de vegetación que cambiarán por cada desviación estándar de tiempo. El uso del coeficiente de regresión en este formato es más consistente que el convencional (expresado en unidades de vegetación y tiempo), ya que permite comparar tendencias entre localizaciones de modo normalizado respecto a sus biomásas medias respectivas. Es decir, una pérdida de cobertura del 5% anual es más alarmante en un ecosistema con vegetación rala y dispersa que en uno que con una cubierta continua y multiestratificada. El coeficiente de regresión normalizado resuelve este problema.

IECCV3, se calcula como el valor medio del mapa cuantitativo del efecto del tiempo sobre la vegetación (ET) en las áreas del hábitat donde la vegetación decrece.

$$IECCV3 = \frac{\sum DO * ET}{\text{Área Distribución Hábitat}}$$

IECCV1, IECCV2 y IECCV3, pueden elaborarse como indicadores de nivel 2. Para ello, es necesario realizar los mismos cálculos, pero considerando individualmente la información de cada ZEC.

Interpretación

Los mapas de efecto del tiempo sobre la cubierta vegetal pueden tomarse como aproximaciones a procesos activos de degradación (si se producen pérdidas) o agradación (si se producen ganancias). Esos mapas han sido corregidos por el efecto de variaciones interanuales de aridez. Por ello, casi siempre pueden ser interpretados en términos de actuaciones humanas o de la dinámica ecológica interna de la vegetación. El subconjunto de indicadores aquí descrito está orientado a dar alertas tempranas sobre procesos activos de degradación, y por ello sólo se consideran las intersecciones entre manchas asociadas a respuestas negativas y el territorio asignado al nivel de referencia (1 o 2). Las combinaciones posibles entre los tres sub-indicadores deben ser interpretadas concretamente para cada tipo de hábitat. De ese modo, todavía pueden detectarse tendencias a la degradación en hábitats de los que se sabe que son seriales y deber encontrarse en zonas degradadas, que en principio deberían ser estables.

IECCV1 es un indicador de estado, y IECCV2 y IECCV3 son indicadores de tendencia. Los dos primeros son porcentuales: valores altos indican en ambos casos, una mayor superficie del hábitat en condiciones no adecuadas para mantener un estado de conservación favorable.

IECCV3 es un valor real negativo. Cuanto mayor sea, (un número negativo más grande), más rápido es el proceso de pérdida de vegetación en ese hábitat, y por lo tanto el hábitat se encuentra con más dificultades para conservar un estado de conservación favorable.

Valores umbrales

IECCV1 y IECCV2 son indicadores porcentuales, por lo tanto sus valores oscilan entre 0 y 100.

IECCV3, al estar calculado sólo sobre áreas con tendencias negativas, siempre será menor o igual a cero, aunque no tiene un límite inferior concreto. La determinación de valores umbrales con consecuencias funcionales para cada ecosistema debe ser realizada a la vista de estudios detallados.

Periodicidad en la medición

El indicador informa simultáneamente del estado y tendencias que se aplican a un período relativamente largo de aproximadamente una década, dentro del cual se realiza un seguimiento mensual de las variables de entrada para el mapa de desertificación (clima e imágenes de satélite). Por ello el indicador en sí informa directamente de los elementos de histéresis del sistema y no requiere periodicidad a menos que se especifique un nuevo período. En este

caso, es conveniente usar una ventana móvil que siempre comprenda períodos largos.

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

- Utiliza datos de teledetección, para valorar elementos funcionales de la cobertura vegetal, lo que permite estudiar extensiones muy amplias con costes asumibles. La alta disponibilidad temporal de las imágenes necesarias así como su bajo coste, permite realizar un cálculo frecuente del indicador.
- La aplicación e interpretación del indicador es sencilla y directamente trasladable a la gestión de la red. Y debido a las correcciones incluidas, se puede utilizar para comparar el estado de ZEC climáticamente dispares e incluso con proporciones variables de distintos usos del suelo.

Principales desventajas del indicador

- El método para calcular y actualizar el mapa de desertificación es complejo y usa bases de datos muy grandes, aunque se han provisto instrumentos y formación adecuados para su aplicación.
- Las variaciones espaciales y temporales de la producción y biomasa, son esenciales para comprender la agradación o degradación de un territorio, pero cuando se focalizan en hábitats requieren datos e interpretaciones adicionales para acomodar las diferentes estrategias ecológicas de sus comunidades.

PRESENTACIÓN

Presentación

El indicador IECCV admite varias presentaciones. Como indicador de Nivel 1 puede mostrar un mapa de zonas donde el estado de conservación del suelo, no es el adecuado para el hábitat en cuestión, alertando de zonas que no cumplen el estado de conservación favorable. El valor promedio muestra el estado general de conservación del suelo para el hábitat.

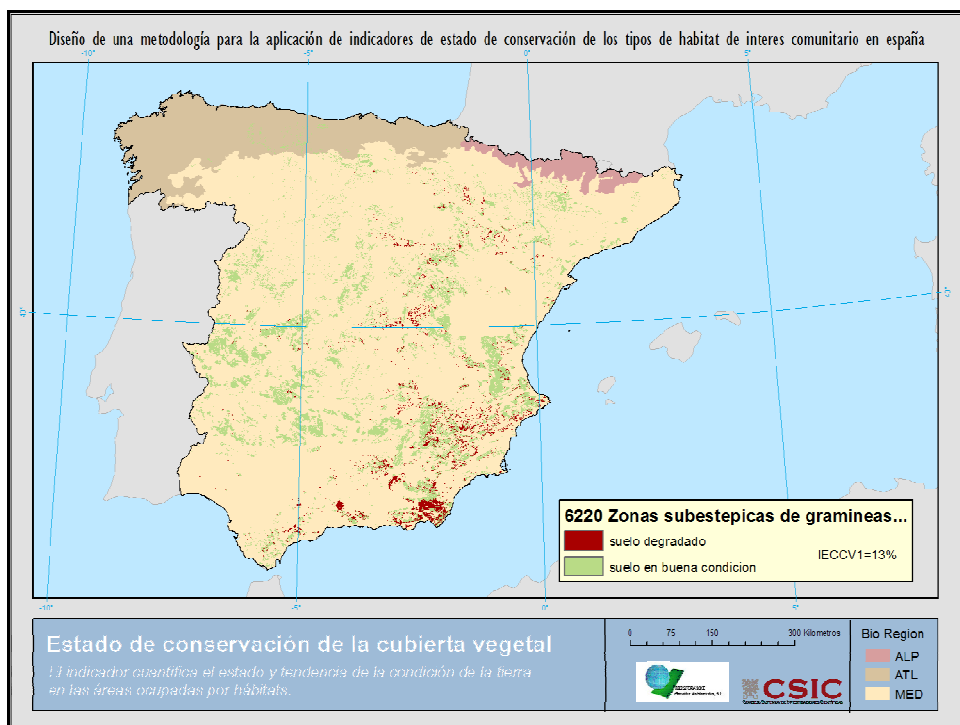


Figura 1. Cartografía de IEECV1 para el hábitat 6220, donde se aprecia cómo la presencia del hábitat se distribuye entre zonas con suelo degradado y zonas con terreno en buena condición. El porcentaje de la distribución que se encuentra en terreno degradado es del 13%, localizándose principalmente en el sureste de la península.

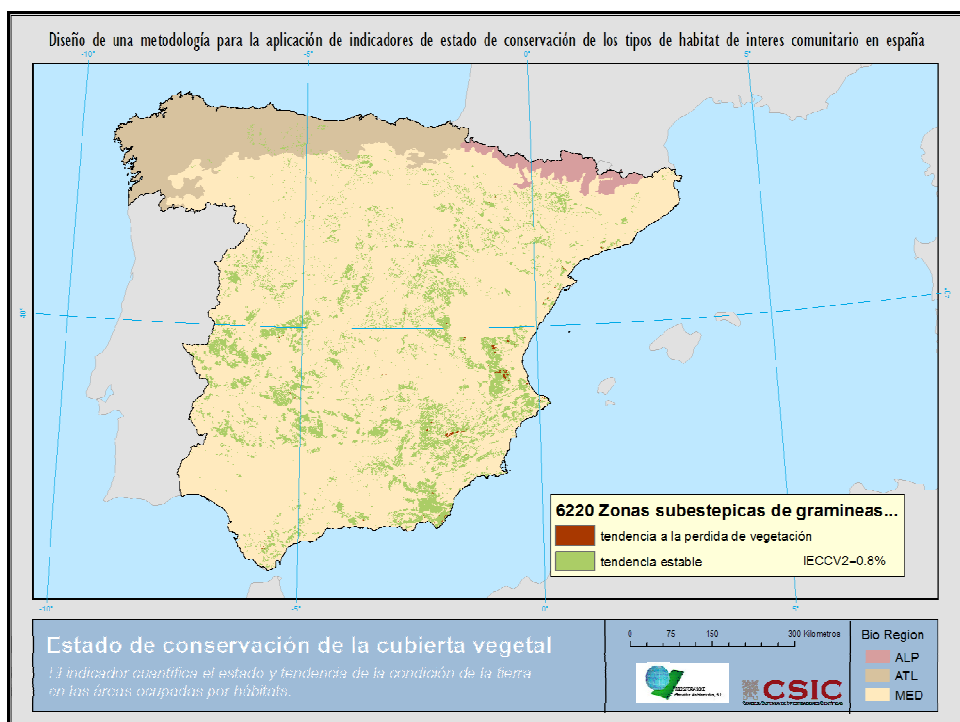


Figura 2. Cartografía de IEECV2 para el hábitat 6220 donde se aprecia cómo la presencia del hábitat se distribuye principalmente en zonas sin una tendencia definida y que permanece estable a lo largo del tiempo. Solo el 0.8% de la distribución se encuentra en zonas que presentan signos de pérdida de biomasa.

Como indicador de Nivel 2, puede representarse mostrando los ZEC que albergan presencia del hábitat, coloreados según el indicador escogido.

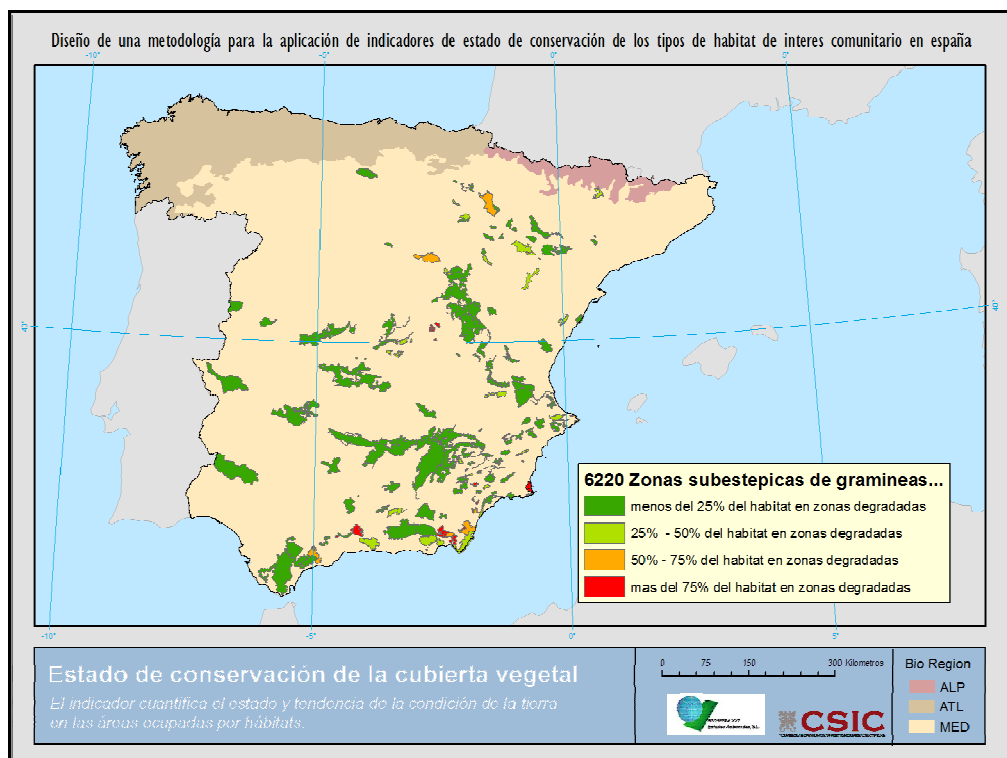


Figura 3. Cartografía de IEECV1 para los ZEC con presencia del hábitat 6620. Se han clasificado los ZEC en función del porcentaje de distribución del hábitat que albergan, que se encuentra en terreno degradado. Se aprecia como en diversos ZEC del sureste andaluz, la practica totalidad (mas del 75%) de presencias del hábitat se localiza en terrenos degradados. En estos ZEC no se esta consiguiendo el estado de conservación favorable necesario.

Referencias

Ministerio De Medio Ambiente. 2007. Establecimiento de las bases ecológicas para la gestión de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio De Medio Ambiente.

Del Barrio, G., Puigdefábregas, J., Sanjuán, M.E., Stellmes, M. & Ruiz, A. (2009). Assessment and monitoring of land condition in the Iberian Peninsula over 1989-2000. Deliverable 1.5.3.19. DeSurvey Integrated Project (contrato nº 003950). 32 pp.

IDENTIFICACIÓN

Nombre:

Vulnerabilidad de hábitat frente a cambio climático⁶⁵

Definición

El indicador cuantifica ganancias o pérdidas de especies o hábitats dentro de un dominio de referencia para distintos escenarios de cambio climático.

Justificación

Muchas de las especies o hábitats incluidas en la Red Natura 2000 tienen dependencias identificables respecto al clima. Luego puede asumirse que si una variación climática afecta a las variables que tienen un control directo sobre la distribución de esas especies, ésta cambiará proporcionalmente, y se producirán pérdidas o ganancias dentro de un recinto cuyos límites geográficos sean constantes.

Nivel jerárquico: NIVEL 1 (HIC) y NIVEL 2 (ZEC)

Tipo de indicador:

Indicador de Presión (FPEIR)

Contexto

La conservación de la biodiversidad es un objetivo prioritario de la Red Natura 2000. La amenaza de un cambio climático tiene un gran potencial desestabilizador para dicha Red, ya que su principal efecto consistiría en alteraciones en la distribución de hábitats, mientras que la red está formada por espacios cuyos límites en principio son fijos. Al mismo tiempo, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha hecho esfuerzos recientes por definir posibles escenarios de cambio, que aparecen detallados en su Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones (SRES). Esos escenarios han servido para parametrizar modelos de circulación atmosférica global, generando predicciones espacialmente explícitas sobre las nuevas configuraciones climáticas asociadas a los escenarios respectivos. Por tanto, puede pensarse que, si es posible formalizar el control del clima sobre la distribución de especies o hábitats, también se podrá generar nuevas distribuciones potenciales bajo distintos escenarios. Entonces, un simple conteo de pérdidas o ganancias debería bastar para informar sobre el impacto

⁶⁵ Este indicador no debería ser aplicado como tal. El problema de la vulnerabilidad de una red de conservación frente a un cambio climático es complejo y el estado actual de conocimiento aconseja abordarlo como un proyecto que no puede ser reducido a simples indicadores. Para facilitar la comprensión de esta idea, un indicador practicable y consistente con el estado del arte al respecto es desarrollado a modo de hipótesis nula siguiendo los epígrafes normalizados. La sección de Observaciones contiene comentarios cuestionando su uso.

de los cambios climáticos respectivos directamente en términos de biodiversidad.

Este indicador también puede ser aplicado al Nivel 1, seleccionando sólo hábitats cuya distribución predictiva responda preferentemente a variables climáticas, y siguiendo el método descrito más arriba. Además, puede aplicarse al Nivel 2 donde contribuye al objetivo de valorar la función de cada ZEC en el conjunto de la RN2000, y de Nivel 3 aplicándolo al conjunto de las ZEC, donde contribuye al objetivo de valorar la Red. Por reflejar vulnerabilidad frente a un escenario de cambio, se puede considerar como indicador de presión.

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

El indicador opera en un SIG raster e informa del número de celdas dentro de un dominio en las que la especie o hábitat está presente en un escenario concreto. El dominio es arbitrario pero constante, y puede ser una delimitación administrativa, una o varias ZEC, etc. La convención es dar el número de presencias en el escenario base, y los números de celdas ganadas y perdidas para la especie o hábitat en el escenario de cambio ensayado. Esto puede hacerse mediante valores absolutos o relativos respecto a los valores en el escenario inicial.

Fuente de Datos

- Área de estudio y, dentro de ella, dominio en el que se ha de realizar el análisis
- Distribución observada de la especie
- Distribución potencial de la especie en el escenario base
- Modelo de distribución predictiva que use variables climáticas como predictores
- Escenario(s) de cambio en términos de variaciones en las variables usadas por el modelo

Metodología

El elemento central para el cómputo de este indicador es un modelo de distribución predictiva de la especie o hábitat a examinar. En él, la variable dependiente es un estimador cuantitativo de la probabilidad de presencia, y los predictores deben incluir las variables climáticas cuyo cambio se desea examinar. Este tipo de modelos no suele estar disponible de antemano, pero la técnica de ajuste es conocida y está al alcance de personal especializado. En general, se basa en usar algún método estadístico capaz de procesar grandes masas de datos para ajustar una relación entre las presencias y ausencias observadas de la especie o hábitat y los valores climáticos en las mismas localizaciones. Dichos métodos usan inteligencia artificial, y entre los más usados se encuentran las redes neuronales, árboles de decisión, modelos aditivos y algoritmos genéticos.

Una vez el modelo está disponible, conviene ajustar una distribución potencial bajo las condiciones climáticas actuales. El error del modelo se infiere entonces comparando dicha distribución potencial con la observada.

A continuación, el modelo es ejecutado para generar una nueva distribución potencial para cada escenario de cambio climático. Ello requiere casi siempre remuestrear los escenarios disponibles a una resolución compatible con el trabajo a realizar. Las distribuciones así producidas son sometidas a conteo según el procedimiento descrito en la sección sobre Métrica.

Interpretación

La interpretación del indicador es directa, ya que informa de las pérdidas y ganancias de área de distribución de cada especie o hábitat en el dominio especificado.

Valores umbrales

No hay, excepto los obvios que implican la extinción de la especie o hábitat bajo cierto escenario.

Periodicidad en la medición

Al tratarse de un indicador prospectivo, no tiene periodicidad asociada. Se ejecuta una sola vez para cada escenario de cambio.

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

- Es sencillo y fácil de interpretar.
- Asocia claramente cambios en la distribución de las especies o hábitats a escenarios normalizados de cambio climático.
- Ofrece resultados comparables para áreas de estudio muy diferentes.

Principales desventajas del indicador

- La metodología es cara y compleja de aplicar, e implica encadenar modelos diferentes cuyos errores internos se propagan a lo largo del análisis de una manera difícil de controlar, pero probablemente importante. Además, fuerza la resolución de los datos de entrada para poder usar los escenarios de cambio climático disponibles, lo que introduce errores adicionales.
- Basar el efecto de un cambio climático en variaciones del área de distribución de especies o hábitats puede ser viable a escalas continentales, pero resulta progresivamente incierto a medida que se reduce el área de trabajo. Cabe sospechar que los efectos prospectivos

calculados sobre regiones NUTS2 o NUTS3 estén más influidos por los errores mencionados en el punto anterior que por verdaderas extinciones o invasiones.

- La noción de área de distribución como mancha continua a cualquier resolución más fina que unos 10 km es conceptualmente errónea, lo que reduce el uso potencial de este indicador para la gestión de la Red Natura 2000 a nivel nacional.

PRESENTACIÓN

Presentación

El indicador se calcula dentro de unos dominios geográficos que pueden reflejarse como mapas. No obstante, el formato más práctico es el de una tabla de especies o hábitats por escenarios para un dominio dado.

Table 1 – Gains (+) and losses (–) in regional climate space (%) under two scenarios						
Species	HadCM3 A2 scenario			PCM A2 scenario		
	2020	2050	2080	2020	2050	2080
UK						
<i>Hesperia comma</i> ^a	+404/0	+589/0	+752/0	+301/0	+447/0	+681/0
<i>Lysandra bellargus</i> ^a	+182/0	+243/0	+347/0	+152/0	+206/0	+287/0
<i>Campanula glomerata</i>	+15/–11	+22/–14	+27/–24	+7/–12	+14/–12	+22/–16
<i>Helictotrichon pratense</i>	+19/–7	+20/–14	+19/–32	+16/–6	+17/–14	+16/–41
<i>Silene gallica</i>	+25/0	+32/0	+46/0	+22/0	+31/0	+41/0
<i>Papaver dubium</i>	+4/0	+5/–2	+5/–7	+4/0	+5/–2	+5/–9
<i>Legousia hybrida</i>	+9/–14	+9/–19	+9/–20	+8/–10	+9/–15	+12/–14
<i>Lepus europaeus</i> ^b	+15/–15	+15/–32	+12/–65	+17/–8	+18/–8	+23/–7
Almeria, Spain						
<i>Pistacia lentiscus</i>	+32/0	+50/0	+58/–29	+27/0	+39/0	+52/0
<i>Chamaerops humilis</i>	+4/0	+7/0	+7/0	+2/0	+5/0	+7/0
<i>Pinus halepensis</i>	+1/0	+1/0	+1/–7	+1/–5	+1/–6	+1/–8
<i>Pinus pinaster</i>	0/–53	0/–72	0/–86	0/–42	0/–55	0/–71
<i>Quercus ilex</i>	0/0	0/0	0/–31	0/0	0/0	0/0
<i>Quercus faginea</i>	0/0	0/0	0/–13	0/–4	0/–1	0/0

^a Insect.

^b Mammal.

Figura 1. Ganancias y pérdidas de distribución potencial de especies en East Anglia (Reino Unido) y Almería (España) bajo el escenario A2 de IPCC-SRES. Se ensayaron dos Modelos de Circulación Global (HadCM3 y PCM) para generar representaciones espaciales de dicho escenario, las cuales fueron remuestreadas a 10' y posteriormente a 1 km de resolución. Los modelos de distribución predictiva para las diferentes especies fueron ajustados usando redes neuronales sobre el escenario inicial. (Tomado de del Barrio et. al. 2006, © Elsevier).

Referencias

del Barrio, G., Harrison, P.A., Berry, P., Butt, N., Sanjuan, M.E., Pearson, R.G. & Dawson, T. (2006). Integrating multiple modelling approaches to predict the potential impacts of climate change on species' distributions in contrasting regions: comparison and implications for policy. *Environmental Science and Policy*, 9(2): 129-147.

Observaciones

1. Frente a la creencia simplista de que las distribuciones de seres vivos se desplazarían como bloques en el espacio, existen evidencias de que una evolución más probable crearía huecos de degradación en las distribuciones actuales, muchas de las cuales se convertirían en extra-zonales buscando refugio en situaciones topográficas. Por ello, los indicadores convencionales basados en pérdidas o ganancias de hábitats en un recinto fijo no son suficientes. Es de esperar que las distribuciones vean alterada su textura y estructura espacial mucho antes que sus límites geográficos.
2. Las predicciones de cambio climático efectuadas por modelos de circulación global tienen una resolución espacial gruesa, normalmente de decenas de kilómetros. Esa resolución puede ser remuestreada a cualquier otra más fina que resulte conveniente, pero ello no añade la información de detalle ni la textura que la nueva resolución debería contener para reconstruir fielmente los efectos de un cambio climático. Sin embargo, las especies sensibles responderán probablemente a esos detalles finos en primer lugar.
3. No todas las especies o hábitats muestran respuestas significativas frente al clima. Pero incluso las que lo hacen no son homogéneas en dichas respuestas. El ejemplo más conocido es el de un gradiente de aridez, en cuyos extremos más húmedos las especies tienden a responder a los valores centrales o promedios de las variables climáticas, mientras que en los extremos más secos son las varianzas o la secuencia temporal de eventos lo que controla a muchas especies. Esta distinción es esencial para abordar el efecto de un posible cambio climático.
4. Las razones anteriores no solo no impiden, sino que estimulan la investigación de la vulnerabilidad de la Red Natura 2000 frente a un cambio climático. Sin embargo, el problema es complejo y debe ser afrontado mediante un proyecto integrado. No parece realista proponer un conjunto de indicadores, entendidos como medidas relativamente simples y altamente significativas, para basar un diagnóstico o una política de gestión en sus resultados.

IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador: Índice de Diversidad Liquéunica Epifítica (IDLE)

Definición del Indicador

El IDLE valora el estado de conservación de los bosques de quercíneas a través de la valoración de la diversidad de líquenes epifíticos mediante tres parámetros: riqueza, diversidad y calidad.

Justificación del Indicador

El IDLE se propone como indicador para evaluar el elemento de estructura y función en el proceso de evaluación del estado de conservación de los hábitats de interés comunitario. Siguiendo las directrices del Proyecto “Bases ecológicas para la gestión de los tipos de hábitat de interés comunitario presentes en España”, este indicador permite abordar la evaluación a escala local, de tal forma que la integración de los valores locales permitiría una evaluación a escala de ZEC y a escala de Región Biogeográfica.

Nivel jerárquico: Nivel 1 (HIC forestales)

Tipo de indicador

Indicador de ESTADO (FPEIR)

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

El IDLE se calcula como un sumatorio de la riqueza de especies por parcela, la frecuencia de aparición de las especies en los 15 forófitos y el valor del índice de calidad por parcela. Al índice de calidad se le adjudica un valor de calidad genérica basado en la sensibilidad que tienen los líquenes hacia la contaminación ambiental, eutrofización, prácticas forestales, presencia en Listas Rojas o aspectos relacionados con la colonización y sucesión de las comunidades epifíticas (Cuadro 1).

La expresión formal del IDLE es la siguiente:

IDLE: $N + F + IC$ donde:

Número de especies por parcela (N): número total de especies muestreadas en cada parcela.

Frecuencia (F): se obtiene como un sumatorio de la frecuencia de aparición de cada una de las especies en la parcela. La frecuencia de aparición se calcula como el cociente entre el número de árboles en los que se identifica la especie y el número total de árboles muestreados. $F = \sum (n^{\circ}E1-n)/15$.

Índice de calidad (IC): se obtiene como el sumatorio de las frecuencias de aparición de cada una de las especies multiplicado por el valor de la calidad genérica para cada una de ellas. En el Cuadro 1 se muestran los valores de calidad genérica. $IC = \sum (F_{1-n} \times CG_{1-n})$.

CUADRO 1. CG: valores de calidad genérica en escala descendente dependiendo de la sensibilidad frente a la eutrofización, contaminación ambiental, prácticas forestales o presencia en Listas Rojas. Los valores más elevados se corresponden con los géneros más sensibles.

10: *Lobaria, Lobarina, Peltigera.*

09: *Bilimbia, Degelia, Dendriscoaulon, Fuscopannaria, Mycobilimbia, Nephroma, Normandina, Pannaria, Parmeliella, Sclerophora.*

08: *Cladonia, Collema, Koerberia, Leptogium, Polychidium.*

07: *Agonimia, Bacidia, Biatorella, Catinaria, Chromatochlamys, Gyalecta, Macentina, Micarea, Opegrapha, Pachyphiale, Psoroglaena, Strangospora, Thelopsis, Waynea.*

06: *Bryoria, Usnea.*

05: *Arthonia, Diploschistes, Lepraria, Ochrolechia, Pertusaria, Phlyctis.*

04: *Anaptychia, Parmelia s. l., Parmotrema, Ramalina.*

03: *Catapyrenium, Evernia, Hypogymnia, Megaspora, Physconia, Platismatia, Pseudevernia.*

02: *Candelaria, Candelariella, Phaeophyscia, Physcia Trapeliopsis, Xanthoria.*

01: *Arthrosporum, Buellia, Caloplaca, Catillaria, Diplotomma, Lecania, Lecanora, Lecidea, Lecidella, Rinodina, Scoliciosporum, Tephromela.*

Interpretación y Propuesta de valores umbrales

Para determinar el efecto de las variables ambientales sobre los valores del IDLE se utilizaron Modelos Lineales Generalizados. El nivel de significación de cada variable predictora fue estimada por medio del análisis de desviación estándar. Las variables predictoras se excluyeron del modelo cuando el nivel de significación fue mayor de 0,05.

Las variables predictoras utilizadas han sido: precipitación verano, precipitación total, precipitación invierno, temperatura media, temperatura mínima, DSQ, área, altitud, sustrato ácido, cobertura matorral, diámetro medio, cobertura arbolada, intensidad de explotación y relieve.

Los resultados del análisis muestran que el valor del IDLE aumenta en manchas con mayor cobertura arbórea, menor intensidad de la explotación y mayor diámetro de los árboles. Aumenta también con la inclinación del terreno, debido a que las zonas con relieve suave son más productivas y presentan una mayor facilidad de explotación que las zonas con mayor pendiente, pedregosas, más agrestes e improductivas. Los mayores valores de IDLE se corresponden con bosques maduros, densos y no alterados. Estos resultados permiten establecer un paralelismo entre el estado de conservación de los bosques y los valores de IDLE.

El IDLE puede sintetizarse en las siguientes cinco clases:

- Diversidad muy alta: $IDLE \geq 175$

Estos valores se corresponden con bosques densos, maduros y bien conservados, situados en valles y laderas de difícil acceso, sobre suelos pedregosos o improductivos. Son formaciones con una cobertura arbórea superior al 90% y árboles con diámetros por encima de 30 cm. En este ambiente, originado por la situación y la cobertura del bosque, son frecuentes los macrolíquenes con cianobacterias como simbionte fotosintético.

- Diversidad alta: $125 < IDLE < 175$

Se trata de formaciones con una cobertura arbórea superior al 55%, que sufrieron las últimas talas hace más de medio siglo y que, actualmente, carecen de manejo o sufren cierta presión cinegética. En estas situaciones de menor cobertura arbórea, con mayor incidencia lumínica y menor disponibilidad hídrica, desaparecen la mayoría de las especies anteriores y entran otras con requerimientos ecológicos menos acusados.

- Diversidad moderada: $75 < IDLE < 125$.

En general, se corresponde con dos tipos de formaciones: A) Bosques jóvenes, con cobertura arbórea de hasta un 60%, situados en laderas, que presentan actividad silvícola (poda de ramas) y un pastoreo medio, especialmente ovino y caprino. B) Zonas adehesadas, con árboles ancianos, abandonadas desde antaño, que actualmente están cubiertas de matorral mediterráneo.

- Diversidad baja: $50 < IDLE < 75$.

Se relaciona con tres tipos de formaciones arboladas: A) Bosques jóvenes con cobertura arbórea de hasta un 60%, situados en laderas, que presentan actividad silvícola (poda de ramas y desbroce periódico del matorral). Existe además un intenso pastoreo, especialmente ovino y caprino. B) Manchas de bosque atravesados por carreteras, aclarados, manejados antiguamente y actualmente abandonados. C) Zonas adehesadas con cobertura arbolada inferior al 10%, de uso tradicional, donde se mantiene el pasto para ungulados silvestres o fincas privadas donde existe una explotación moderada, con alternancia de actividad agrícola (trigo, cebada) y ganadera (ovino). La eliminación de gran parte del arbolado original así como del matorral subserial provoca cambios en la incidencia lumínica, favoreciendo además, los aportes de sustancias nitrificadas, por lo que muchas de las especies líquénicas más esciófilas y menos fotófilas son desplazadas por otras de carácter oportunista y con amplios límites de tolerancia

- Diversidad muy baja: $IDLE < 50$

Se trata de formaciones adehesadas, paisaje originado por una alteración del bosque primario por el ser humano, para la explotación de recursos ganaderos, agrícolas y forestales.

Periodicidad en la medición

En el artículo de referencia no se hace mención explícita a este aspecto. El trabajo de campo se realizó entre 2004 y 2006, tomándose datos sobre 346 manchas. Para establecer el período de medición habría que considerar la tasa de cambio en la abundancia de las especies por variación de las variables más predictoras.

Metadatos

No hay información sistemática de los datos necesarios para calcular el índice, especialmente en lo que respecta al inventario y la abundancia de las especies que se utilizan.

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

Los líquenes son uno de los organismos más adecuados para evaluar el impacto humano sobre los ecosistemas. Son organismos de probada sensibilidad frente a la contaminación ambiental, usos del suelo, fragmentación o talas y clareos (íntima relación fisiológica entre el talo del liquen y el medio ambiente). Son organismos que carecen de lignina, son estenoicos, por lo que reaccionan frente a las pequeñas variaciones del ambiente, carecen de sistemas de excreción, por lo que no pueden seleccionar las sustancias que absorben, ni pueden regular la pérdida de agua.

Hay que tener en cuenta, además, que el artículo de referencia se enmarca adecuadamente en la aplicación de la Directiva Hábitats, por lo que considera el concepto de estado de conservación favorable y se evalúa el grado de representación de las mejores manchas en los espacios de la Red Natura 2000.

Se podría hacer una correspondencia muy sencilla entre las cinco clases o categorías del IDLE y las tres clases del estado de conservación:

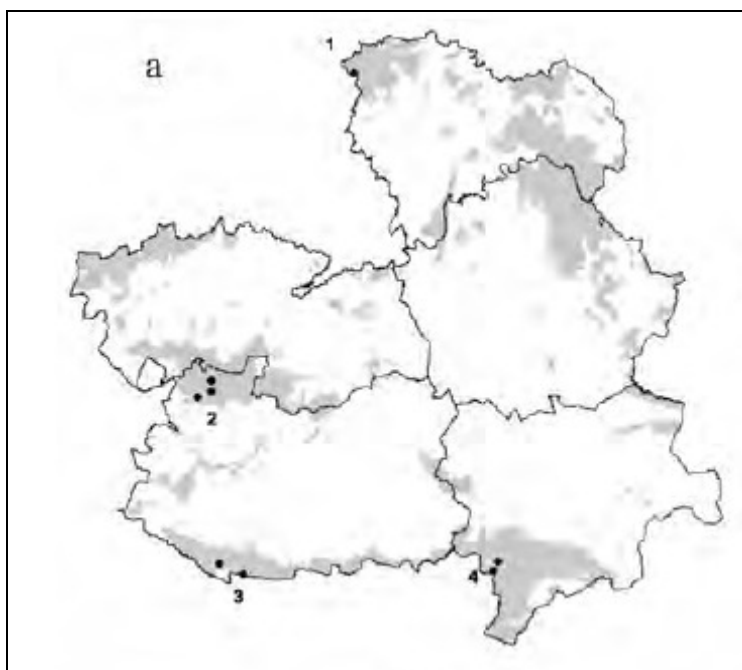
Diversidad Muy Alta	FAVORABLE
Diversidad Alta	
Diversidad Moderada	DESFAVORABLE INADECUADO
Diversidad Baja	DESFAVORABLE MALO
Diversidad Muy Baja	

Principales desventajas del indicador

Hay dos limitaciones básicas. La primera se refiere al hecho de preguntarse hasta qué punto hay una relación explícita e inequívoca con el estado de conservación definido en el marco de la aplicación de la Directiva Hábitat. Aunque se propone este indicador por el nivel de significación encontrado con la cobertura del arbolado y la intensidad de explotación, debería analizarse el grado de correlación de este índice con el protocolo de evaluación propuesto para las formaciones de quercíneas en el Proyecto “Bases ecológicas para la gestión de los tipos de hábitat de interés comunitario presentes en España” (encinares, quejigares y melojares). La segunda limitación tiene que ver con la especificidad del tipo de bosques analizados y con el ámbito geográfico de estudio. En este sentido, debería estudiarse la correlación del IDLE con bosques de quercíneas situados en otras ecorregiones y la significación, al menos, con otros tipos de bosques mediterráneos.

PRESENTACIÓN

El artículo de referencia incluye unos mapas muy simples con el perímetro de la Comunidad Autónoma de Castilla La Mancha y los puntos en los que se sitúan las diferentes parcelas.



Se sugiere como representación un mapa con los perímetros de las teselas inventariadas y con los perímetros de los espacios red natura 2000. Las teselas pueden aparecer coloreadas en función del valor del índice.

Referencias

Aragón, G.; Belinchón, R. & Izquierdo, P. 2008. Valoración de la diversidad de líquenes epífitos en bosques de quercíneas mediante un nuevo índice líquénico (IDLE). Aplicación a la Red Natura 2000. *Bot. Complut.* 32: 37-48.

IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador: Deposición de contaminantes atmosféricos

Definición del Indicador

El indicador mide la deposición aparente (agregado de deposición húmeda y una porción pequeña de deposición seca) y la trascolación (agregado de tres factores: la deposición arrastrada por la lluvia que índice en las copas de los árboles; la deposición seca depositada en las copas y que es arrastrada por la precipitación; y los resultados de la interacción de éstos con la planta) de una serie de nutrientes (Potasio, Calcio, Magnesio, Sodio, Pp, N-NH₄, Cloro, N-NO₃, S-SO₄). Se mide en kg/ha.

Justificación del Indicador

Este indicador se propone para contribuir a evaluar las perspectivas futuras en el proceso de identificación de presiones y amenazas en tipos de HIC forestales. La contaminación atmosférica deteriora seriamente el ecosistema forestal provocando diversos daños como son la defoliación y la decoloración del arbolado. Las mayores fuentes de emisión son el transporte, la generación de electricidad, la quema o incineración de basuras, la combustión de fuel doméstico o industrial y los procesos industriales.

Nivel jerárquico: Nivel 1 (HIC forestales)

Tipo de indicador

Indicador de IMPACTO (FPEIR)

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

El método utilizado para estimar la calidad del aire en los sistemas forestales es el de los dosímetros pasivos. El objetivo es determinar las concentraciones de contaminantes atmosféricos (NO₂, SO₂, NH₃ y O₃) en áreas remotas, donde por lo general no existe la posibilidad de utilizar monitores y además cubrir un número mayor de localizaciones con menor coste. Con un adecuado número de dispositivos se puede llegar a determinar la existencia o no de los llamados gradientes de contaminación, incluso en el interior de las masas forestales.

Interpretación y Propuesta de valores umbrales

La importancia de la Contaminación Atmosférica en la evolución del estado del arbolado es un factor no cuantificable directamente, al encontrarse enmascarado por procesos mucho más llamativos en apariencia. No obstante parece indudable su acción en combinación con otros agentes, favoreciendo los procesos de degradación en las masas forestales sometidas a su influencia. En este sentido los resultados de las parcelas de Nivel II en el ámbito europeo indican un proceso de acidificación progresiva en los suelos, el incremento en la deposición de Nitrógeno y la aparición de daños visibles relacionados con Ozono, principalmente en el Mediterráneo. Actualmente en España se encuentran tres redes en las que se utilizan dosímetros pasivos para la medición de contaminantes sobre sistemas forestales, basándose en puntos de muestreo en los que se colocan dispositivos por duplicado de cada contaminante:

- Sistema de seguimiento de la calidad del aire en los [Parques Nacionales](#) y ecosistemas forestales gestionados por el Estado ([Red en los Parques y Fincas del Estado](#)).
- La Red piloto en los sistemas forestales del entorno de Madrid, en la que el periodo de captación es de 15 días ([Red de Madrid](#)).
- La Red de seguimiento de fondo de contaminantes atmosféricos en las parcelas instrumentadas de la [Red Europea de Nivel II](#), en la que el periodo de captación es de 15 días ([Red en Parcelas Instrumentadas](#)).

Todas ellas aportan con periodicidad entre quincenal y mensual valores de contaminación acumulada y de fondo para los gases anteriormente descritos. No se indican valores umbrales-

Periodicidad en la medición

Anual

Metadatos

Red de Parcelas de Nivel II.

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

La evaluación periódica de los daños forestales es un procedimiento normalizado en el ámbito de la Unión Europea. La metodología empleada para conocer el estado sanitario puede basarse en los reglamentos CEE 3528/86 y 1613/89 del Consejo, relativos a la protección de los bosques en la Comunidad contra la contaminación atmosférica.

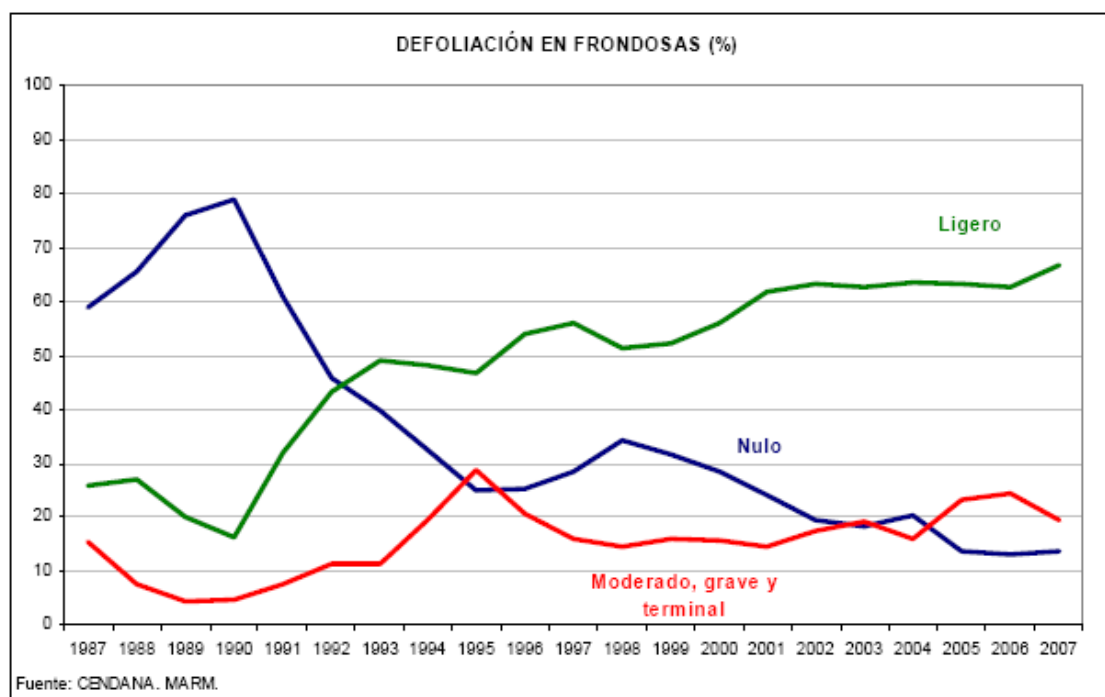
En la actualidad existe un Manual para la Red de Parcelas de Nivel I y de Nivel II, realizados por el Servicio de Protección de los Montes contra Agentes Nocivos de la Dirección General para la Biodiversidad, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino.

Principales desventajas del indicador

Queda por demostrar hasta qué punto la deposición de contaminantes atmosféricos afecta al estado de conservación de los tipos de HIC forestales, especialmente en los factores de estructura y función. Podría considerarse un indicador muy relevante si hubiera una correspondencia inequívoca entre nivel de defoliación (u otros daños forestales) y estado de conservación.

PRESENTACIÓN

En el Banco Público de Indicadores del MARM se incluyen indicadores de defoliación con gráficos como el que se presenta a continuación.



Referencias

VVAA. 2006. Criterios e indicadores de gestión forestal sostenible en los bosques españoles. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.

Sistema Paneuropeo para el Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas Forestales, Red CE de Nivel II.

Servicio de Protección Contra Agentes Nocivos. Manual Red CE de Nivel II. Ministerio de Medio Ambiente.

3.1.2. MEDIO ACUÁTICO CONTINENTAL

3.1.2.1. Diseño FPEIR

El documento más completo sobre propuesta de indicadores para evaluar la sostenibilidad de los recursos acuáticos es el informe “Agua y sostenibilidad: funcionalidad de las cuencas”, elaborado por varios autores para el Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE, 2008). Dicho informe *es un compromiso estipulado en un Convenio de colaboración entre la Expo Zaragoza 2008 y el Observatorio de la Sostenibilidad en España tanto con el objetivo inmediato de servir como documento base para un debate metodológico sobre la temática señalada en el marco de la Tribuna del Agua, como para ofrecer una aproximación metodológica al análisis funcional de las cuencas.*

El informe plantea un marco global de referencia (geográfico, físico y biológico, socioeconómico e institucional) y propone como metodología de trabajo un conjunto de 40 indicadores para las aguas superficiales y 30 para las aguas subterráneas, estructurado en el modelo FPEIR desarrollado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). Además, incluye tres estudios a escala de cuenca hidrográfica: Cuenca del Segura, la región de Barcelona y Cuenca del Jalón. Es importante mencionar que en dicho trabajo se reconoce la complejidad de la tarea y que se requerirá un perfeccionamiento progresivo.

En el apartado 2.1.1.3. se establecieron de forma genérica, para los sistemas acuáticos, los aspectos a tener en cuenta para caracterizar cada uno e los tres procesos que constituyen el Nivel 1 del Sistema Red natura 2000. En lo que concierne a la evaluación del estado de conservación de zonas húmedas se comentó el Índice ECLECTIC. Con respecto a las presiones y amenazas se indicaron las más relevantes y en relación a las medidas se hizo hincapié en el marco de la planificación hidrológica. No obstante, no se comentaron las principales fuerzas motrices relacionadas con la problemática del agua. Los datos del uso del agua en España ponen claramente de manifiesto que la agricultura (sobre todo el regadío) es el sector que más consume recursos, seguido del abastecimiento a los hogares, de los servicios y de otros bienes. Por ejemplo en 2005, el uso total del agua en España fue de 22.200 hm³: agricultura el 75%, hogares 12%, industria 10% y servicios el 3%. Además, con 1.200 grandes presas, España es uno de los países con mayor grado de regulación hídrica a nivel mundial⁶⁶. En este contexto, el “Informe sobre los indicadores de integración de las consideraciones en la Política Agraria Común” (Operación IRENA)⁶⁷, aporta 35 indicadores estructurados en el modelo FPEIR, algunos de los cuales están directamente relacionados con la calidad y el consumo del agua.

⁶⁶ Sánchez Navarro, R. y J. Martínez Fernández. 2008. Los caudales ambientales: diagnóstico y perspectivas. Panel científico-técnico de seguimiento de la política de aguas. Fundación Nueva Cultura del Agua

⁶⁷ Laura Romero Vaquero (coord.). 2008. Agricultura y medio ambiente en la UE15. Informe sobre los indicadores IRENA. AEMA. MARM.

Por otra parte, el crecimiento económico español en los últimos años ha estado vinculado al sector de la construcción y al sector servicios. El primero se ha apoyado en el modelo de urbanización difusa, que es menos eficiente en el consumo de agua que el modelo compacto, por lo que ha significado un crecimiento de la demanda urbana de agua. Este efecto viene acrecentado por la litoralización del mediterráneo, que ha supuesto también incremento de la demanda turística y residencial del agua. En conclusión puede decirse que ha habido un acoplamiento entre el crecimiento del PIB y las presiones ambientales en general y en el consumo de agua en particular.

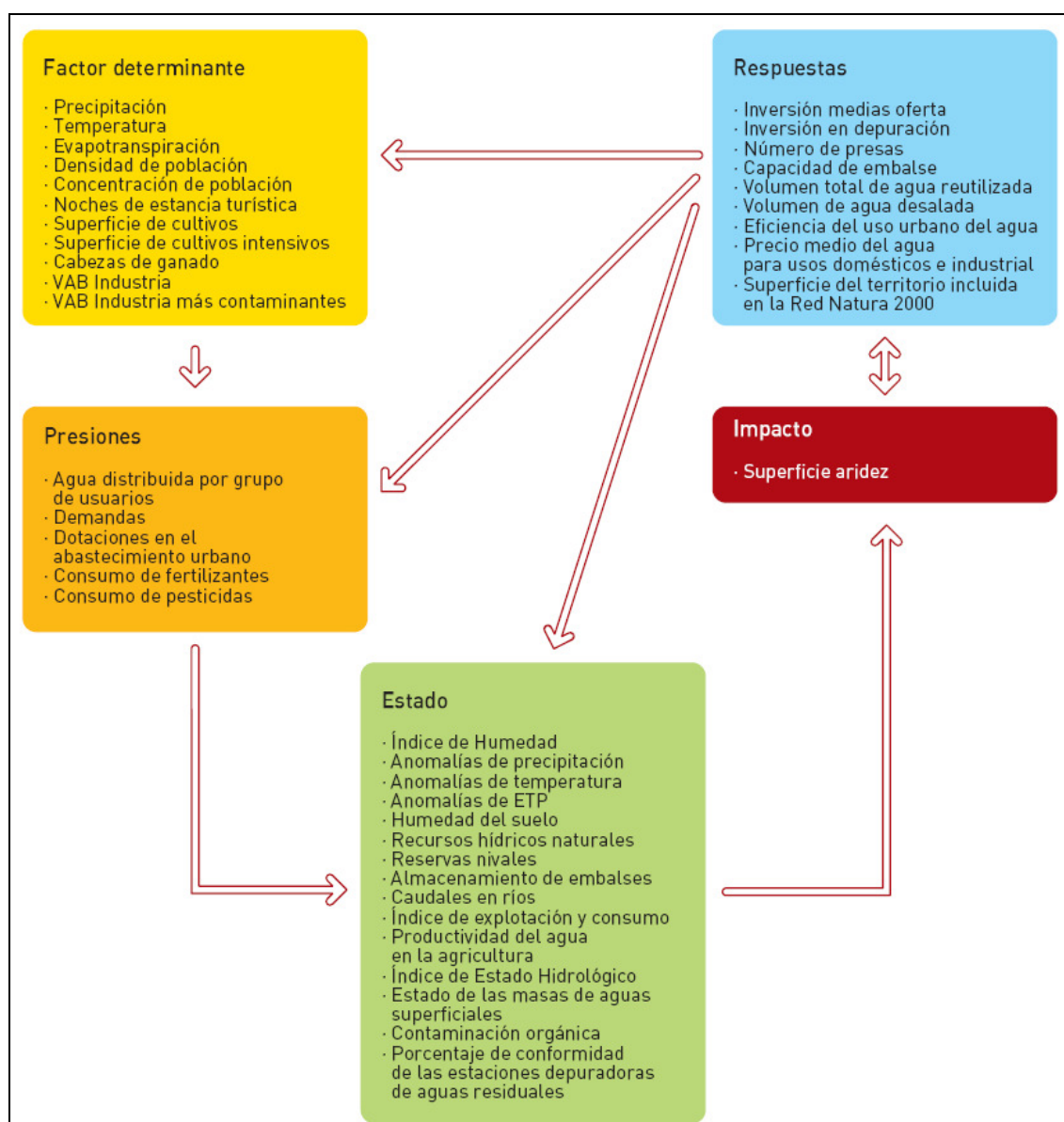


Figura 1. Clasificación de los indicadores de aguas superficiales según el esquema FPEIR. Fuente: Agua y sostenibilidad: funcionalidad de las cuencas (OSE, 2008).

Teniendo en cuenta estas premisas básicas, en la Figura 1 se presentan los indicadores para las aguas superficiales propuestos en el informe del OSE, siguiendo el modelo FPEIR. Para un análisis más efectivo de los resultados del informe deberían explicitarse las relaciones entre unos indicadores y otros y, especialmente, las previsibles correlaciones entre los indicadores del estado de conservación de los humedales y de los ríos con los indicadores de presión-impacto, y de éstos con los indicadores de fuerzas motrices. Es necesario también, para mejorar la eficiencia del sistema de evaluación, tratar de definir objetivos concretos de realización (o valores umbrales u objetivo para los indicadores) para caracterizar el sistema de desarrollo sostenible del agua. La cuenca hidrográfica como unidad de referencia para la evaluación de la sostenibilidad global puede ser un punto de partida necesario, sobre todo si se tienen en cuenta las notables diferencias entre la Región Atlántica y la Región Mediterránea.

Para completar el panorama global se recogen a continuación los factores e indicadores que se proponen en el estudio de las tres cuencas piloto. Se parte de la base de que un uso sostenible del agua a escala de cuenca es aquél que mantiene la multifuncionalidad del agua. Para determinar si existe un uso sostenible del agua se plantean las siguientes cuestiones:

1. La derivación de agua para usos humanos ¿se hace en una cuantía razonable? ¿Cuánta agua se gasta y qué representa? Este diagnóstico, ¿mejora o empeora a lo largo del tiempo?
2. ¿Se hallan los usos del agua razonablemente integrados en el ciclo hidrológico natural?
3. ¿Se mantienen las principales funciones ambientales del agua (mantenimiento de paisajes, espacios naturales, biodiversidad)?
4. ¿Se realiza una gestión eficiente de los recursos y de las infraestructuras hidráulicas?
5. ¿Se aplica una gestión adaptativa de los recursos hídricos y teniendo en cuenta el cambio climático?
6. ¿Se fortalecen las instituciones para una gestión más sostenible del agua?

En el caso de la Cuenca del Segura se plantean los siguientes factores:

CUESTIÓN 1:

- A/ Cuentas del Agua. Agua disponible y consumos
- B/ Índice de Consumo (Índice de Explotación Hídrica/ Proporción total de agua utilizada per cápita)
- C/ Proporción de masas de agua subterránea con extracciones superiores a las recargas
- D/ Análisis histórico entre recursos disponibles y demandas

CUESTIÓN 2:

- A/ Flujos de agua por cauces naturales y por canalizaciones artificiales
- B/ Salidas de los acuíferos a través de manantiales y a través de bombeos
- C/ Proporción de regadío ubicado fuera de fluvisoles
- D/ Evolución de la salinidad de las aguas

CUESTIÓN 3:

- A/ Caudales circulantes (Proporción de agua soltada en los embalses respecto a las aportaciones naturales restituidas a caudal continuo en dicho punto / Capacidad acumulada de embalse respecto a las aportaciones naturales)
- B/ Presión por extracciones
- C/ Espacios naturales y flujos hídricos
- D/ Estado ecológico de las riberas. Índice QBR
- E/ Estado Ecológico. Índice IBMWP

CUESTIÓN 4:

- A/ Capacidad de embalse respecto a los recursos renovables y evolución en el tiempo
- B/ Pérdidas por evaporación directa desde embalses y balsas de riego
- C/ El ahorro de de agua y la reducción de las pérdidas en el regadío y en los usos urbanos
- D/ Gestión de la calidad del agua como un componente de su disponibilidad para los usos. DBO
- E/ Productividad y eficiencia económica de los usos del agua. Valor Añadido Bruto (VAB)

CUESTIÓN 5:

- A/ La gestión adaptativa en la fase de planificación de los usos del agua
- B/ La tendencia a la reducción de los recursos disponibles
- C/ Medidas de adaptación al Cambio Climático. Índice de Estado del Sistema Cuenca

CUESTIÓN 6:

- A/ Gestión de acuíferos sobreexplotados
- B/ Gestión de depuración y vertidos
- C/ Recuperación de costes
- D/ Información disponible sobre el agua. Densidad de estaciones hidrológicas (nº estaciones/1000 km²)

Con respecto a la Región de Barcelona se plantean los siguientes factores:

- La sostenibilidad de los ecosistemas

- A/ El estado ecológico de los ríos (Calidad biológica, hidromorfológica y físico-química)
- B/ Los ecosistemas acuáticos leníticos (lagos y humedales)
- C/ Las aguas subterráneas
- D/ Las aguas costeras (estado ecológico, estado químico). Fitoplancton, macroalgas, *Posidonia* y macrofauna.

- La sostenibilidad de la garantía del suministro
- La sostenibilidad económica
- La sostenibilidad social

En el caso de la Cuenca del Jalón se han analizado los siguientes factores:

- Funcionalidad para la vida natural

¿se mantienen las principales funciones ambientales del agua en la subcuenca del jalón (mantenimiento de paisajes, espacios naturales, biodiversidad)?

A/ Flora acuática (fitobentos). Índices IPS, IBD y CEE

B/ Flora acuática (macrofitos). Índice IVAM

C/ Fauna bentónica de invertebrados: macroinvertebrados. Índice IBMWP

D/ Fauna íctica (peces)

E/ Especies vegetales. Índice QBR

F/ Zonas protegidas

- Funcionalidad para las actividades humanas

A/ Abastecimiento humano

B/ Abastecimiento industrial

C/ Suministro agrícola (regadío). Calidad aguas para riego. Conductividad.

D/ Uso recreativo actual. Oferta de alojamientos asociada a masas de agua.

Visitas a masas de agua río según ecotipos. Potencial de visitantes.

Autorizaciones en navegación. Número de licencias de pesca.

E/ Regulaciones del caudal y alteraciones morfológicas para el uso del agua.

Capacidad acumulada de embalse respecto a las aportaciones naturales.

Azudes. Centrales hidroeléctricas en funcionamiento y piscifactorías.

Entre las consideraciones finales del informe, conviene destacar algunas por la relevancia con respecto al objetivo del presente proyecto. En primer lugar, la posibilidad de responder a la pregunta de si estamos avanzando hacia la sostenibilidad se ve factible, mediante un análisis del grado de acoplamiento o desacoplamiento entre el desarrollo y los caudales de recursos extraídos y utilizados y también de la calidad o degradación de los recursos disponibles y de los ecosistemas. En segundo lugar, se ve también la posibilidad de relacionar las variables macroeconómicas nacionales con el avance en España hacia la sostenibilidad de los recursos hídricos. No obstante, hay que mejorar la adaptación al nivel de cuenca hidrográfica, la cual representa verdaderamente la unidad de referencia para el análisis de las posibles disfunciones entre necesidades y disponibilidades. En tercer lugar, el análisis de los resultados permite ciertas conclusiones generales como son que la eficiencia lograda en el uso del agua no es suficiente, que en España no hay escasez de recursos en general pero sí limitación de los mismos, que hay ya impactos asociados al cambio climático y que no hay una suficiente mejora de la calidad del agua. En síntesis, puede decirse que en la mayoría de las cuencas se superan los llamados umbrales de sostenibilidad.

Esta síntesis global concuerda con los resultados del informe de GREENPEACE⁶⁸ sobre la calidad de las aguas en España, el cual se estructura también por cuencas. A este respecto, una de las conclusiones finales es que “tan sólo el 11% de las aguas superficiales y el 16% de las subterráneas están en condiciones de cumplir los objetivos medioambientales a los que obliga la Directiva Marco del Agua. En la Figura 2 se recoge el grado de intensidad de los principales impactos en cada cuenca.

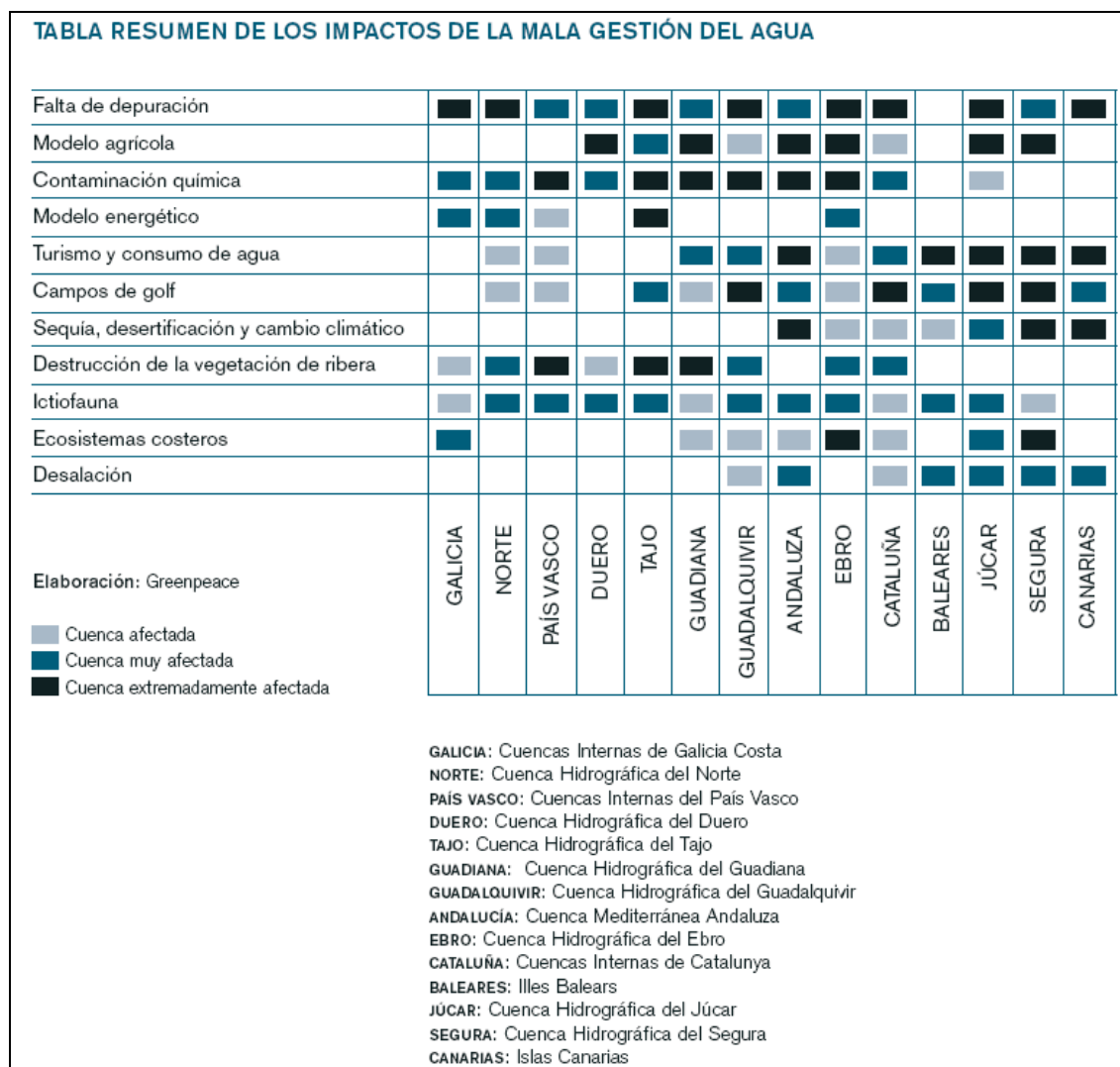


Figura 2. Fuente: Julio Barea (coord.). 2005. Agua. La calidad de las aguas en España. Un estudio por cuencas. GREENPEACE.

La adecuación del conjunto de indicadores propuesto para la funcionalidad de las cuencas al Sistema Red Natura 2000 debe basarse en cuatro aspectos complementarios: a) la adecuación con el modelo FPEIR, b) la adecuación a los elementos del Nivel 1, c) la adecuación al concepto de indicador o al concepto de descriptor y d) el número de hábitats de interés comunitario que quedan representados o englobados.

⁶⁸ Julio Barea (coord.). 2005. Agua. La calidad de las aguas en España. Un estudio por cuencas. GREENPEACE.

Con respecto al primer aspecto, es evidente que hay una adecuación con el modelo ya que el conjunto de indicadores para la sostenibilidad de los recursos hídricos se ha estructurado siguiendo el esquema FPEIR de la AEMA, aunque no se habla de fuerzas motrices sino de factores determinantes. Se incluyen 11 indicadores de factor determinante, cinco de presión, 15 de estado, uno de impacto y nueve de respuesta.

En relación a la adecuación con los elementos del Nivel 1, hay que recordar que este nivel comprende los procesos de evaluación del estado de conservación (área de distribución, superficie ocupada, estructura y función), de identificación de presiones y amenazas (perspectivas futuras) y de establecimiento de medidas de conservación. Antes de entrar en los detalles de cada elemento, es preciso considerar que los indicadores propuestos de funcionalidad de las cuencas se han calculado para todo el territorio nacional, a través de las correspondientes fuentes de datos, por lo que no proceden siempre de una extrapolación de los valores relacionados con cada masa de agua. Este aspecto dificulta aún más la necesidad de separar las relaciones con los ecosistemas leníticos por un lado y los ecosistemas lóticos por otro. Por el contrario, la evaluación de los elementos del nivel 1 está orientada a evaluar el estado de cada representación de hábitat de interés comunitario, por lo que el punto de partida es básicamente de ámbito local. En este sentido, hay que tener mucho cuidado para establecer una relación o adecuación entre los elementos a evaluar del Nivel 1 y cada uno de los indicadores propuestos.

Esta problemática afecta también al conjunto de indicadores de la Operación IRENA (*Indicator Reporting on the Integration of Environmental Concerns into Agricultura Policy*), recogidos en la tabla 1. Uno de los puntos fuertes del informe sobre los indicadores IRENA es la aplicación de una evaluación semicuantitativa de los mismos en función de seis criterios: pertinencia política, grado de reacción (sensibilidad al cambio), consistencia analítica, disponibilidad de datos y mensurabilidad, facilidad de interpretación y relación coste-eficacia. Quizá uno de los más interesantes es el de consistencia analítica (fundamentos científicos sólidos), que se basa en contestar a las siguientes tres preguntas:

- ¿Se basa el indicador en mediciones indirectas (o modelizadas) o directas de un estado o una tendencia? (0=indirectas; 1=modelizadas; 2=directas).
- ¿Se basa el indicador en estadísticas o datos de calidad baja, media o alta?
- Cuáles son las relaciones causales con otros indicadores en el marco FPEIR?

En la tabla 1 puede observarse que hay 11 indicadores considerados más útiles, ya que obtienen al menos dos puntos en pertinencia política, cuatro puntos en consistencia analítica y tres puntos en disponibilidad de datos y mensurabilidad. Casi todos se incluyen en el ámbito de las fuerzas motrices (usos del suelo sobre todo) y en el ámbito de respuesta.

RESPUESTA	Políticas públicas	Superficie cubierta por medidas agroambientales
		Niveles regionales de buenas prácticas agrarias
		Niveles regionales de los objetivos ambientales
		Superficie agraria protegida
	Señales de mercado	Precios y cuota de mercado de los productos ecológicos
		Rentas de la agricultura ecológica
	Tecnología/conocimientos	Nivel de formación de los agricultores
Actitudes	Superficie de agricultura ecológica	
FUERZAS MOTRICES	Uso de insumos	Consumo de fertilizantes minerales
		consumo de pesticidas
		Intensidad del consumo de agua
		Consumo de energía
	Usos del suelo	Cambios en los usos del suelo
		Patrones de cultivo/ganadería
		Prácticas de gestión agraria
	Tendencias	Intensificación/Extensificación
		Especialización/diversificación
		Marginalización
PRESIONES Y BENEFICIOS	Contaminación	Balance bruto de nitrógeno
		Emisiones de amoníaco a la atmósfera
		Emisiones de metano y óxido nítrico
		Contaminación del suelo por pesticidas
		Uso de lodos de depuradoras
	Agotamiento de recursos	Extracción de agua
		Erosión del suelo
		Cambios en la cobertura del suelo
	Diversidad genética	Diversidad genética
		Superficie agraria de alto valor natural
Protección y mejora MA	Producción de energía renovable (por fuente)	
ESTADO	Biodiversidad	Tendencias demográficas de las aves de campo
	Recursos naturales	Calidad del suelo
		Nitratos/pesticidas en el agua
		Niveles de aguas subterráneas
Paisaje	Estado del paisaje	
IMPACTO	Hábitats y biodiversidad	Impactos sobre hábitats y biodiversidad
		Contribución agricultura emisión gases efec. invernadero
	Recursos naturales	Contribución agricultura a la contaminación por nitratos
		Contribución agricultura al consumo del agua
	Diversidad de paisajes	Impactos sobre la diversidad del paisaje

Tabla 1. Ámbitos del modelo FPEIR agrícola y los correspondientes indicadores IRENA. Fuente: Laura Romero Vaquero (coord.). 2008. Agricultura y medio ambiente en la UE15. Informe sobre los indicadores IRENA. AEMA. MARM. En verde indicadores evaluados como más útiles.

Para la evaluación del estado de conservación, en el informe de funcionalidad de las cuencas no hay indicadores explícitos que se refieran a los elementos de área de distribución y superficie ocupada dentro del área de distribución. Para la evaluación de la estructura y función hay dos indicadores que podría adecuarse, el de “Caudales en ríos” y el de “Contaminación orgánica” (DBO). Para el resto de los indicadores de estado, (índice de humedad, anomalías de temperatura y precipitación, reservas nivales, etc.) debería calibrarse hasta que punto hay una relación significativa entre los valores del índice y el estado de conservación mayoritario de ríos y humedales, sobre todo para cada cuenca. Sin embargo, los análisis de las cuencas piloto aportan un conjunto de índices muy utilizados para evaluar el estado ecológico de las masas superficiales: QBR (vegetación de ribera), IBMWP (macroinvertebrados) o IPS, IBD y CEE (fitobentos). Estos índices ya se han tenido en cuenta en los protocolos desarrollados en el Proyecto “Bases ecológicas para la Gestión de los tipos de HIC presentes en España”.

De hecho, para las zonas húmedas, la biomasa de fitoplancton y la cobertura de flora acuática podrían considerarse actualmente buenos indicadores para detectar las presiones debidas a la eutrofización y a las alteraciones hidrológicas, respectivamente. No obstante, hay que tener en cuenta que los índices o sistemas de medida multimétricos parecen aportar mejores resultados al incrementarse el intervalo de sensibilidad a los cambios (sistema tamponado)⁶⁹.

En lo que concierne a las perspectivas futuras, hay una clara adecuación de este elemento con la evaluación del riesgo en aplicación de la Directiva Marco del Agua (metodología IMPRESS). Así, el indicador “Estado de las masas de agua superficiales en riesgo” permite estimar de forma objetiva las perspectivas futuras de ríos y lagos designados. Hay además cinco indicadores de presión: Agua distribuida por grupo de usuarios, Demandas, Dotaciones en el abastecimiento urbano, Consumos de fertilizantes y Consumo de pesticidas. Incluso algún indicador de respuesta propuesto, como el “número de presas”, podría considerarse como un indicador de presión. Para evaluar su adecuación sería necesario correlacionar su influencia diferencial en ríos y humedales y en las diferentes cuencas. Hay que tener en cuenta que los grupos de usuarios (sectores económicos, hogares, consumos municipales, etc.) y los tipos de demandas (urbana, industrial, agraria) pueden complicar el tipo de correlación con determinados tipos de humedales y ríos. Además, habría que considerar la relevancia de otros problemas de conservación locales más indirectos como la desecación y el drenaje, alteraciones morfológicas, deposición de desechos sólidos, ocupación del territorio o actividades recreativas, que podrían no quedar adecuadamente recogidos en los indicadores de presión señalados. El Informe IRENA incluye varios indicadores de presión en el ámbito secundario de la contaminación (contaminación del suelo por pesticidas, por ejemplo) y en el del agotamiento de recursos (extracción de agua o cambios en la cobertura del suelo). También en el ámbito de impacto se incluye el indicador de contribución de la agricultura al consumo de agua o a la contaminación por nitratos.

⁶⁹ Comentario Personal Antonio Camacho.

A este respecto, el informe IRENA considera los indicadores relativos a los usos agrarios del agua sólo “potencialmente útiles”:

De siete indicadores, seis se han evaluado como “potencialmente útiles”. A pesar de obtener una elevada puntuación por varios criterios, el indicador de “consumo de agua” (IRENA 10) está clasificado en la categoría de “potencialmente útil” porque las tendencias de la superficie regable sólo son un indicador aproximativo de la intensidad de consumo de agua. Sería muy útil disponer de mejores datos sobre las tendencias de los niveles de aguas subterráneas, pero no hay datos a la escala de la UE. Por lo tanto, este indicador (IRENA 31) está considerado de “bajo potencial”. Los indicadores de presión, estado/impacto y respuesta se fundamentan en datos de calidad baja o media y las relaciones entre indicadores son poco sólidas. Hace falta un considerable esfuerzo de mejora de los indicadores en todo el marco FPEIR para aumentar las posibilidades de seguimiento del impacto de la agricultura sobre los recursos hídricos.

En lo que respecta a usos de insumos agrarios y estado de la calidad del agua, salvo tres indicadores (superficie agricultura ecológica, consumo de fertilizantes minerales y patrones de cultivo-ganadería), el resto se consideran sólo “potencialmente útiles”: *En la mayoría de los casos, estos indicadores no han alcanzado el nivel de desarrollo necesario para ser considerados “útiles”, por deficiencias de disponibilidad de datos y mensurabilidad y de consistencia analítica.*

Los indicadores de respuesta incluidos en el informe de sostenibilidad son nueve: Inversión medidas oferta, Inversión en depuración, Número de presas, Capacidad de embalse, Capacidad de reutilización, Capacidad de desalación, Eficiencia en el uso del agua urbano, Precio del agua y Evolución superficie Red Natura. Los indicadores de inversión tratan de medir los recursos aportados por el MARM para mejorar la gestión del recurso agua y para mejorar el estado ecológico deteriorado por los vertidos de aglomeraciones humanas. Aunque es previsible que un incremento continuado de estas inversiones sea beneficioso para mejorar el estado ecológico, es necesario analizar el grado de correlación con la superficie de HIC en estado de conservación favorable, sobre todo a nivel de cuenca. El número de presas y la capacidad de embalse están relacionados con la capacidad de regulación del recurso hídrico para las necesidades de abastecimiento de la población. En este sentido, el indicador, a efectos del Sistema Red Natura 2000, puede considerarse una posible medida de presión sobre los ecosistemas fluviales sino hay un ajuste entre demanda y requerimientos ecológicos (caudales mínimos). Para el resto de indicadores (excepto superficie en Red Natura 2000) la problemática es análoga a la comentada con los indicadores de inversión: aunque a priori el incremento de los valores de los indicadores pueden ser positivo, queda por analizar hasta qué punto predicen o explican el incremento (o mantenimiento según el caso) de la superficie de HIC en estado favorable. Habría que considerar también otros indicadores relacionados más directamente con el grado de planificación y gestión de los recursos hídricos. Así, debería incluirse de alguna forma la eficiencia, por ejemplo, del Plan Hidrológico Nacional y de los Planes Hidrológicos de Cuenca. La problemática

con el indicador “Superficie del territorio incluida en Red Natura 2000” muestra bien hasta qué punto un indicador tomado de un sistema de indicadores no se adecua o no es relevante si se incluye en otro sistema con objetivos distintos. Efectivamente, dicho indicador se ha obtenido del sistema SEBI 2010 generado por la AEMA. En este sistema SEBI 2010, este indicador (más bien descriptor o indicador descriptivo) es básico porque permite ayudar a describir el grado de eficiencia alcanzado en la aplicación de la Directiva 92/43/CEE. No obstante, en el conjunto de indicadores para la sostenibilidad del recurso agua puede ser una variable grosera en cuanto a que no informa directamente sobre el grado de representación de los recursos hídricos (humedales, ríos, aguas subterráneas) en la Red Natura 2000. En este sentido, parecería más razonable modificar el indicador incluido en el SEBI 2010 para que informase sobre el grado de representación de, al menos todas las masas de agua designadas para la aplicación de la Directiva Marco del Agua. Sólo podríamos considerar mantener el indicador original si hay una relación manifiesta muy positiva entre superficie Red Natura 2000 y superficie representada de masas de agua, es decir, si dicha red absorbe la mayor parte de las masas.

Otro de los criterios para estimar el grado de adecuación es considerar si los indicadores contenidos en el sistema de sostenibilidad del agua pueden catalogarse como verdaderos indicadores o más bien como descriptores del sistema de sostenibilidad. Suele ser algo difícil responder a esta cuestión aunque se tengan más o menos en cuenta los atributos que definen un buen indicador. Muchos de los indicadores propuestos, no cabe duda, son variables muy directas de elementos funcionales muy importantes en la descripción de la funcionalidad de las cuencas y/o de la sostenibilidad del recurso agua. Algunos, como “Noches de estancia turística” o “Precio medio del agua para usos domésticos o industriales” son quizá medidas más indirectas del sistema de funcionalidad de las cuencas. Por otra parte, la mayoría de los parámetros no se caracterizan por una propuesta de valores umbrales o una propuesta de valores objetivo, que permitan evaluar hasta qué punto nos acercamos o nos alejamos del objetivo u objetivos concretos perseguidos. Ambos hechos sugieren que el conjunto de variables incluidas en el informe de funcionalidad de las cuencas se corresponde más con un sistema de descriptores que con un sistema de indicadores. Aún así, queda por demostrar la relación directa e inequívoca entre el estado de conservación de las masas de agua en una cuenca hidrográfica y los descriptores utilizados, especialmente los de fuerzas motrices y los de respuestas.

En cuanto al criterio de representación de HIC, hay que partir de la premisa de que los tipos de sistemas acuáticos reconocibles como HIC son considerables, tanto para los ecosistemas leníticos como para los ecosistemas lóticos. Hay dos hechos que sugieren la afirmación de que este conjunto de variables representan mucho más a los ecosistemas fluviales que a los sistemas de aguas retenidas. El primero, que la mayor parte de los recursos hídricos entrantes se canalizan a través de los ríos y de las aguas subterráneas. El segundo, que la mayor parte de las masas de agua designadas para la aplicación de la Directiva Marco del agua (y la superficie que implican) son tramos de ríos: de un total de 4.630 masas de agua superficiales, 3.792 son ríos y 319 son lagos (168 son aguas de transición y 351 son aguas costeras).

Por tanto, es menos probable encontrar correlaciones significativas entre los indicadores globales (incluso a nivel de cuenca) y los ecosistemas de aguas retenidas.

En síntesis, el conjunto de variables propuesta en el informe de funcionalidad de las cuencas se adecua al modelo FPEIR y permite formalizar una base sólida de información para abordar la cuestión de la sostenibilidad del agua. Sin embargo, es necesario analizar de forma explícita el grado de correlación de muchas variables de factor determinante, de estado, de presión y de respuesta con un dato básico como es el de la superficie de HIC del medio acuático continental por cuenca en estado favorable y desfavorable, separando la superficie de ecosistemas lóticos (ríos) y leníticos (zonas húmedas). Teniendo en cuenta dicho grado de correlación, sería recomendable realizar un ejercicio de selección para obtener un conjunto reducido y selecto de indicadores. A este respecto habrá que ver la posibilidad de incluir algún indicador relacionado de forma más directa con la evaluación de los ecosistemas de aguas retenidas. Por último, es aconsejable también tratar de incluir un descriptor (un indicador si fuese posible) relacionado directamente con el elemento de evaluación de la estructura y de la función. Estos comentarios son también válidos, en términos generales, para el caso piloto de la Cuenca del Segura.

Teniendo en cuenta estas conclusiones generales, podrían considerarse algunos índices como indicadores del estado de conservación de los sistemas acuáticos, pero parece aventurado proponer indicadores sólidos de fuerzas motrices, impacto, presión o respuesta. Como indicadores de estado podrían proponerse la biomasa de fitoplancton y la cobertura de vegetación, para las zonas húmedas, y el Índice IBMWP –macroinvertebrados- para los ríos.

Por otra parte, el indicador “Estado de las masas de agua superficiales en riesgo”, permite estimar de forma objetiva las perspectivas futuras de ríos y lagos designados, por lo que podría considerarse un descriptor obligado para evaluar este elemento de nivel 1.

3.1.3. MEDIO COSTERO Y MARINO

3.1.3.1. Diseño FPEIR

La Gestión Integrada de Zonas Costeras es, como se indicó en el apartado 2.1.1.4, el marco estratégico principal para la planificación y gestión del medio costero. El Parlamento Europeo y el Consejo aprobaron el 30 de mayo 2002 la *Recomendación sobre la aplicación de la gestión integrada de zonas costeras* con el objetivo de promover la elaboración, antes de 2006, de estrategias de gestión integrada por orientar las zonas costeras de Europa hacia escenarios más sostenibles.

Una revisión sintética, a nivel mundial, de la gestión integrada de zonas costeras puede consultarse, por ejemplo, en el artículo de Stefano Belfiore para el manejo costero en México⁷⁰. En dicho artículo se incluyen como casos concretos los indicadores para el manejo integrado y desarrollo sostenible de las zonas costeras en la Unión Europea, los indicadores desarrollados por las Asociaciones para la gestión ambiental de los mares del Asia del Este y sus sitios demostrativos, y los indicadores del desarrollo sostenible en el Mediterráneo. Las cuestiones básicas que se plantean son: (a) cómo y por qué grupos diferentes de indicadores de GIZC se han desarrollado y han sido elegidos; (b) el uso y la utilidad de tales indicadores para mejorar el desempeño de las iniciativas de GIZC; (c) por qué se experimentan ciertos problemas con indicadores de GIZC; y (d) cuál es el potencial para la identificación de un grupo de indicadores genéricos de GIZC. En general, se sugiere que después de 30 años de experiencia en materia de GIZC es todavía limitado el número de iniciativas (de un total de más de 600) que sean completas o se puedan considerar exitosas. Un aspecto importante que también se comenta es que la conexión entre el estado de la costa y la eficacia de las medidas de conservación no se ha explorado de forma satisfactoria. Este defecto hace hincapié en uno de los pilares fundamentales de un sistema de indicadores coherente, a saber, que deben analizarse las relaciones causales entre los factores antropogénicos creadores de presión e impacto, el estado ambiental de los recursos naturales y la eficacia de las medidas adoptadas. Ello obedece lógicamente *“a la dificultad de evaluar los resultados y los impactos del GIZC en términos ambientales, socioeconómicos e institucionales y de vincularlos a las intervenciones”*. Este problema puede generalizarse a los sistemas de indicadores desarrollados, sobre todo si se componen de muchos indicadores y no ha habido un análisis de la significación de las relaciones causales. En lo que se refiere al caso de estudio de la GIZC en la UE, se señalan las dificultades asociadas a la definición de un concepto común de GIZC a nivel regional. Así mismo se concluye que *“la eficacia de las políticas y los proyectos de GIZC queda todavía pendiente, requiriéndose trabajo adicional para evaluar el impacto de las intervenciones de GIZC sobre las condiciones ambientales de la costa y su institucionalización y sostenibilidad de largo plazo”*.

⁷⁰ BELFIORE, S. 2004. Indicadores para la gestión integrada y el desarrollo sostenible de las zonas costeras: iniciativas recientes a nivel regional. En: El Manejo Costero en México. Rivera Arriaga, E., G. J. Villalobos, I. Azuz Adeath, y F. Rosado May (eds.), 2004. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. 654 p.

Una última conclusión importante, y también generalizable a los sistemas de indicadores, como hemos visto en los capítulos precedentes, es la ausencia general de objetivos y metas cuantificables.

En el marco de implementación de la Recomendación Europea, la Comisión Europea creó el Grupo de Expertos en Gestión Integrada de las Zonas Costeras en la Unión Europea (EU ICZM), el cual estableció un Grupo de Trabajo sobre Indicadores y Datos (WG-ID) con el objetivo de definir un sistema de indicadores que sirviera a las instituciones europeas y a los Estados miembros para evaluar y hacer el seguimiento de la costa en clave de sostenibilidad.

El resultado de los trabajos del WG-ID ha sido una lista de veintiocho indicadores (45 parámetros) que se estructuran según los siete principales objetivos de la Recomendación Europea:

- Controlar la ocupación de los espacios naturales de la costa.
- Proteger y promover la diversidad del patrimonio natural y cultural.
- Promover una economía dinámica y sostenible para la costa.
- Asegurar el buen estado del agua de baño y de la costa.
- Reducir la exclusión social en las comunidades costeras.
- Uso respetuoso de los recursos naturales.
- Reconocer los riesgos de la costa asociados al cambio climático y asegurar la protección de los ecosistemas.

En 2006 se realiza un informe⁷¹ sobre el uso de estos indicadores en las estrategias nacionales, basado en los informes presentados por cada estado miembro. Por otra parte, en 2004 nace el proyecto Interreg IIC-Sur DEDUCE (Développement durable des Côtes Européennes), que se orienta hacia la validación de herramientas metodológicas basadas en la información útiles para las estrategias de gestión integrada de zonas costeras siguiendo los principios y criterios que establece la Recomendación europea. El objetivo de este proyecto es “mejorar las herramientas y los sistemas de información necesarios para una óptima toma de decisiones de la costa a todas las escalas: europea, estatal, regional y local”. Los resultados del proyecto DEDUCE son bastante completos, ya que se han generado para cada indicador tres fichas de caracterización y una guía de utilización de los indicadores, todo ello descargable desde la página web del proyecto (<http://www.deduce.eu/index.html>). Para cada indicador hay una ficha estándar (FSI), que define y describe los métodos de cálculo, una ficha de informe (FR) que contiene los resultados de los cálculos, una evaluación de los resultados obtenidos y de los procedimientos utilizados, y una ficha de indicador (FI) en la que se incluye la información principal obtenida de los usuarios (gráficos, mapas y análisis comparativos). En lo que respecta a la guía, contiene aspectos relevantes como son la relación de los objetivos y de los indicadores con la normativa europea, una valoración de cada indicador basada en la aplicación de cinco criterios y una evaluación de conjunto con el objeto de construir un sistema de indicadores integrado.

⁷¹ Breton, F. 2006. Report on the use of the ICZM indicators from the WG-ID. A contribution to the ICZM evaluation Version 1. AEMA.



Mapa de los socios participantes en el Proyecto DEDUCE. Departamento de Medio ambiente y Vivienda. Generalidad de Cataluña, Ayuntamiento de El Prat de Llobregat, Ayuntamiento de Viladecans, Universidad Autónoma de Barcelona – Centro Temático Territorio y Medio ambiente de la Agencia Europea del Medio ambiente (CETETMA), Instituto Francés del Medio Ambiente (IFEN) dependiendo del Ministerio de Medio ambiente francés; Autoridad de Malta para el Medio ambiente y la Planificación (MEPA); Provincia de Flandes Occidental. Bélgica; Universidad de Letonia y Instituto Marítimo de Gdansk. Polonia.

En la Figura 1 se recoge un ejemplo de relación entre indicadores y normativa europea y en la Figura 2 se representa un ejemplo de diagrama de valoración para cada uno de los indicadores incluidos en el objetivo de controlar la ocupación de los espacios naturales de la costa. Los criterios de valoración son: disponibilidad de datos, accesibilidad de los datos, resolución espacial y escala, series temporales apropiadas y fiabilidad de los procesos metodológicos y de cálculo.

Goal	SD Indicator	Related regulation
1. Territorial development	<ul style="list-style-type: none"> · Demand for property on the coast · Area of built up-land · Rate of urban development · Road travel on the coast · Marine recreation · Intensive agriculture 	<ul style="list-style-type: none"> · Directive 2001/42, plans · Directive 1985/337, impacts
2. Diversity protection	<ul style="list-style-type: none"> · Semi natural habitats · Land and sea protection · Nature management · Marine habitats and species 	<ul style="list-style-type: none"> · Directive 1992/43, habitats · Directive 1979/409, birds

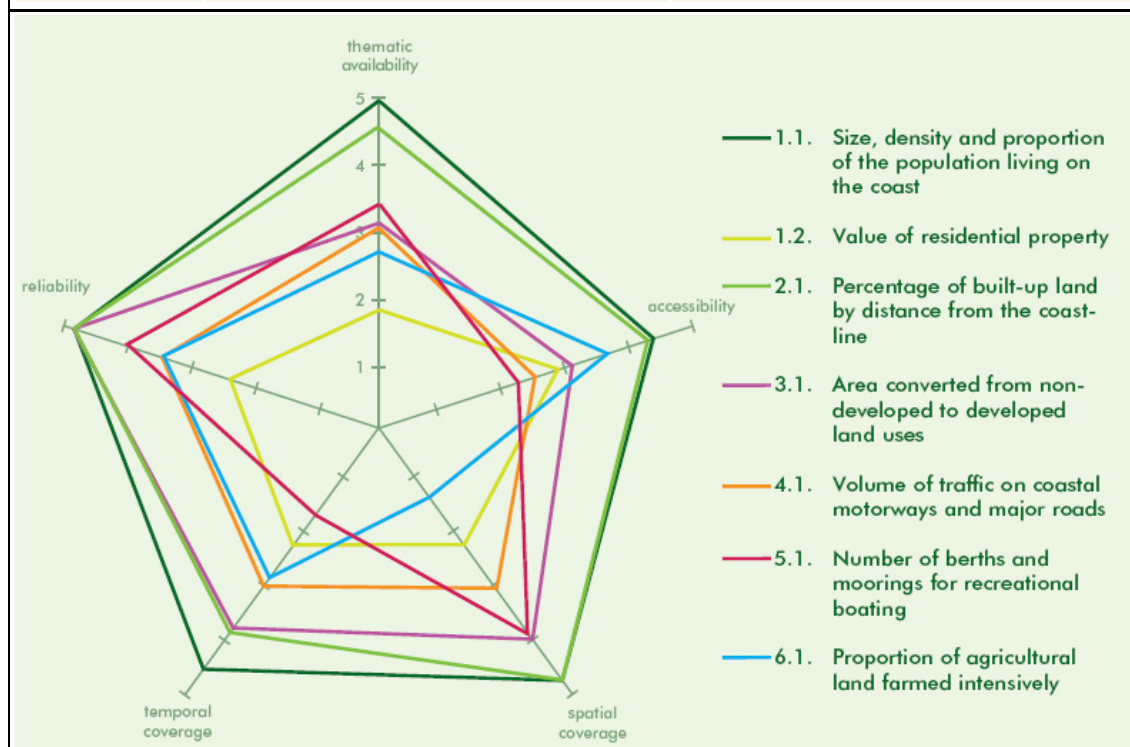


Figura 1 (arriba). Relación entre los indicadores y la normativa europea.

Figura 2 (debajo). Diagrama de evaluación técnica de los indicadores de GIZC ligados al principio de controlar la ocupación de los espacios naturales de la costa.

Fuente Figura 1 y 2. VVAA. 2007. Indicators guideline: to adopt and indicator-based approach to evaluate coastal sustainable development. Department of the Environment and Housing, Government of Catalonia.

En lo que se refiere al análisis integrado del litoral, es necesario describir los tipos de relación entre indicadores y descubrir las asociaciones entre causas y efectos, por ejemplo utilizando el modelo FPEIR. Para la relación entre indicadores, la guía señala tres elementos clave: definir las relaciones de causa-efecto, establecer umbrales y valores objetivo aceptados por todos y ponderar el valor relativo de los indicadores en el análisis de los procesos de toma de decisiones. Así mismo, un análisis integrado de indicadores puede acometerse mediante tres métodos: aproximación marco político, análisis espacial y análisis multifactorial.

Antes de entrar en el análisis del conjunto de indicadores, consideramos evidente descartar de entrada aquellos no relacionados directamente con el objetivo de vigilar el estado de conservación de los tipos de HIC ligados al medio costero. En consecuencia, no son relevantes los vinculados a reducir la exclusión social en las comunidades costeras. Siguiendo el mismo procedimiento que el utilizado para el medio terrestre y para el medio acuático continental, la adecuación del conjunto de indicadores de gestión sostenible en las zonas costeras al Sistema Red Natura 2000 debe basarse en cuatro aspectos complementarios: a) la adecuación con el modelo FPEIR, b) la adecuación a los elementos del Nivel 1, c) la adecuación al concepto de indicador o al concepto de descriptor y d) el número de hábitats de interés comunitario que quedan representados o englobados. En la Tabla 1 se incluyen los 27 indicadores y 53 parámetros de gestión sostenible costera.

Con respecto a la adecuación al sistema FPEIR, el conjunto de indicadores para la gestión costera no se estructura obviamente en este modelo, aunque podría hacerse un ejercicio análogo al que se realizó para los tipos de HIC forestales. En este sentido, son más o menos encuadrables como indicadores de fuerzas motrices (dimensión y estructura de la población costera y volumen de tráfico) y de presión los indicadores propuestos para los principios 1, 3 y 4. Como indicadores de estado pueden considerarse algunos parámetros incluidos en el objetivo 2 (indicador 10) y en el objetivo 6 (indicador 23). Como indicadores de respuesta están los indicadores 8 y 9. No obstante, éstos son parámetros relacionados con áreas protegidas (especialmente la Red Natura 2000), por lo que en todo caso serían indicadores de Nivel 3. Los indicadores relacionados con el riesgo frente al cambio climático podrían asimilarse al tipo de estado, excepto quizá el número 27. En cualquier caso, sería un modelo FPEIR desequilibrado en el que no están claras las relaciones causales entre tipos de indicadores. Por ejemplo, como señala la propia guía de utilización de indicadores, el parámetro 7 (extensión de los hábitats) está ligado a la distribución espacial de las áreas urbanizadas.

En relación con la adecuación a los elementos del Nivel 1, hay que distinguir entre los elementos de evaluación del estado de conservación, los elementos de presión y amenaza y los elementos de respuesta. El indicador 7 (extensión de los hábitats seminaturales) se asocia bien con el elemento de evaluación de la superficie ocupada por cada tipo de HIC, aunque habría que tener en cuenta el grado de representación de los HIC en el conjunto de hábitats seminaturales costeros. En principio puede haber una alta correlación ya que los HIC costeros pueden ocupar gran parte de la costa. Los datos utilizados por la Generalitat de Catalunya para el indicador 7, por ejemplo, provienen de una reclasificación a partir del mapa de usos del suelo del CREAM. De hecho, en la guía del proyecto DEDUCE se comenta la necesidad de cambiar el indicador 9 por otro que se relacione con el estado de especies y hábitats en los sitios Red Natura 2000. El equipo de trabajo de esta memoria considera que este parámetro es un descriptor (no un indicador) necesario de la coherencia ecológica de la red en cada región biogeográfica, por lo que se propone de forma explícita en el apartado 4.3.

Controlar apropiadamente el desarrollo futuro de los espacios de la costa no desarrollados	1. DEMANDA DE PROPIEDAD EN LA COSTA	1.1. Dimensión y estructura de la población de la costa 1.2. Valor de la propiedad residencial
	2. SUELO OCUPADO	2.1. Porcentaje de ocupación del suelo según la distancia con la costa
	3. VELOCIDAD DE OCUPACIÓN DE LA COSTA	3.1. Áreas urbanizadas
	4. DEMANDA DE TRANSPORTE EN LA COSTA	4.1. Volumen de tráfico en las autopistas y carreteras principales de la costa
	5. PRESIÓN POR LOS EFECTOS DEL OCIO EN EL LITORAL	5.1. Número de amarres deportivos
Proteger y promover la diversidad del patrimonio natural y cultural	6. SUELO DESTINADO A AGRICULTURA INTENSIVA	6.1. Porcentaje de suelo agrícola intensivo
	7. EXTENSIÓN DE LOS HÁBITATS SEMINATURALES	7.1. Área con hábitats seminaturales
	8. ÁREA TERRESTRE Y MARINA PROTEGIDA POR NORMATIVA	8.1. Área protegida para conservar la naturaleza, el paisaje y el patrimonio
	9. GESTIÓN EFECTIVA DE LUGARES PROTEGIDOS	9.1. Tasa de pérdida —o daño— en las áreas protegidas
	10. CAMBIOS DE HÁBITATS Y ESPECIES MARINOS Y COSTEROS SIGNIFICATIVOS	10.1. Estado y tendencia de hábitats y especies específicas
		10.2. Número de especies por tipo de hábitat
		10.3. Número de especies de la costa en peligro (incluidas en la Lista roja)
11. PÉRDIDA DE DISTINCIÓN CULTURAL	11.1. Volumen e importancia de ventas de productos locales con distintivos de calidad ambiental regionales o europeos	
12. PARÁMETROS SECTORIALES DE OCUPACIÓN	12.1. Ocupación total, temporal y estacional, por sectores	
	12.2. Valor añadido de cada sector	
Promover una economía dinámica y sostenible para la costa	13. VOLUMEN DE TRÁFICO PORTUARIO	13.1. Número de llegadas y salidas de pasajeros por puertos
		13.2. Movimiento de mercancías en los puertos
		13.3. Proporción de bienes cargados por rutas cortas
14. INTENSIDAD TURÍSTICA	14.1. Número de pernoctaciones en plazas turísticas	
	14.2. Tasa de ocupación hotelera	
15. TURISMO SOSTENIBLE	15.1. Número de plazas turísticas en alojamientos con ecoetiqueta de la UE	
	15.2. Coeficiente de pernoctaciones por número de residentes	

Asegurar el buen estado del agua de las playas y el agua de la costa	16. CALIDAD DE LAS AGUAS DE BAÑO	16.1. Porcentaje de aguas de baño que cumplen la Directiva europea de aguas de baño
	17. ACUMULACIÓN DE RESIDUOS EN EL MAR, LA COSTA Y LOS ESTUARIOS	17.1. Volumen de residuos recogidos por tramos de costa
	18. CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN AGUAS COSTERAS	18.1. Concentración de nitratos y fosfatos en aguas costeras
	19. CONTAMINACIÓN POR ACEITES	19.1. Volumen de vertidos accidentales de aceites
19.2. Número de vertidos de aceite observados desde el aire		
Reducir la exclusión social y promover la cohesión en las comunidades costeras	20. GRADO DE COHESIÓN SOCIAL	20.1. Índices de exclusión social por área 212. Porcentaje de población con niveles de educación calificados
	21. BIENESTAR FAMILIAR	21.1. Renta familiar media
		21.2. Porcentaje de población con niveles de educación calificados
22. SEGUNDAS RESIDENCIAS	22.1. Relación entre primeras y segundas residencias	
Hacer un uso respetuoso de los recursos naturales	23. STOCKS DE PESCA Y CAPTURAS DESEMBARCADAS	23.1. Estado de los principales stocks de pesca por especie y área marina
		23.2. Captura y mortalidad de peces por especies
		23.3. Valor de las capturas por puerto y por especies
	24. CONSUMO DE AGUA	24.1. Número de días con suministro de agua limitado
Reconocer los riesgos para la costa asociados al cambio climático y asegurar su protección ecológica	25. INCREMENTO DEL NIVEL DEL AGUA Y CONDICIONES CLIMÁTICAS EXTREMAS	25.1. Número de días con tormenta
		25.2. Incremento del nivel del mar respecto del suelo
	26. EROSIÓN Y ACRECIMIENTO EN LA COSTA	26.1. Longitud de costa protegida de la erosión
		26.2. Longitud de costa inestable
		26.3. Área y volumen de aportación de arena
	27. PATRIMONIO NATURAL, HUMANO Y ECONÓMICO EN RIESGO	27.1. Número de personas que viven en zonas de riesgo
		27.2. Área protegida en zonas de riesgo
		27.3. Valor de los bienes patrimoniales en zonas de riesgo

Tabla 1. Indicadores de desarrollo sostenible en las zonas costeras. Fuente: Proyecto DEDUCE (Développement durable des Côtes Européennes).

También hay que considerar el indicador 10.1 (estado y tendencia de hábitats y especies específicas) y el 10.2 (número de especies por tipo de hábitat) ya que, tal como se indica en sus fichas descriptivas, se define en relación a la evaluación del estado de conservación en el marco de aplicación de la Directiva 92/43/CEE. En este sentido, podría considerarse por tanto que estos parámetros sintetizan bien las necesidades de evaluar dicho estado de conservación.

En lo que concierne a la determinación de presiones y al establecimiento de medidas, no hay que olvidar que el Sistema Red Natura 2000 (sobre todo en el Nivel 1) tiene como núcleo central el estado de los tipos de HIC. En el conjunto de indicadores para la GIZC el objetivo central es el desarrollo sostenible de la costa, por lo que las relaciones con los tipos de HIC pueden ser muy indirectas o incluso inexistentes en ciertos casos. Este aspecto se relaciona también con la escala de los cálculos para cada indicador, que puede ser el Nivel NUTS 2, por lo que datos a escala de CCAA pueden ser muy insuficientes.

Con respecto al proceso de determinar las presiones y amenazas sobre los tipos de HIC, hemos visto anteriormente que hay algunos indicadores-parámetros más o menos apropiados, aunque hay que considerar hasta qué punto afectan tanto al medio costero como al medio marino. Dado que el conjunto de indicadores para la GIZC no se adecua al modelo FPEIR, no siempre es fácil distinguir entre indicadores de fuerzas motrices e indicadores de presión. Según indica la propia guía del Proyecto DEDUCE, la “demanda de la propiedad de la costa” (Indicador 1) y la “demanda de transporte en la costa” (Indicador 4) son dos de las principales fuerzas motrices de desarrollo en las costas europeas. El indicador 1 está relacionado también con los indicadores 2, 3, 4 y 17 según se indica en la ficha correspondiente de resultados. En la Figura 1 se representa la densidad de la población costera en el territorio de Cataluña (Proyecto DEDUCE, Generalitat de Catalunya). No obstante, los indicadores para el objetivo 1 están referidos a variables de medio costero-terrestre, salvo amarres deportivos, por lo que quizá no quede bien reflejada la influencia sobre el espacio propiamente acuático. Quizá otra variable de tipo fuerza motriz sea los parámetros sectoriales de ocupación (Indicador 12), aunque todavía no se han generado las fichas descriptivas. En cualquier caso, para evaluar su validez queda por analizar de forma explícita la posible correlación entre estos indicadores y el estado de conservación de los tipos de HIC del medio costero-marino. Es el caso, por ejemplo, de la presión ejercida por el suelo agrícola intensivo (Indicador 6.1), que es una actividad no continua a lo largo de la costa y por consiguiente no pertinente en todas las zonas, además de ser necesario precisar el término “intensivo”. Otro indicador que podría ser adecuado para la determinación de la presión sobre los tipos de HIC es el volumen de tráfico portuario (Indicador 13), aunque su validez probablemente dependa, en primer término, del grado de representación espacial de los puertos utilizados para calcular el parámetro. La intensidad turística (Indicador 15) puede considerarse otro factor para determinar la presión ejercida en el medio costero-litoral, aunque parece necesario incluir algunas mejoras para reflejar las diferencias entre turismo residente y flotante y para mejorar la comprensión de los impactos que producen estos niveles de población.

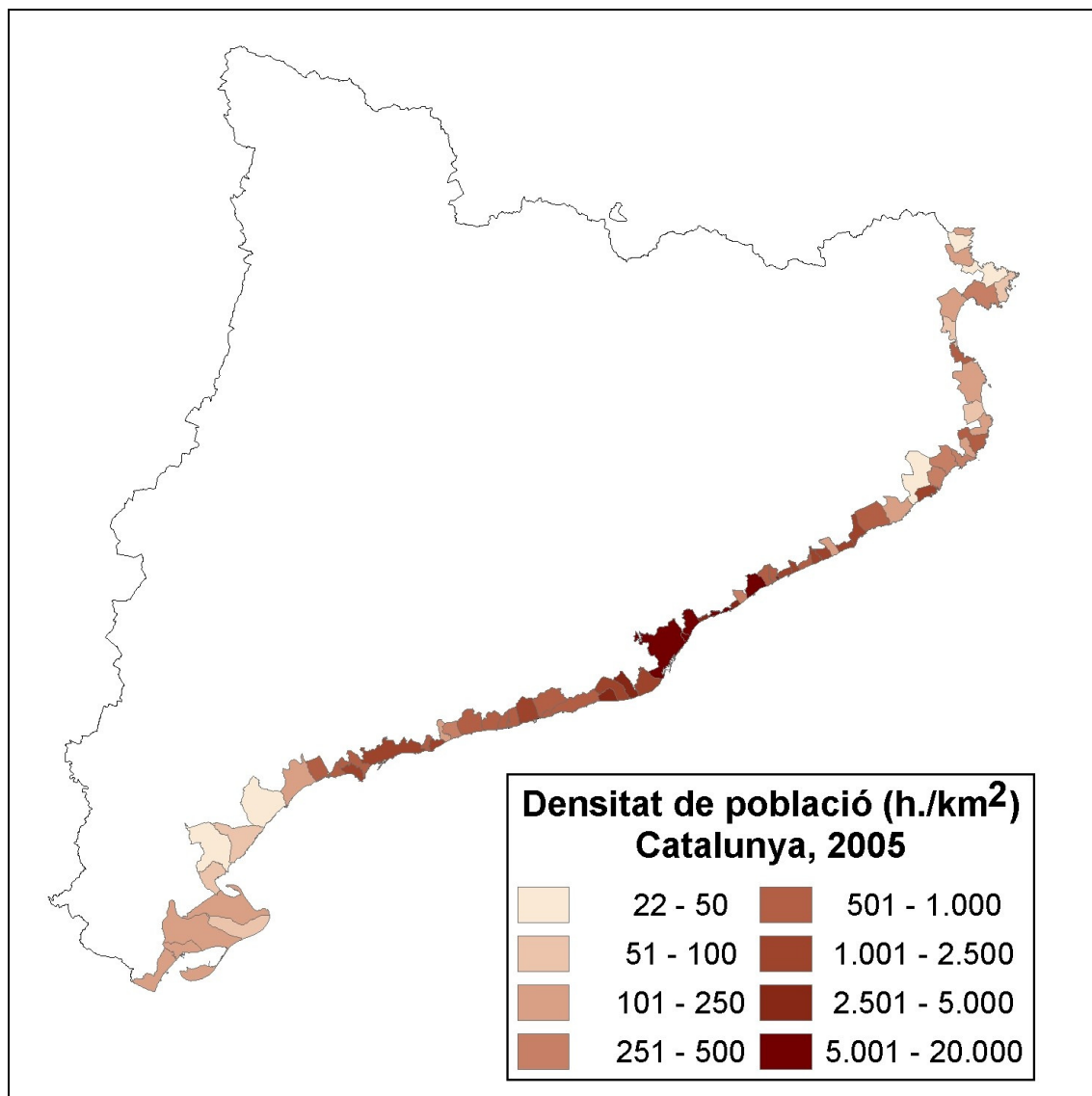


Figura 1. Densidad de población en la costa de Cataluña. Fuente: Proyecto DEDUCE, Generalitat de Catalunya).

Otros indicadores de presión pueden considerarse los parámetros 17 (volumen de residuos), 18 (concentración de nitratos y fosfatos) y 19 (contaminación por aceites). El indicador 18 trata de evaluar la carga contaminante urbana y agrícola y el 19 la contaminación accidental. En conjunto, los parámetros de presión que pueden obtenerse del conjunto de indicadores para la GIZC requieren un análisis de validez con los resultados de la aplicación de la Directiva Marco del Agua en lo que se refiere a las masas de transición (estuarios) y a las masas costeras. Este análisis debe realizarse por dos razones. La primera, porque este tipo de masas tienen una distribución continua a lo largo de toda la costa (Figura 2). Segunda, porque para estas masas de agua es preciso no sólo evaluar su estado ecológico (parámetros físico-químicos y biológicos) sino también el nivel de riesgo al que están sometidas en función de las presiones y los impactos. Este análisis, no obstante, debe considerar con prudencia la interpretación de los datos globales ya que la delimitación y la evaluación de las masas de agua puede depender

en gran medida de las metodologías diferentes de las confederaciones-demarcaciones hidrográficas. La relación de los indicadores para la GIZC con los datos del estado ecológico, para las diferentes masas de agua costeras y de transición, puede suponer un pilar fundamental para establecer el grado de validez con respecto a los tipos de HIC, sobre todo los ligados al medio marino.

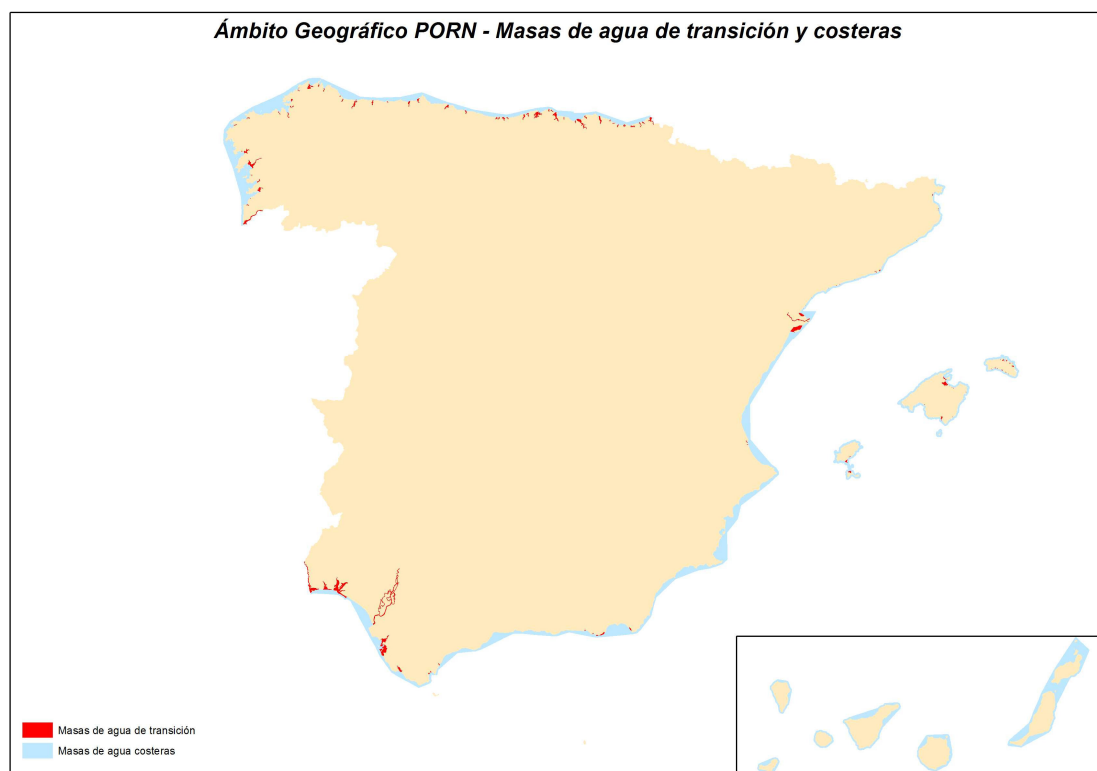


Figura 2. Distribución de las masas de agua costeras y de transición designadas por España para la aplicación de la Directiva Marco del Agua. Fuente: BIOSFERA XXI. 2008. Directrices para la elaboración de los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales y de conservación de la Red Natura 2000. MARM. Inédito.

La Agencia Catalana del Agua (ACA), por ejemplo, cuantifica las presiones a las que están sometidas las masas de aguas costeras mediante trece parámetros agrupados en tres factores: alteraciones morfológicas, contaminación (fuentes puntuales y difusas) y otras presiones (turismo, pesca y puertos)⁷². Para ello define unos índices y, además, establece valores umbrales (Figura 3). La artificialización de la costa, por ejemplo, se calcula mediante un cociente entre la longitud de la línea de costa artificial y la longitud de la línea de costa de la masa de agua. El valor umbral es de 0.5, es decir, que una masa de agua se considera que tiene una presión significativa cuando el cociente es mayor de 0.5.

⁷² ACA. 2005. Caracterizació de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la DMA a Catalunya (conques intra e intercomunitaries). Generalitat de Catalunya.

Tipus de pressió	Pressió	Índex	Líndar	
Alteracions morfològiques	Artificialització de costa	$PA = \frac{\text{longitud_línia_costa_artificial}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	0,5	
	Regeneració de platges	$PRP1 = \frac{\text{volum_total_de_sorra_aportat}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	80 milers de m ³ /Km	
		$PRP2 = \frac{\text{volum_total_de_sorra_extret}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	80 milers de m ³ /Km	
Contaminació:				
Fonts puntuals	Urbans (sistemes de sanejament)	$PEU = \frac{\sum \text{Cabal_efluent} \times \text{DQO}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	175 kg/(dia x km)	
	Urbans (mancances)	Pressió per mancances dels sistemes de sanejament.	Criteri expert	
	Urbans (pluges)	Pressió per descàrregues directes superficials en episodis de fortes pluges.	Criteri expert	
	Industrials (biodegradables)	$PEI1 = \frac{\sum \text{Cabal_efluent} \times \text{DQO}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	175 kg/(dia x km)	
	Industrials (no biodegradables)	$PEI2 = \frac{\sum \text{Cabal_efluent} \times \text{coeficient}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	1.000 m ³ /(dia x km)	
	Rius	$PR1 = \frac{\sum \text{Cabal_riu} \times \text{DBO}_5}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	100 kg/(dia x km)	
		$PR2 = \frac{\sum \text{Cabal_riu} \times \text{Nitrats}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	100 kg/(dia x km)	
	Canals	$PCN = \frac{\sum \text{Aportacions_aigua_dolça} \times (\text{Nitrats} + \text{Nitrits})}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	100 kg/(dia x km)	
	Fonts difoses (usos del sòl)	Agrícoles	$PUA = \frac{\text{Coef.precipitació} \times \text{superfície_agrícola}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	60 ha/km
		Urbans	$PUU = \frac{\text{Coef.precipitació} \times \text{superfície_urbana}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	30 ha/km
Altres pressions	Turisme	$PTU = \frac{\sum \text{n}^\circ \text{ places_hoteleres} + \text{places_càmpings}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	5.000 places/km	
	Pesca	$PES = \frac{\sum \text{Captures_pesqueres}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	500 milers euros/km	
	Ports esportius	$PPE = \frac{\sum \text{n}^\circ \text{ amarratges_port_esportiu}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	100 amarratges/km	
		$PPP = \frac{\sum \text{n}^\circ \text{ embarcacions_pesca}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	7 embarcacions/km	
	comercials i industrials	$PPCI = \frac{\sum \text{trànsit_embarcacions}}{\text{longitud_línia_costa_MA}}$	100 embarcacions/km	

Figura 3. Presiones evaluadas en el análisis de presiones e impactos de las masas de agua costeras realizado por la Agencia Catalana del Agua (ACA, 2005).

En cuanto al proceso de establecimiento y aplicación de medidas de conservación, el conjunto de indicadores para la GIZC incorpora sólo de forma directa los indicadores 8 y 9, los cuales se relacionan básicamente con el porcentaje de territorio costero-marino cubierto por la Red Natura 2000. Este parámetro se corresponde más con un descriptor de respuesta de Nivel 3 en el sistema Red Natura 2000. Podría ser adecuado instrumentar otros indicadores ligados a la normativa que regula la ocupación de suelo urbano o la de emisión de vertidos. Además, se hecha en falta otros indicadores más específicos ligados a la aplicación efectiva de la GIZC e incluso de la nueva Directiva Marco sobre la estrategia marina o de otras estrategias internacionales como son el Plan de Acción para el Mediterráneo o el Convenio Ospar.

El tercer aspecto a considerar se refiere al grado de adecuación al concepto de indicador o al de descriptor que presentan los indicadores para la GIZC. En términos generales, parece que se ha realizado un esfuerzo por incluir parámetros que no miden aspectos directos y relevantes del sistema de desarrollo en el ámbito costero, por lo que muchos parámetros podrían considerarse como indicadores. Quizá no entran en este ámbito algunas variables como el suelo ocupado (Indicador 2), el área ocupada por hábitats seminaturales (Indicador 7) o el porcentaje de aguas de baño que cumplen la directiva europea (Indicador 16). Sin embargo, prácticamente todos los parámetros no están asociados a objetivos de realización concretos y/o no están descritos mediante valores umbrales que permitan mejorar su interpretación. Este problema está ligado al hecho de que todavía es necesario avanzar en la consecución de un sistema de indicadores para la GIZC que esté integrado, en el que se pongan en evidencia explícita las relaciones cuantitativas entre unos indicadores y otros, especialmente entre los tres grupos de dimensiones que caracterizan el desarrollo sostenible: la ambiental, la social y la económica.

En cuanto a la cuestión de la representatividad de los tipos de HIC en el conjunto de indicadores para la GIZC, hay que considerar antes que el medio marino (no el costero) parece insuficientemente representado en el grupo 1 de los tipos de HIC. Este hecho, desde luego, dificulta la posibilidad de que haya una relación significativa entre el estado de conservación (estado ecológico) de las masas de agua y el estado de conservación de los tipos de HIC ligados al medio acuático: praderas de *Posidonia oceanica*, estructuras submarinas causadas por emisiones de gases, arrecifes, grandes calas y bahías o marismas. Casi todos los indicadores de fuerzas motrices y de presión están relacionados con actividades que se desarrollan en el medio costero terrestre, por lo que es probable que haya correlaciones significativas positivas entre la actividad costera y los tipos de HIC costeros, los cuales cubren seguramente una alta proporción de la superficie cubierta por hábitats seminaturales (acantilados costeros, dunas, marismas, lagunas costeras).

En síntesis, los indicadores seleccionados para la GIZC no conforman un modelo FPEIR equilibrado aunque en conjunto, probablemente, cubren los principales factores que caracterizan el sistema de desarrollo humano ligado al medio costero-marino. Mantienen una relación directa con la aplicación de la Directiva 92/43/CEE al incluir de forma explícita el estado y las tendencias de los tipos de HIC y de los espacios de la Red Natura 2000. La determinación de presiones y amenazas podría estar razonablemente atendida por parámetros relacionados con la ocupación humana de la costa (población e infraestructuras –autopistas-, intensidad turística) y con el tráfico portuario. No obstante, se hecha en falta la relación con las masas de transición y costeras en aplicación de la DMA, sobre todo en lo que se refiere al estado ecológico y al factor de riesgo. El proceso de evaluación de la aplicación de medidas queda poco desarrollado con los indicadores 8 y 9 (quizá también el 24.1), por lo que sería conveniente explorar otros indicadores ligados al control del urbanismo, a la emisión de efluentes o incluso al tráfico marítimo (no sólo portuario). Aunque la guía de indicadores del Proyecto DEDUCE analiza la validez de los diferentes indicadores en función de varios criterios, queda pendiente definir objetivos de realización y valores umbrales así como plantear un análisis de la coherencia del conjunto de indicadores, basado en el estudio de la significación de sus relaciones causales.

3.1.3.2. FICHAS DE INDICADORES

IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador: Demanda de propiedad en la Costa

Definición del Indicador

El indicador se evalúa midiendo el tamaño, densidad y porcentaje de población que vive en la costa.

Justificación del Indicador

Se quiere conocer la proporción de población de un país o de una región que esta concentrada en la zona costera. Realizando un seguimiento de los cambios en la distribución de la población de una región costera a lo largo del tiempo, ayudará a valorar la presión que se está ejerciendo sobre los recursos costeros por la demanda de suelo, vivienda, empleo, servicios públicos, transporte y otros mas. Existe un especial interés en determinar si estas presiones se producen en toda la región de referencia o es específico de la costa.

Nivel jerárquico: Nivel 1 (HIC costero/marinos)

Tipo de indicador

Indicador de PRESION o de FUERZA MOTRIZ (FPEIR)

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

Se proponen como medida de este indicador, dos parámetros: el número de habitantes por kilometro cuadrado en el nivel 5 de NUTS (municipios) comparado con el número de habitantes en el mismo nivel (NUTS 5) en el total de la región/país de referencia; y la población de los municipios costeros (NUTS 5) como proporción del total de la región/país de referencia.

Interpretación y Propuesta de valores umbrales

Se considera que la variación de la población costera respecto a las zonas interiores de un país/región representa una buena medida de la demanda de propiedad en la costa que indicaría una presión sobre los recursos naturales de la misma.

No se proponen valores umbrales en la publicación de referencia.

Periodicidad en la medición

Se aconseja la utilización de los censos decenales oficiales de cada país a nivel municipal y se considera que para observar la tendencia se utilicen un mínimo de tres censos.

Metadatos

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

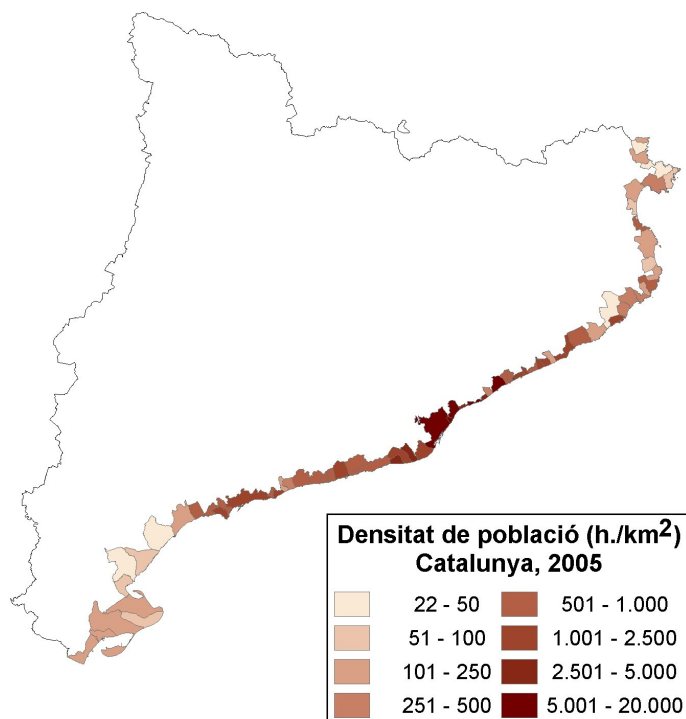
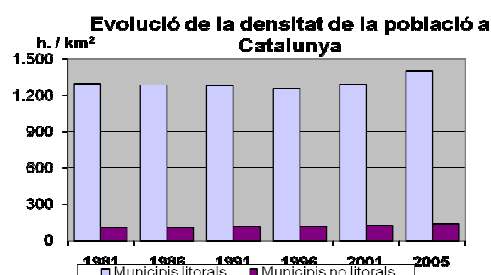
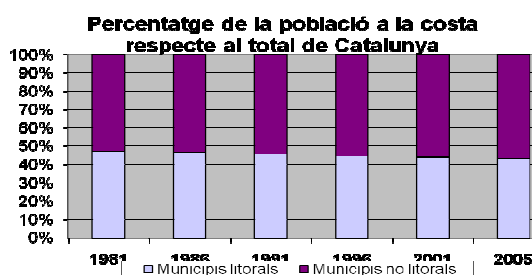
Resulta fácilmente medible y comparable en diferentes regiones/países.

Principales desventajas del indicador

Existen dudas sobre si la densidad de población representa un valor ligado de manera inequívoca a la demanda de propiedad en la costa.

PRESENTACIÓN

El artículo de referencia incluye varios gráficos y mapas de diferentes regiones costeras que participaron en el proyecto.



Referencias

Proyecto DEDUCE (Développement durable des Côtes Européennes).

<http://www.deduce.eu/index.html>

IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador: Superficie construida

Definición del Indicador

El indicador evalúa el porcentaje de superficie construida en relación a la distancia a la línea de costa.

Justificación del Indicador

Se quiere conocer la extensión de costa que ha sido construida en los últimos años porque puede indicar el grado de presión sobre la misma y la probabilidad de que se produzcan nuevos cambios en el futuro. También se quiere conocer si el desarrollo en la costa ha sido mayor y más intenso que en el conjunto de la región. Por ello, es necesario observar la zona de los terrenos edificados en las aéreas costeras y no costeras. Con ello, también se pondría de manifiesto los patrones de desarrollo. Por ejemplo, ¿el desarrollo se ha caracterizado por la construcción de una estrecha franja costera, o se ha extendido considerablemente hacia el interior?

Nivel jerárquico: Nivel 1 (HIC costero/marinos)

Tipo de indicador

Indicador de PRESION (FPEIR)

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

Se propone como medida de este indicador, tres parámetros: las hectáreas construidas en los municipios (NUTS 5) costeros y no costeros en relación a las hectáreas construidas en el total de la región/país de referencia; y el porcentaje de superficie construida en el primer kilómetro de costa y en los 10 primeros kilómetros.

Se propone utilizar los datos provenientes del Corine Land Cover (CLC) en sus diferentes años (1990-2006), considerándose como superficie construida los grupos 11, 12 y 13 de la leyenda.

En España, se podría sustituir el CLC por el Sistema de Ocupación del Suelo de España (SIOSE) elaborado por las Comunidades Autónomas en coordinación con el IGN.

Interpretación y Propuesta de valores umbrales

Se considera que la variación de la superficie construida en la costa respecto a las zonas interiores de un país/región representa una buena medida de la presión sobre los recursos naturales de la misma.

No se proponen valores umbrales en la publicación de referencia.

Periodicidad en la medición

La periodicidad de la medición viene condicionada por la frecuencia en la elaboración de los mapas de ocupación del suelo del CLC o del SIOSE en su caso.

Metadatos

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

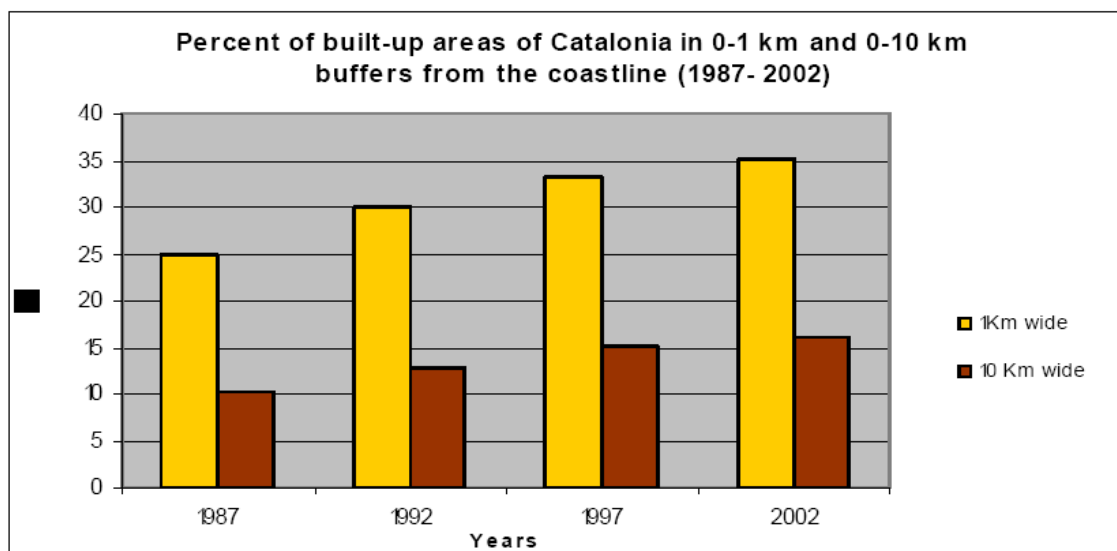
Resulta fácilmente medible y comparable en diferentes Comunidades Autónomas.

Principales desventajas del indicador

Si se utilizan los datos provenientes del CLC, la resolución de los mismos (solo se recogen recintos mayores de 25 ha y cambios mayores de 5 ha) puede no reflejar la realidad en toda su dimensión. Esto se solucionaría utilizando datos del SIOSE.

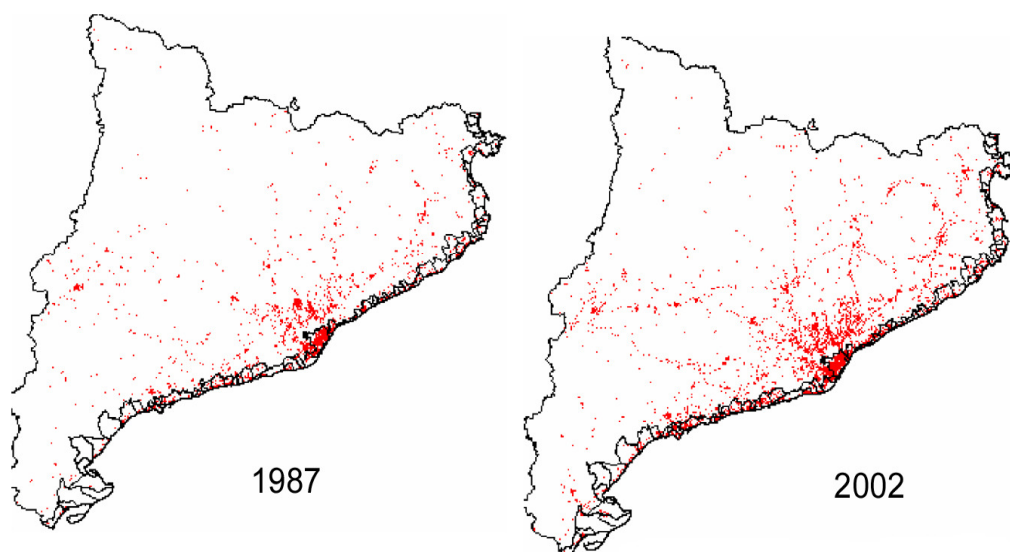
PRESENTACIÓN

El artículo de referencia incluye varios gráficos y mapas de diferentes regiones costeras que participaron en el proyecto.



Source: Generalitat de Catalunya (2005)

Evució de la superfície urbanitzada a Catalunya



Referencias

Proyecto DEDUCE (Développement durable des Côtes Européennes).
<http://www.deduce.eu/index.html>

IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador: Volumen de tráfico portuario

Definición del Indicador

El indicador se evalúa midiendo el volumen de mercancías gestionado por cada puerto.

Justificación del Indicador

Se quiere construir una imagen de la importancia relativa de los puertos en la economía costera. Hoy en día, las mercancías son cargadas y descargadas de manera mecanizada y el efecto de las variaciones en el volumen de carga gestionada en el empleo local o en la demanda de servicios portuarios es difícil de estimar e incierta. Además, a menudo es difícil saber si los beneficios generados por las actividades portuarias tienen repercusiones a nivel local o se desvían hacia otros lugares. Lo que parece cierto, es que un incremento de las mercancías año tras año genera una demanda de infraestructuras portuarias adicionales, como son nuevos muelles, carreteras, defensas costeras, instalaciones de almacenamiento de mercancías, y otras cosas, lo que producirá diferentes beneficios o pérdidas en la economía y el medio ambiente local y regional.

Nivel jerárquico: Nivel 1 (HIC costero/marinos)

Tipo de indicador

Indicador de PRESION (FPEIR)

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

Se propone como medida de este indicador, el volumen de entradas y salidas de mercancías (en miles de toneladas) gestionado por cada puerto en relación del volumen de mercancías gestionadas por el total de los puertos en el ámbito de referencia (región o país).

Desde el año 2000, todos los datos de tráfico marítimo se recogen de forma uniforme de acuerdo con la Directiva de Estadísticas Marítimas (95/64/EC). Se recopilan datos referentes al tipo de mercancías marítimas por cada país y puerto. Los datos anteriores al año 2000 pueden ser obtenidos de las estadísticas de las correspondientes autoridades portuarias.

Interpretación y Propuesta de valores umbrales

Se considera que la variación en el manejo de carga en los puertos representa una buena medida de la presión sobre los recursos naturales costeros, ya que un incremento de la misma, produce una demanda de nuevas infraestructuras.

No se proponen valores umbrales en la publicación de referencia.

Periodicidad en la medición

Se propone que estos parámetros se obtengan anualmente.

Metadatos

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

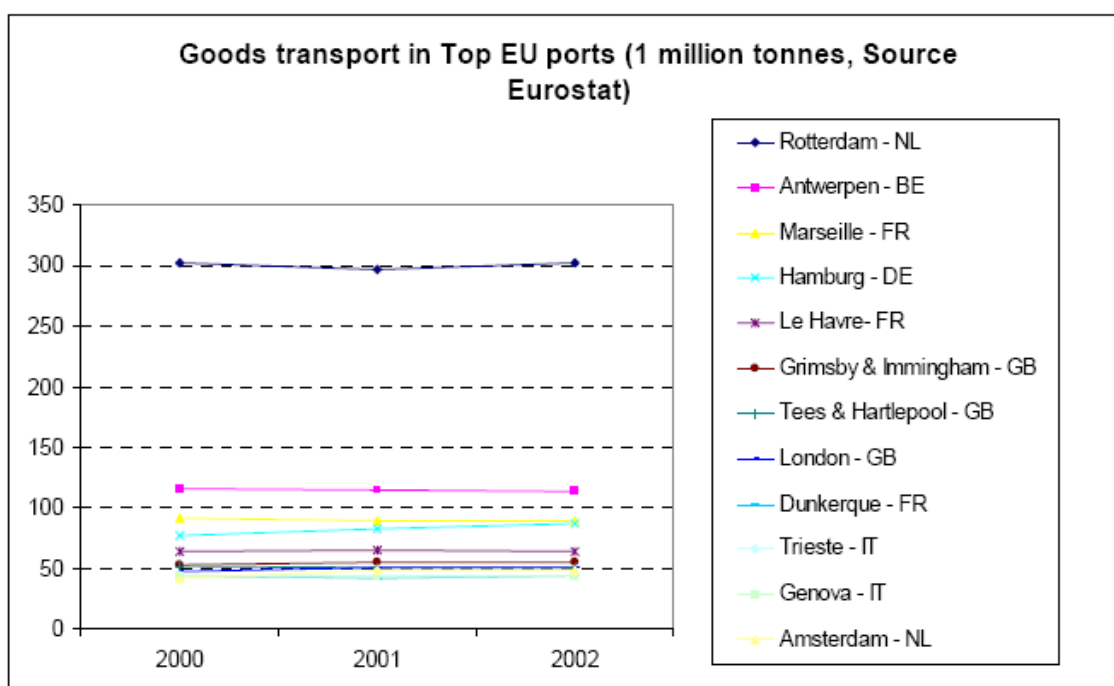
Resulta fácilmente medible y comparable en diferentes zonas costeras.

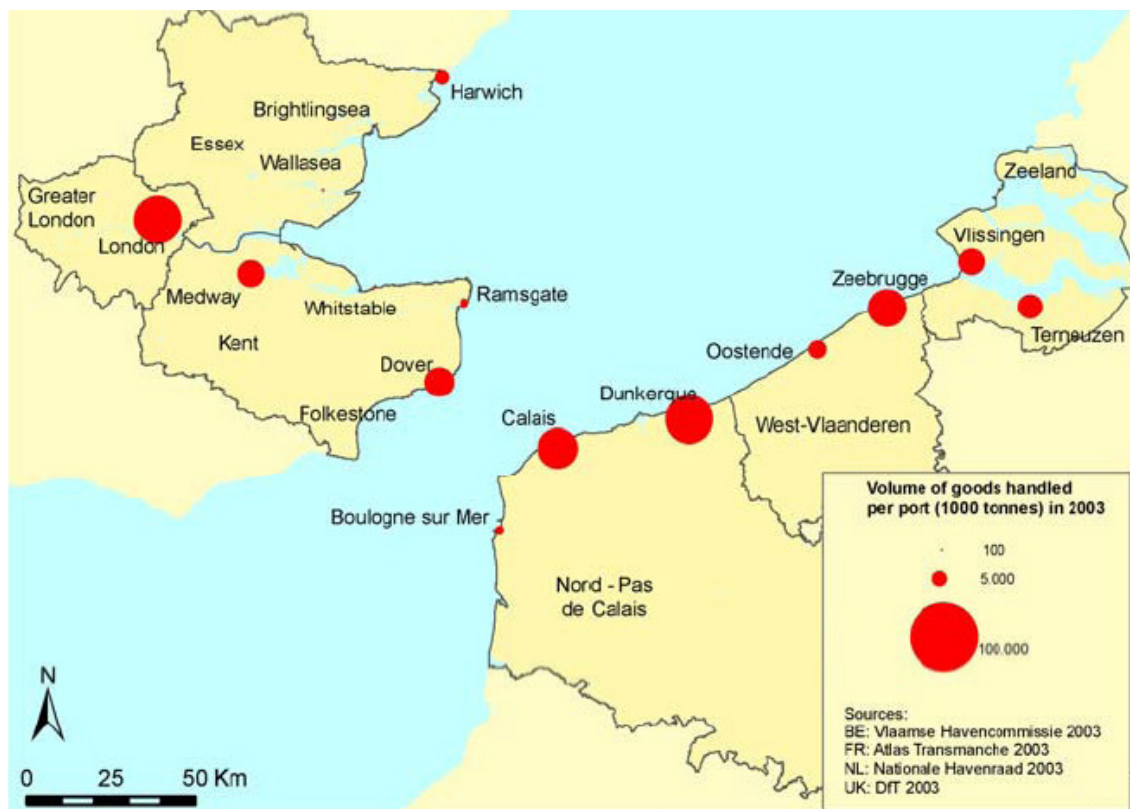
Principales desventajas del indicador

Debería extenderse su uso a otros puertos menores, para que tuviese relevancia a nivel español.

PRESENTACIÓN

El artículo de referencia incluye varios gráficos y mapas de diferentes regiones costeras que participaron en el proyecto.





© Compiled by VLIZ from sources in countries bordering southern North Sea, as stated in the key

Referencias

Proyecto DEDUCE (Développement durable des Côtes Européennes).
<http://www.deduce.eu/index.html>

3.2. Nivel 2: LIC/ZEC

3.2.1. ESBOZO DEL DISEÑO FPEIR

Los procesos y elementos que caracterizan el Nivel 2, correspondiente a los lugares que conforman la Red Natura 2000, se han descrito en el apartado 2.2 de este trabajo. El objetivo de conservación en este Nivel del Sistema es el mantenimiento de la integridad de los espacios RN2000, habiéndose identificado para la evaluación de dicha integridad, al menos los siguientes elementos: la distribución de hábitat y especies de interés comunitario (HIC y EIC), la conectividad, el estado de conservación de HIC y EIC, la función diferencial del lugar y la representatividad de la diversidad biológica. Algunos de estos elementos están representados en los otros dos niveles del Sistema RN2000, pero en este caso su análisis se realiza en el contexto espacial del lugar. En cuanto a las Fuerzas Motrices relevantes a este nivel, es probablemente el punto más débil de todo el sistema, al no haberse aplicado, como se indica más adelante, un sistema de indicadores completo con enfoque FPEIR a un área protegida individual. Respecto a las presiones e impactos, los elementos de aislamiento y vulnerabilidad del lugar parecen los más adecuados. Y a este nivel, los instrumentos de gestión activa y las medidas preventivas, concretadas estas últimas en la adecuada evaluación de afecciones, se muestran como las más efectivas.

Entre los escasos ejemplos que se han encontrado sobre la aplicación de indicadores a la gestión de las áreas protegidas, a nivel de lugar, ninguno de ellos había utilizado el enfoque FPEIR para su diseño. Tan solo recientemente se ha propuesto la aplicación del sistema FPEIR a la gestión de las áreas marinas protegidas⁷³, el cual se detallará al final de este apartado.

Además se han analizado, para detectar posibles indicadores aplicables a los procesos antes descritos, otros sistemas de indicadores centrados en las áreas protegidas, entre los que destacan: el sistema de indicadores de las áreas protegidas de Cataluña del ICHN, el sistema de indicadores de la Red de Parques Nacionales y los indicadores de evolución del estado de los espacios naturales protegidos del Estado español de EUROPARC-España. Sobre su contenido y adecuación al Sistema de Indicadores propuesto para RN2000, se realiza un resumen a continuación. Tan solo adelantar, que tanto estos indicadores, como otros muchos que se han analizado, pero que no se incluyen para no hacer extenso y tedioso el trabajo, están más enfocados a la caracterización de redes o grupos de espacios, que a los lugares en si.

Probablemente el intento más completo de aplicación de indicadores a las áreas protegidas en España, lo ha realizado la *Institució Catalana d'Història Natural* en el trabajo llevado a cabo para la evaluación del sistema de espacios

⁷³ Ojeda-Martínez, C. et al. (2009) A conceptual framework for the integral management of marine protected areas. *Ocean & Coastal Management*. Volume 52, Issue 2, Pages 89-101

naturales protegidos de Cataluña⁷⁴. El sistema comprende seis grupos de indicadores, y para establecerlos se ha seguido la metodología propuesta por la Comisión Mundial de Espacios Protegidos de UICN, incluyendo indicadores en los siguientes ámbitos:

- ✓ **Contexto ecológico y social** en el que se integra cada espacio natural
- ✓ **Legislación y planificación** basado en las previsiones de cada espacio y otras normativas relacionadas con la conservación del medio natural o la regulación de sus usos
- ✓ **Medios** de que dispone cada espacio para llevar a cabo las funciones que le han sido encomendadas
- ✓ **Procesos** establecidos para normalizar su actividad
- ✓ **Actividades** que realiza **y servicios** que ofrece a los usuarios y a la población local
- ✓ **Resultados** obtenidos, los cuales han de valorarse en función de los objetivos por los cuales se ha protegido un determinado espacio natural.

Bajo estos 6 ámbitos se han agrupado 85 indicadores, los cuales se recogen a continuación en el cuadro 3.2.1.

Cuadro 3.2.1. Indicadores incluidos en el evaluación del sistema de espacios naturales protegidos de Cataluña (ICH, 2008)

1. Indicadores de estado y contexto

- 1.1 - Dimensiones y estructura del sistema
- 1.2 - Categoría de protección equivalente de la UICN
- 1.3 - Valor de conservación del medio geológico
- 1.4 - Valor de conservación de la flora vascular según el grado de rareza
- 1.5 - Valor de conservación de la fauna vertebrada amenazada
- 1.6 - Valor de conservación de las especies protegidas de la fauna invertebrada
- 1.7 - Valor de conservación de variedades y razas tradicionales
- 1.8 - Presencia de hábitats y de especies de interés comunitario
- 1.9 - Valor espiritual, cultural o histórico
- 1.10 - Forma
- 1.11 - Hábitats potenciales
- 1.12 - Continuidad ecológica
- 1.13 - Riesgo de incendio
- 1.14 - Riesgos geológicos
- 1.15 - Presión urbanística perimetral
- 1.16 - Presión de las infraestructuras
- 1.17 - Potencial de las amenazas
- 1.18 - Población
- 1.19 - Ocupación laboral
- 1.20 - Superficie productiva del sector primario
- 1.21 - Visitas recibidas

2. Indicadores de legislación y planificación

- 2.1 - Congruencia entre la figura y los objetivos de protección
- 2.2 - Designaciones internacionales
- 2.3 - Adecuación del diseño
- 2.4 - Coherencia del sistema de ENP
- 2.5 - Propiedad del suelo
- 2.6 - Planificación de los usos de los recursos naturales
- 2.7 - Existencia y adecuación de un plan de gestión
- 2.8 - Tiempo transcurrido entre la declaración de protección y la aprobación definitiva del plan de gestión

⁷⁴ Mallarach i Carrera, Josep Maria, Comas, Eulàlia, ed. (2008) *Protegits, de fet o de dret : primera avaluació del sistema d'espais naturals protegits de Catalunya*. – (Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural ; 15)

- 2.9 - Figuras de protección recogidas en el plan de gestión
- 2.10 - Participación pública en la elaboración del plan de gestión
- 2.11 - Difusión de los contenidos del plan de gestión
- 2.12 - Elaboración y difusión de una memoria anual de actividades y resultados

3. Indicadores de medios

- 3.1- Existencia de órgano gestor
- 3.2 - Personal por régimen laboral
- 3.3 - Personal por ámbitos funcionales
- 3.4 - Participación en programas de voluntariado
- 3.5 - Participación pública en los órganos rectores
- 3.6 - Asociaciones y empresas vinculadas a la conservación
- 3.7 - Existencia de equipamientos e infraestructuras en el interior del ENP
- 3.8 - Existencia de equipamientos e infraestructuras en el exterior del ENP
- 3.9 - Prevención y gestión de los incendios forestales
- 3.10 - Acceso motorizado
- 3.11 - Presupuesto
- 3.12 - Adecuación de los recursos
- 3.13 - Fuentes de financiación

4. Indicadores de funcionamiento

- 4.1 - Grado de formalización de los procedimientos internos
- 4.2 - Ejecución de actuaciones programadas
- 4.3 - Informes preceptivos
- 4.4 – Denuncias y contenciosos
- 4.5 - Autonomía económica
- 4.6 - Grado de utilización de las nuevas tecnologías
- 4.7 - Grado de ambientalización de los equipamientos
- 4.8 - Investigación vinculada a la gestión

5. Indicadores de servicios y actividades

- 5.1 - Visitas atendidas en los equipamientos
- 5.2 - Señalización de límites y accesos
- 5.3 - Carteles informativos
- 5.4 - Itinerarios y caminos señalizados
- 5.5 - Personal dedicado a los servicios a los visitantes
- 5.6 - Ayudas a la población local
- 5.7 - Publicaciones científicas
- 5.8 - Publicaciones divulgativas
- 5.9 - Actividades educativas

6. Indicadores de resultados

- 6.1 - Cambios en los elementos geológicos clave
- 6.2 - Cambios en las especies clave
- 6.3 - Cambios en los hábitats clave
- 6.4 - Extinción local de especies
- 6.5 - Cambios en los usos y ocupación del suelo
- 6.6 - Impactos negativos provocados por actividades
- 6.7 - Cambios en el estado ecológico de los cursos fluviales
- 6.8 - Cambios en la eutrofización de las aguas marinas
- 6.9 - Cambios en la calidad de los acuíferos
- 6.10 - Evolución de los incendios forestales
- 6.11 - Cambios en las dimensiones y en la forma
- 6.12 – Cambios en el estado de conservación del patrimonio arquitectónico y arqueológico
- 6.13 - Cambios en el número de visitantes
- 6.14 - Cambios en la educación y la sensibilización
- 6.15 - Cambios en la percepción de la calidad del medio natural y del paisaje
- 6.16 - Investigación científica
- 6.17 - Actividad económica inducida
- 6.18 - Número de puestos de trabajo creados
- 6.19 - Cambios en las rentas familiares de la población local
- 6.20 - Cambios en la ocupación de la población local
- 6.21 - Cambios en el número de explotaciones agrarias
- 6.22 - Cambios demográficos en la población local

Este trabajo puede considerarse una buena referencia puesto que abarca prácticamente la totalidad de aspectos que deben tenerse en cuenta para diseñar un buen sistema de indicadores, aunque desgraciadamente no incorpora explícitamente los objetivos de conservación de la Red Natura 2000. Sin embargo, y como veremos a continuación, los indicadores que propone son un buen punto de partida para establecer una diagnosis inicial sobre las actividades humanas que operan en el espacio y sobre la adecuación de las variables de legislación, planificación, recursos (humanos y económicos), equipamientos, actividades y servicios. Sólo con este marco de conocimientos es posible definir indicadores de presión y de respuesta.

Dentro de los indicadores de contexto se incluye un subapartado de amenazas en que se definen indicadores de presión urbanística, presión de las infraestructuras e importancia de las amenazas.

El que se refiere a presión urbanística valora la existencia de zonas urbanas o urbanizables en los límites del espacio y establece una escala de cinco grados cualitativos de presión: muy alta, alta, media, baja o nula. La tendencia deseada es que dicha presión no experimente ningún incremento y que tienda a disminuir en aquellos casos en los que sea posible. El indicador de presión de infraestructuras también establece la misma escala de cinco grados y la misma tendencia deseada.

Con respecto a la importancia de las amenazas, se define un índice de cero a diez y se otorga un punto por cada respuesta afirmativa a 10 aspectos determinados como son aguas residuales urbanas, aguas fluviales con contaminación, focos emisores de origen industrial, procesos de degradación de suelos, etc.

Pero probablemente el que sintetice con mayor acierto las presiones y amenazas, es el de continuidad ecológica, por lo que se ha elegido como propuesta a incluir en el sistema de indicadores de RN2000, para nivel 2 y que se describe con más detalle en el apartado siguiente.

Otro indicador de presión muy interesante se refiere a los impactos negativos debidos actividades, el cual valora el grado de afección de los valores naturales del espacio a consecuencia de impactos negativos debidos actividades humanas, tanto si han sido autorizadas por el órgano sectorial responsable como si se trata de actividades ilegales. Se valora mediante una escala cualitativa de cinco grados y se basa en el porcentaje de la superficie del espacio que ha sido afectada. Este indicador puede asociarse bastante bien al objetivo genérico de mantener la integridad del lugar.

También en los indicadores de contexto se incluyen indicadores del marco social y económico como son la población, la ocupación por sectores, la superficie productiva y la capacidad de atracción de los visitantes.

El indicador de población pretende determinar la densidad de residentes permanentes en el espacio protegido y la relación entra la población de hecho y de derecho. En cuanto a la ocupación por sectores, se calcula el número de

personas que desarrollan una actividad productiva profesional en los diferentes sectores productivos: primario (agricultura, ganadería, pesca, etc.), secundario (industria) y terciario (restauración, educación, administración, etc.). El indicador de superficie productiva persigue conocer la superficie del espacio que es objeto de algún aprovechamiento productivo para el sector primario y valorar su presión en el medio natural.

En el grupo de indicadores de planificación y legislación destaca el que hace referencia al grado de coherencia del sistema de ENP, ya que valora si las diferentes figuras de protección existentes forman parte de una red específica. Y considera que una determinada figura de protección forma parte de una red coherente si: está específicamente definida en un documento normativo o de planificación de rango superior al del propio espacio; la categoría tiene validez normativa o existen criterios de selección de los espacios claramente definidos. Resaltar que no se indica explícitamente la figura de ZEC pero sí la de ZEPA.

También se incluyen un grupo de indicadores de recursos y equipamientos y otro de actividades y servicios.

Todo este conjunto de indicadores, como dijimos anteriormente, establece de forma muy completa una diagnosis de los diferentes elementos que conforman las actividades de un espacio protegido. Sin embargo, presenta dos problemas fundamentales, el primero que está desarrollado para evaluar una Red de espacios, aunque en ocasiones los indicadores se aplican o son aplicables a escala de un lugar; y el segundo que muchos de los indicadores son realmente descriptores según el concepto desarrollado en este trabajo (ver apartado 1.1).

El siguiente grupo o sistema de indicadores, específico de áreas protegidas, que se ha consultado, es el contenido en el I Informe de Situación de la Red de Parques Nacionales a 1 de enero de 2007.

El citado Informe se realizó en cumplimiento de la Ley 5/2007, que establece la emisión trienal de un informe de situación, dirigido al Senado, previo informe del Consejo de la Red.

El informe, va acompañado de un Anexo de situación de la Red de Parques Nacionales, un Anexo de situación para cada uno de los Parques Nacionales, un documento de propuesta de indicadores y objetivos para el periodo 2008-2010, y un resumen ejecutivo. El informe fue aprobado en Consejo de Ministro el 28 de marzo de 2008.

El establecimiento de mecanismos de seguimiento que permitan evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos de la Red y de las aportaciones necesarias de los Parques Nacionales a los mismos, es considerado esencial para saber si estos espacios mantienen las condiciones exigidas para su declaración, así como para asegurar que el reconocimiento del que goza la Red de Parques Nacionales no está en peligro por situaciones específicas que puedan afectar a alguno de los Parques en particular o a su funcionamiento como sistema.

Con esta idea se incluye un anexo al informe que se titula: “*Indicadores de estado y gestión de la Red de Parques Nacionales*”. En el se recogen, para la Red, una serie de variables o descriptores, aplicados al conjunto de la Red, y que se encuentran recogidas en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.2.2. Indicadores de estado y gestión de la Red de Parques Nacionales (OAPN, 2007)

1. CUESTIONES GENERALES

- 1.1. Superficie
- 1.2. Titularidad de los terrenos
- 1.3. Adquisiciones patrimoniales
- 1.4. Recursos económicos
- 1.5. Recursos humanos
- 1.6. Formación del personal
- 1.7. Instrumentos de planificación y gestión
- 1.8. Régimen sancionador
- 1.9. Responsabilidad patrimonial
- 1.10. Implantación de sistemas de calidad

2. CONSERVACIÓN

- 2.1. Sistemas naturales
- 2.2. Los hábitats de la Directiva 92/43/CEE
- 2.3. Los hábitats prioritarios de la Directiva 92/43/CEE
- 2.4. Riqueza biológica
- 2.5. Especies incluidas en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas presentes en la Red
- 2.6. Bosques: superficie forestal arbolada y estado de las masas forestales
- 2.7. Amenazas / impactos
- 2.8. Adecuación de la Red de Parques Nacionales a los requisitos establecidos en la Ley 5/2007 (Artículos 9 y 13)
- 2.9. Gestión de recursos culturales

3. USO PÚBLICO

- 3.1. Número de visitantes
- 3.2. Presión derivada del uso público
- 3.3. Infraestructuras y equipamientos de uso público
- 3.4. Servicios complementarios ofrecidos

4. SOCIOECONOMÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

- 4.1. Población de las áreas de influencia socioeconómica
- 4.2. Actividad económica en las áreas de influencia socioeconómica
- 4.3. Indicadores indirectos de nivel de renta de las áreas de influencia socioeconómica
- 4.4. Indicador indirecto del grado de vinculación y de implicación de la población en la vida social
- 4.5. Programa de Subvenciones de la Red de Parques Nacionales

5. INVESTIGACIÓN Y SEGUIMIENTO

- 5.1. Programas de seguimiento
- 5.2. Programa de Investigación del OAPN
- 5.3. Difusión de los resultados del Programa de Investigación del OAPN
- 5.4. Actividad del Comité Científico de la Red de Parques Nacionales

6. SENSIBILIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN SOCIAL

- 6.1. Programa de Voluntariado de la Red de Parques Nacionales
- 6.2. Convenios de formación con centros educativos
- 6.3. Programa de publicaciones del OAPN

7. PROYECCIÓN INTERNACIONAL

- 7.1. Cooperación internacional
- 7.2. Presencia del OAPN en foros internacionales
- 7.3. Reconocimiento internacional de la Red de Parques Nacionales

8. PERCEPCIÓN SOCIAL

- 8.1. Conocimiento de la existencia de la Red
- 8.2. Opinión sobre la finalidad de los Parques Nacionales

- 8.3. Valoración sobre la suficiencia de la Red
- 8.4. Opinión sobre la declaración de nuevos Parques Nacionales
- 8.5. Grado de satisfacción con los servicios e infraestructuras de los Parques
- 8.6. Valoración sobre líneas de actuación a desarrollar en la Red

9. PERCEPCIÓN Y VALORACIÓN POR LOS VISITANTES.

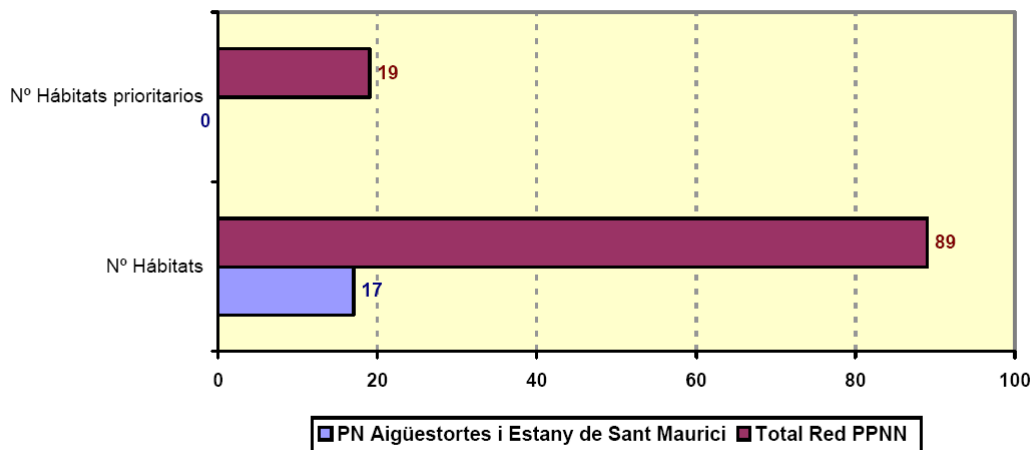
- 9.1. Valoración general del Parque
- 9.2. Valoración del estado de conservación
- 9.3. Valoración de los centros de interpretación
- 9.4. Valoración de los senderos y la señalización dentro del Parque
- 9.5. Valoración de la accesibilidad interior para discapacitados físicos
- 9.6. Valoración de la atención y el trato del personal del Parque

El informe incluye una selección de indicadores básicos para la Red de Parques Nacionales y sus correspondientes objetivos operativos a alcanzar en el año 2010, fecha en la que se deberá elaborar el próximo informe de situación de la Red de Parques Nacionales. En la figura siguiente se muestra una selección de los mismos:

INDICADORES RED DE PARQUES NACIONALES		2006	OBJETIVO (2010)	
15	Flora en peligro de extinción: Número de especies de flora en peligro de extinción en la Red de Parques Nacionales que cuentan con estrategia, plan específico elaborado por el Parque o iniciativas de conservación equivalentes	17	19	Que el 50% de las especies de flora en peligro de extinción en la Red de Parques Nacionales que todavía no cuentan con acciones específicas de conservación las desarrollen.
16	Especies exóticas de fauna: Número de especies de fauna exótica objeto de planes o acciones para su disminución significativa en la Red de Parques Nacionales	19	25	Alcanzar el número de al menos 25 especies de fauna exótica que son objeto de planes o acciones específicas para su disminución significativa en la Red de Parques Nacionales.
17	Especies exóticas de flora: Número de especies de flora exótica objeto de planes o acciones para su erradicación en la Red de Parques	32	50	Alcanzar el número de al menos 50 especies de flora exótica que son objeto de planes o acciones específicas para su erradicación en la Red de Parques Nacionales.
18	Actividad cinegética: Número de acuerdos voluntarios para la supresión de la actividad cinegética en la Red de Parques Nacionales	24	30	Alcanzar el número de 30 acuerdos voluntarios para la eliminación de la actividad cinegética en la Red de Parques Nacionales.
19	Otras actividades incompatibles: Número de planes puestos en marcha para la eliminación de otras actividades incompatibles en la Red (actividades hidroeléctricas, carreteras,...)	0	4	Realizar al menos 4 planes para supresión de actividades incompatibles en la Red.
20	Hábitats prioritarios: Número de hábitats prioritarios de la Directiva 92/43/CEE presentes en la Red de Parques Nacionales	19	22	Alcanzar el número de 22 hábitats prioritarios de la Directiva 92/43/CEE presentes en la Red de Parques Nacionales.
21	Bienes culturales: Número de Parques Nacionales que han completado el inventario de bienes culturales	11	TODOS	Que todos los Parques Nacionales completen el inventario de bienes culturales.
USO PÚBLICO CONCIENCIACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL				
22	Visitantes: Número de visitantes anuales a la Red de Parques Nacionales	11.000.000	11.000.000+/- 3%	Mantener en un rango de +/- 3% la afluencia de visitantes a la Red de Parques Nacionales alcanzada en el año 2006.
23	Centros de visitantes: Número de centros de visitantes en la Red de Parques Nacionales	19	23	Incrementar en un 10% los centros de visitantes en la Red de Parques Nacionales para suministrar la información y servicios básicos.

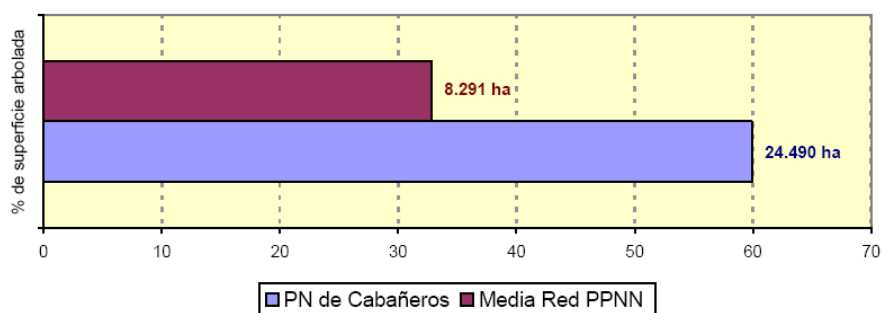
Por último y para cada Parque, se recogen los datos de las variables o descriptores del cuadro 3.2.2., comparándolos con los datos de la Red. En las siguientes figuras se muestran unos ejemplos:

4.2. Clasificación de Hábitats (Directiva 92/43/CEE)

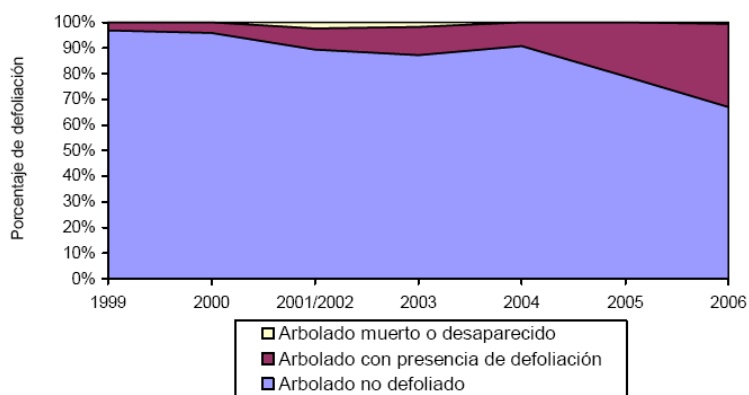


Fuente: Dato hallado a partir del Primer Inventario Nacional de Hábitats de la Directiva 92/43/CEE, escala 1:50.000, y correspondiente a los polígonos con presencia de hábitats prioritarios en los Parques Nacionales.

4.5. Bosques: cobertura y estado



Fuente: Mapa forestal de España 1:50.000.



Fuentes: Memorias anuales de revisión del estado fitosanitario de las masas forestales de los Parques Nacionales y centros del OAPN. Dirección General de Biodiversidad (1999, 2000), OAPN (2001-2006)

Como se puede observar, este trabajo no aporta ningún indicador que encaje dentro del esquema conceptual desarrollado en este trabajo. En todo caso alguno podría incluirse en el capítulo de descriptor, aunque en general son indicadores muy simples de medida directa de una variable, incluyendo como mucho una evolución temporal.

Los indicadores de evolución del estado de los espacios naturales protegidos del Estado español, se vienen recogiendo en los Anuarios que EUROPARC-España viene publicando sobre el estado de los espacios naturales protegidos. Al igual que en el caso anterior su aplicación se realiza para todo el conjunto de áreas protegidas españolas, pero en este caso los indicadores propuestos podrían tener mas encaje en el sistema de RN2000, aunque también en el apartado de descriptores.

En la tabla siguiente se recogen los indicadores incluidos en el anuario correspondiente al año 2007:

Cuadro 3. Indicadores del estado de los espacios naturales protegidos del Estado español.

Indicadores relativos a la implantación de los espacios naturales protegidos

- Superficie total protegida (hectáreas)
- Superficie terrestre protegida (hectáreas)
- Superficie terrestre protegida (%)
- Superficie marina protegida (hectáreas)
- Superficie de LIC declarada ZEC (hectáreas)
- Superficie LIC declarada ZEC (%)
- Número de espacios declarados con distintas figuras legales

Indicadores relativos al área de influencia socioeconómica

- Número de municipios incluidos en el área de influencia socioeconómica de parques
- Tasa de paro en los municipios rurales en parques (%)
- Tasa de envejecimiento en municipios rurales en parques (%)

Indicadores relativos al desarrollo de la planificación

- Superficie protegida que cuenta con PORN (hectáreas)
- Número de espacios naturales protegidos que cuentan con PORN
- Parques con plan de gestión normativamente aprobado (%)
- Reservas con plan de gestión normativamente aprobado (%)
- Superficie de parques con plan de gestión aprobado (%)
- Número de parques con plan de desarrollo socioeconómico aprobado
- Número de parques con plan de uso público aprobado

Indicadores relativos al uso público

- Parques que disponen de datos de visitas (%)
- Visitas a centros de visitantes respecto al total de visitas (%)
- Número de centros de visitantes en el conjunto de espacios naturales protegidos
- Número de centros de visitantes en parques
- Número de puntos de información en el conjunto de espacios naturales protegidos
- Número de puntos de información en parques
- Número de centros de documentación en el conjunto de espacios naturales protegidos
- Número de centros de documentación en parques

Indicadores relativos a los recursos humanos

- Parques nacionales y naturales que aportan información general sobre personal (%)
- Parques nacionales y naturales que aportan información sobre personal por áreas de gestión (%)
- Trabajadores por parque nacional y parque natural (personas/parque)
- Hectáreas por trabajador en parques nacionales y naturales
- Trabajadores por régimen laboral en parques nacionales y naturales
- Trabajadores por área de gestión en parques nacionales y naturales

Indicadores relativos a los recursos económicos

- Parques que aportan información sobre presupuesto total (%)
- Parques nacionales y naturales que aportan información sobre inversiones (Capítulo VI) (%)
- Inversión en parques nacionales y naturales (Capítulo VI) (€/ha)
- Parques nacionales y naturales que aportan información sobre subvenciones (Capítulo VII) (%)

Indicadores relativos a la gobernanza

- Parques nacionales y naturales con órganos colegiados constituidos (%)
- Órganos colegiados de parques nacionales y naturales que se reúnen dos o más veces al año (%)

Indicadores relativos al desarrollo de la gestión

- Parques nacionales y naturales que realizan memoria de gestión (%)
 - Parques naturales que publican la memoria de gestión (%)
 - Parques certificados con EMAS/ISO9001/ISO14001
 - Parques certificados con Q de calidad turística
 - Parques adheridos a CETS
-

Por último comentar el reciente trabajo de Ojeda et al. (2009) sobre la aplicación del enfoque FPEIR a la gestión de las áreas marinas protegidas que, aunque es de los escasos trabajos en los que se ha aplicado este enfoque a la gestión de las áreas protegidas, como en los casos anteriores está diseñado para ser aplicado en una red de áreas y no en los lugares de forma individual.

En este trabajo los autores utilizan el enfoque FPEIR como un marco conceptual para determinar los elementos que intervienen en la gestión de las áreas marinas protegidas. Este proceso ayuda a seleccionar un conjunto apropiado de indicadores que facilitan una aproximación ecosistémica, la evaluación de las funciones de las áreas marinas protegidas y la toma de decisiones.

A partir de estas premisas desarrolla una lista potencial de indicadores aplicables a este tipo de áreas. En el trabajo tan solo se recoge para cada indicador, el tipo (FPEIR), el sector al que está ligado (turismo o pesca), el indicador y una escueta definición.

Es interesante señalar que identifica como Fuerzas Motrices para las áreas marinas la pesca y el turismo, sin embargo para las áreas protegidas terrestres estas fuerzas motrices no serían de aplicación, salvo en el caso de zonas costeras. Esto nos lleva a pensar que probablemente sea necesario abrir una vía de reflexión y estudio sobre la necesidad de abordar el sistema de indicadores, con enfoque FPEIR a nivel 2, en función del marco territorial donde este inserto el lugar. Esto sobre todo es relevante para el caso de fuerzas motrices, presiones e impactos, ya que no es lo mismo un espacio

RN2000 situado en una zona de agricultura intensiva, que en una zona periurbana o que en una zona rural en regresión poblacional.

Para concluir, decir que en este nivel además del indicador seleccionado del sistema del ICHN de Cataluña, anteriormente señalado, se han desarrollado dos nuevos indicadores, denominados *Estado de la biodiversidad en ZEC (IEBZEC)* y *Representatividad ambiental de ZEC (IRZEC)*. Estos tres indicadores se describen con detalle en el apartado siguiente.

3.2.2. FICHAS DE INDICADORES

IDENTIFICACIÓN

Nombre:

Estado de la biodiversidad en ZEC (IEBZEC)

Definición

El indicador cuantifica las diferencias entre el número de hábitats presentes en una ZEC y el número de hábitats esperado para la variedad de ambientes topoclimáticos presentes en dicha ZEC.

Justificación

La diversidad del medio físico es uno de los factores que más influyen en la riqueza de especies (Trews et al., 2004). Al mismo tiempo, la diversidad del medio físico es difícil de cuantificar, por lo que normalmente se usa el tamaño del área de estudio como variable surrogada. Sin embargo, las diferencias estructurales entre distintos ambientes causan que la tasa de cambio de sus diversidades respectivas sea distinta. Ello dificulta las comparaciones, problema que es un objetivo de este indicador. Por esto, este indicador es relevante para evaluar la representatividad de la diversidad biológica de las ZEC en relación a sus ambientes físicos respectivos.

El indicador permite determinar aquellas Zonas de Especial Conservación (ZEC) que contribuyen de una manera especial a la coherencia de la Red Natura 2000, dado que identifica las ZEC que albergan un número de Hábitat de Interés Comunitario (HIC) superior al que cabría esperar en función de la heterogeneidad ambiental que posea. También detecta, recíprocamente, las ZEC que presentan una diversidad de hábitats inferior a lo normal. Cada ZEC es evaluada frente al conjunto de ZEC con una diversidad ambiental parecida que hay en la región biogeográfica a la que pertenece.

Este indicador está propuesto para evaluar los elementos de función diferencial y representatividad de la diversidad biológica que conforman el proceso de evaluación de la integridad en el nivel 2.

Nivel jerárquico: NIVEL 2 (ZEC)

Tipo de indicador:

Indicador de Estado (FPEIR)

Contexto

Uno de los objetivos principales de la RN2000 es conservar la biodiversidad, y desde este punto de vista se ha tendido a favorecer la designación de zonas con una elevada, o al menos singular, diversidad biológica. Sin embargo, es conocido y aceptado que la diversidad biológica que puede albergar un sitio es función de la diversidad de ambientes físicos que se encuentran en él. El problema es, por tanto, valorar ese potencial de diversidad biológica de cada ZEC, y la situación en que se encuentra respecto a él.

El indicador propuesto se basa en examinar la existencia de una relación predecible entre diversidad de ambientes topo-climáticos y diversidad de hábitats, usando los ZEC como unidades elementales de muestreo y estratificando según regiones biogeográficas.

El cálculo del EIBZEC es monitorizable, por lo que puede usarse también para estudiar su tendencia a lo largo del tiempo (ver Observaciones). La función global apunta al nivel 3, donde contribuye a valorar la variedad intrínseca de las regiones biogeográficas como elemento de coherencia ecológica de la RN2000. Su aplicación al nivel 2 sirve para detectar el estado estructural de conservación favorable de las ZEC.

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

El indicador se presenta en tres clases ordinales de diversidad de hábitats, asociadas a los cuartiles de la distribución de frecuencias de todas las ZEC comparables con la que se examina. El método está estratificado por regiones biogeográficas y usa las ZEC como unidades elementales de muestreo. Primero define clases de diversidad ambiental (DA), y dentro de cada una se definen clases de diversidad de hábitat (DH) que dan lugar a los valores ordinales que forman el indicador. Todas las clases usan los cuartiles de su distribución respectiva para definir sus intervalos.

El índice así calculado tiene una expresión ordinal, donde cada ZEC es asignada a una clase en función de su diversidad ambiental (DA) y diversidad de hábitat (DH). La posición que ocupa cada ZEC en la clasificación efectuada es relativa, ya que se obtiene de la ordenación del resto de ZEC.

El IEBZEC debe aplicarse sólo cuando se demuestre que existe una relación significativa entre las variables DA y DH en cada región biogeográfica.

Fuente de Datos

Este indicador se calcula a partir de la distribución observada de cada Hábitat de Interés Comunitario y de un mapa de regionalización del medio físico (topográfica, climática, etc.) calculada para la misma zona de estudio.

La distribución observada de los hábitat puede obtenerse a partir de la cartografía digital de los hábitat de la Directiva 92/43/CEE (Ministerio de Medio Ambiente, 2007). La información contenida en la base de datos de esta cartografía está distribuida en polígonos, dentro de los cuales se cita la presencia de uno o más HIC. La presencia de cada uno de ellos posee un valor indicativo de cobertura, pero su distribución espacial dentro de cada polígono es desconocida. En este caso, se asume todo el polígono como presencia observada para los hábitat citados dentro de él, independientemente de su valor de cobertura.

La regionalización puede proceder de cualquier clasificación razonable con tal de que cubra la totalidad del área de estudio y que tenga un grano o textura

suficientemente fino como para que cada ZEC contenga algunas clases. En el ejemplo usado aquí para demostrar la aplicación, se han empleado dos regionalizaciones, topográfica y climática respectivamente. Ambas fueron ajustadas mediante clasificaciones multivariantes de capas raster a 1 km de resolución que contenían variables elementales, como convexidad del perfil o área drenada en el caso de la topográfica, y como grados-día o precipitación de primavera en el caso de la climática. El área de estudio para el ejemplo es España peninsular.

Metodología

Se pretende encontrar una relación predecible entre la variedad de ambientes topográficos o climáticos de una región y el número de hábitat presentes en la zona, usando los ZEC como unidades elementales de muestreo y estratificando según regiones biogeográficas.

El conteo de los hábitat presentes en cada ZEC se obtiene mediante rutinas de cálculo programadas en un Sistema de Información Geográfica como ArcMap. Dicho conteo es realizado de forma separada distinguiendo dos tipos de hábitat según su respuesta a gradientes topo-climáticos. Así se distinguen hábitat zonales (responden a patrones topo-climáticos) y no zonales (no responden a patrones topo-climáticos). Los primeros suelen representar las grandes formaciones vegetales típicas del paisaje regional, y los segundos suelen estar asociados a formaciones excepcionales. Esta distinción es importante, ya que los resultados de la relación entre la variedad de ambientes topográficos o climáticos de una región, y el número de hábitat presentes, puede verse alterada al introducir tipos de hábitat que se sabe a priori que no responden a patrones topo-climáticos (hábitat no zonales).

Los hábitat no zonales son muy heterogéneos en sus requerimientos ambientales y por definición no responden a patrones topo-climáticos de grano grueso. Por otra parte, es conocido que la diversidad de hábitat y/o de especies en general depende del tamaño de la unidad de muestreo (MacArthur y Wilson, 1967). En el ejemplo presente se ha añadido el tamaño del ZEC como variable descriptora de la diversidad ambiental. De esta forma se puede examinar si existe una correlación significativa entre el tamaño del ZEC y el número de hábitat no zonales que alberga, ya que se presupone que estos no responderán a patrones topo-climáticos.

La distinción entre hábitat zonales y no zonales de los tipos de los Tipos de Hábitats Naturales de Interés Comunitario (Directiva 92/43/CEE. Anexo 1) se debe realizar mediante un criterio geobotánico (Tabla 1 del anejo).

De manera análoga, también se cuenta el *número de clases climáticas o topográficas* distintas existentes en las distintas ZEC, usando las regionalizaciones descritas anteriormente.

El indicador propuesto se calcula entonces en los siguientes pasos:

- 1.- Fijar la *variable descriptora de la diversidad ambiental* en cada caso. La posible dependencia de la diversidad de hábitat (DH) respecto de la diversidad ambiental (DA) puede estar controlada por la zonalidad de los hábitat y por el tipo de región biogeográfica en que se evalúa dicha relación. Por tanto, el

primer paso consiste en seleccionar el mejor predictor de DH de entre todos los descriptores disponibles de DA. Para ello es necesario explorar la existencia y fuerza de todas las asociaciones posibles entre ambas diversidades, seleccionando el mejor DA para cada combinación relevante (ver ejemplo de realización).

2.- Para cada región biogeográfica, y para cada tipo de hábitat (zonales o no zonales), representar gráficamente DH frente a la DA seleccionada, usando las ZEC como unidades elementales. Entonces, definir clases o intervalos de valores para DA usando los cuartiles de su distribución de frecuencias.

3.- Calcular los cuartiles de la distribución de frecuencias de DH dentro de cada intervalo de DA identificado en el paso anterior.

4.- El indicador final para cada ZEC corresponde a la posición de su valor particular de diversidad de hábitat (DHi) respecto a los cuartiles de DH en el intervalo de DA en que se encuentra:

CONDICIÓN	VALOR DEL INDICADOR
si $DHi \leq$ cuartil 1 (DH)	Pobre
si cuartil 1 (DH) < $DHi \leq$ cuartil 3 (DH)	Normal
si cuartil 3 (DH) < DHi	Rico

Ejemplo de realización usando una regionalización topográfica y otra climática para evaluar la diversidad de hábitats en ZEC de España peninsular

Paso 1: Los valores del número de ambientes topográficos, y del número de ambientes climáticos presentes en cada ZEC, junto con el tamaño del ZEC, se han comparado con el número de hábitat (zonales y no zonales) presentes en cada ZEC. Dicha comparación se ha realizado mediante el cálculo del estadístico *Rho* de Spearman, que no presupone una distribución normal de los datos.

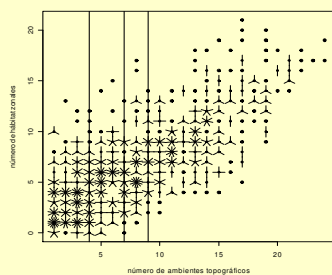
Los resultados indican que los hábitat zonales tienen su mayor correlación con el número de ambientes topográficos ($Rho=0.84$ y $P<10E-15$ para la región alpina; $Rho=0.78$ y $P<10E-15$ para la región atlántica; $Rho=0.73$ y $P<10E-15$ para la región mediterránea).

En el caso de los hábitat no zonales, los valores de *Rho* muestran una débil correlación cuando se usa el número de ambientes topográficos o climáticos. Sin embargo, el número de hábitat no zonales presentes en los ZEC, muestran su mayor correlación con el tamaño del mismo ($Rho=0.78$ y $P=4.2E-15$ para la región alpina; $Rho=0.43$ y $P=5.2E-15$ para la región atlántica; $Rho=0.40$ y $P<10E-15$ para la región mediterránea).

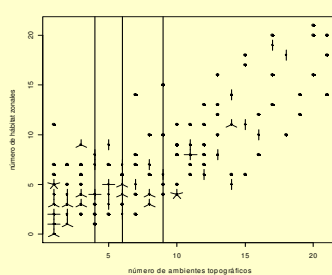
A tenor de los valores de *Rho* y *P* obtenidos, el número de hábitat zonales (DH) presentes en cada ZEC es evaluado en función del número de ambientes topográficos (DA) existentes en dichos ZEC. En el caso de los hábitat no zonales (DH), la capacidad del ZEC para albergar este tipo de hábitat es evaluada en función del tamaño del ZEC (DA).

Paso 2: Representación gráfica de la diversidad de hábitat (DH) frente a la diversidad ambiental (DA). También se muestran los cuartiles de la distribución de frecuencias de la DA. En el presente ejemplo, como ya se ha comentado en el punto anterior, la DA (abscisas) viene dada por el número de ambientes topográficos, y la DH (ordenadas) por el número de hábitat zonales.

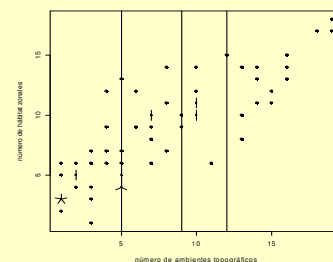
Región mediterránea



Región atlántica

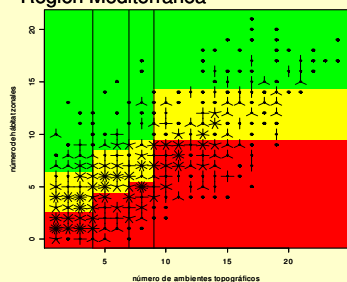


Región alpina

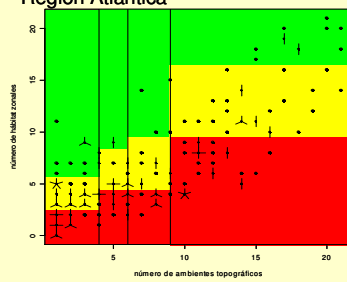


Pasos 3 y 4: Cálculo de los cuartiles de la variable DH en cada intervalo de DA y aplicación de la leyenda indicada para el cálculo final del indicador (ver tabla 2 del anejo).

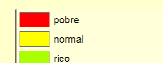
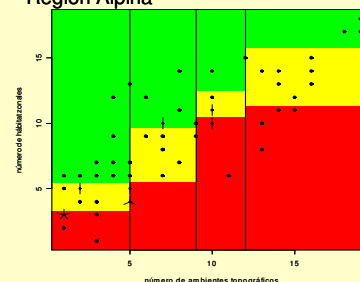
Región Mediterránea



Región Atlántica



Región Alpina



La expresión cartográfica del cálculo del indicador tal y como se describe en este ejemplo se puede ver en la Sección de Presentación.

Interpretación

Los ZEC clasificados como “normal”, albergan un número de hábitat situado alrededor de la mediana del número de hábitat que albergan el resto de ZEC de su región biogeográfica con similar heterogeneidad ambiental. De la misma forma, las ZEC clasificadas como “ricas” o “pobres”, albergan un número de hábitat muy superior o muy inferior respectivamente al lo que cabría esperar en función de su variabilidad ambiental.

El indicador debe ser interpretado teniendo en cuenta las características intrínsecas de cada ZEC. Es decir, un ZEC cuyo valor del indicador para hábitat zonales es “pobre”, no necesariamente debe ser interpretado como que tiene una baja diversidad, ya que puede tratarse un ZEC encargado de preservar principalmente hábitat no zonales (p.e. marismas, estuarios, saladares, etc.). En estos casos, debería tenerse en cuenta el valor del indicador con respecto a los hábitat no zonales. De forma análoga, para aquellos ZEC que albergan principalmente hábitat zonales (p.e. sierras de media o baja altitud) debería tenerse en cuenta el valor del indicador con respecto a los hábitat zonales.

Valores umbrales

El IEBZEC se expresa en una escala ordinal. Los valores que se utilizan para la clasificación de los ZEC no son absolutos, sino relativos, y dependen de la distribución de frecuencias de cada variable (DA y DH) en cada caso.

Los valores umbrales para la clasificación de los ZEC en grupos funcionales se realiza en base a la variable DA, y están asociados a el valor de sus cuartiles. De manera que:

- si $DA_i \leq \text{cuartil 1 (DA)}$ -> Grupo1
- si $\text{cuartil 2} < DA_i \leq \text{cuartil 3 (DA)}$ -> Grupo2
- si $\text{cuartil 3} < DA_i \leq \text{cuartil 4 (DA)}$ -> Grupo3
- si $DA_i > \text{cuartil 4 (DH)}$ -> Grupo4

Posteriormente, se aplica una nueva clasificación de los ZEC dentro de cada grupo formado. El indicador final para cada ZEC corresponde a la posición de su valor particular de diversidad de hábitat (DH_i) respecto a los cuartiles de DH en el intervalo de DA en que se encuentra

- si $DH_i \leq \text{cuartil 1 (DH)}$ -> Pobre
- si $\text{cuartil 1 (DH)} < DH_i \leq \text{cuartil 3 (DH)}$ -> Normal
- si $\text{cuartil 3 (DH)} < DH_i$ -> Rico

Periodicidad en la medición

El IEBZEC no tiene limitaciones intrínsecas respecto a la frecuencia de medición, y puede ser usado siempre que se considere que han tenido lugar cambios relevantes en la distribución de los Hábitat de Interés Comunitario (HIC) dentro de los ZEC. La limitación principal es la disponibilidad de datos de entrada, por lo que la recomendación básica es aplicar el índice para cada nueva versión cartográfica disponible de HIC.

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

- La estimación de diversidad de hábitats es corregida por la diversidad ambiental, por lo que el valor del indicador puede ser interpretado en términos de conservación
- Medición precisa de la diversidad biológica respecto a diversidad ambiental, facilitando comparaciones entre ZEC.
- Ayuda a evaluar el valor ecológico global de los ZEC, dado que permite una distinción entre los que aportan más o menos riqueza ecológica de la esperada.

- Procedimiento robusto que no impone condiciones estadísticas a los datos.
- Fácil de generalizar

Principales desventajas del indicador

- La distinción entre zonal y no zonal puede ser arbitraria si no hay un criterio geobotánico estricto.
- El número de clases topográficas o climáticas es arbitrario y depende de una decisión sobre el detalle de las regionalizaciones.
- El indicador es poco sensible a la destrucción parcial de hábitat, dado que solo altera su valor cuando se produce una desaparición total de un hábitat en un ZEC. Ello lo convierte en poco adecuado para seguimiento.

PRESENTACIÓN

Presentación

El IEBZEC como indicador de nivel 2 se muestra como un valor ordinal que representa la riqueza de hábitat. Por ello, se presta especialmente a su representación en un mapa vectorial que represente la clase asignada a cada ZEC. Conviene presentar dos mapas asociados a hábitat zonales y no zonales respectivamente.

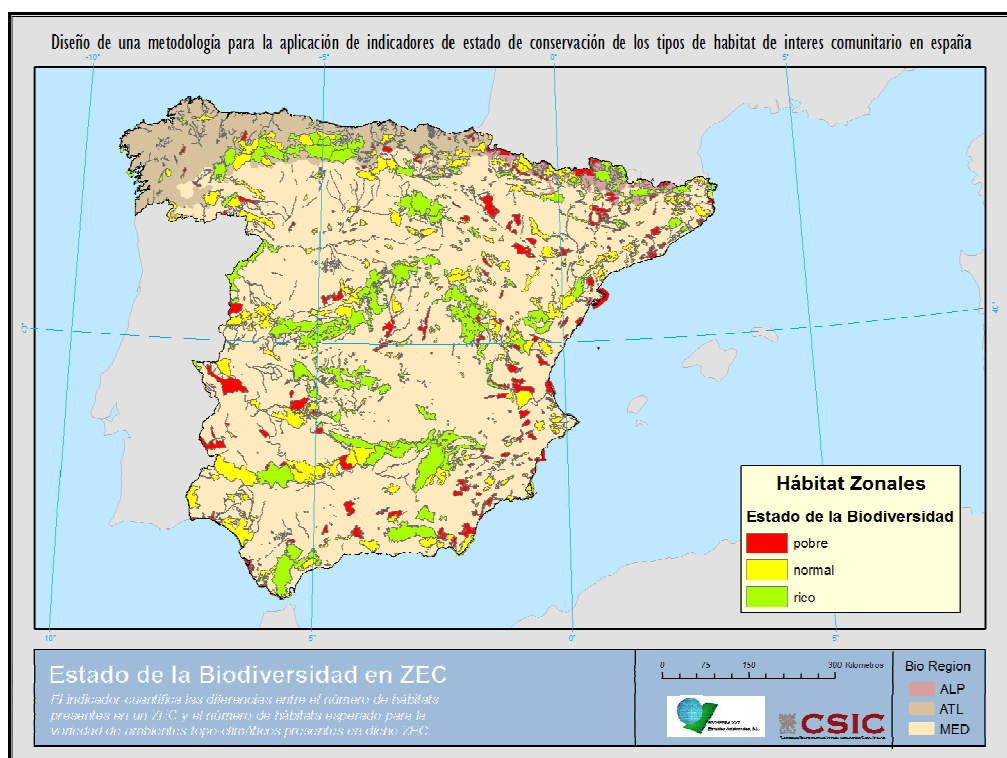


Figura 1a. Hábitats zonales.

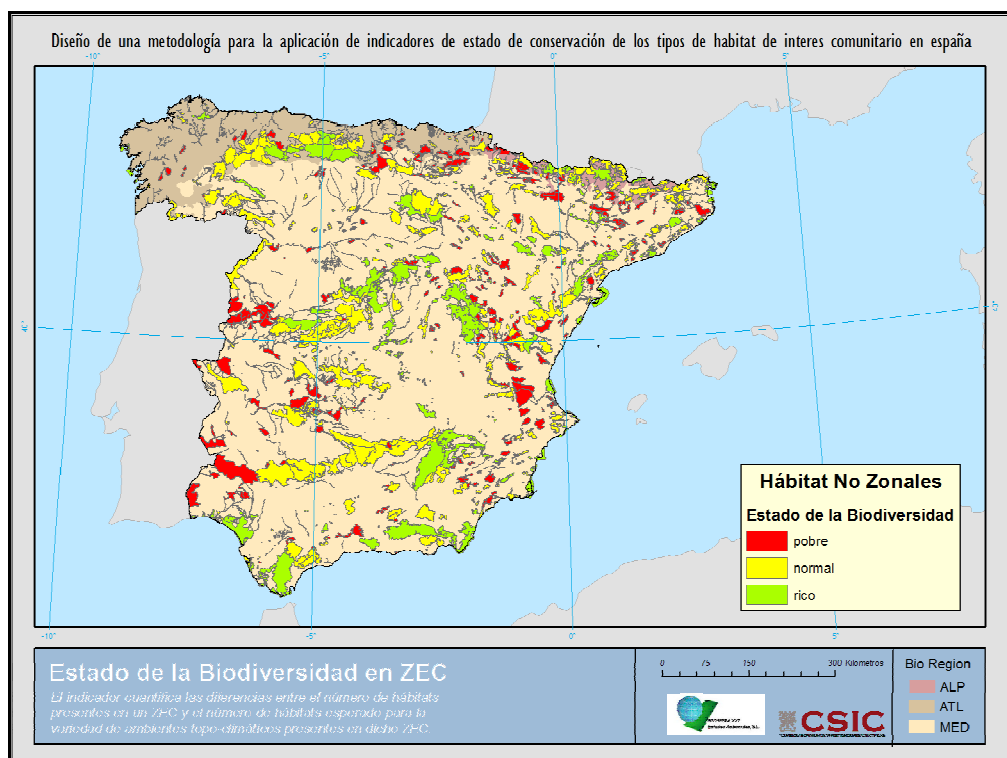


Figura 1b. Hábitats no zonales.

Figura 1. Cartografía de IEBZEC para hábitats zonales (1a) y no zonales (1b) de España peninsular. (ver detalles del cálculo en la Sección de Metodología). En el mapa correspondiente a los hábitat zonales, se observa que los ZEC "ricos" están distribuidos mayoritariamente por los grandes macizos montañosos de la Península, en cambio, los ZEC próximos a la costa mediterránea son relativamente "pobres" con respecto a este tipo. Inversamente, en el mapa correspondiente a los hábitat no zonales, se observa que los ZEC próximos a la costa mediterránea son "ricos" en hábitat no zonales. Por otra parte, también se observa que los ZEC situados en zonas de alta montaña suelen presentar alta riqueza de hábitat no zonales y una riqueza normal o baja de hábitat zonales. Sin embargo, los ZEC que albergan zonas de alta montaña y de media montaña conjuntamente (p.e. Sierra Nevada, Picos de Europa), suelen ser ricos con respecto a los hábitat zonales y también para los no zonales. La riqueza mencionada ya está corregida por la diversidad ambiental, por lo que estos resultados pueden ser interpretados directamente en términos de conservación

Referencias

MacArthur, R.H., and Wilson, E.O. (1967) The Theory of Island Biogeography. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press.

Ministerio De Medio Ambiente. 2007. Establecimiento de las bases ecológicas para la gestión de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio De Medio Ambiente.

Tews J, Brose U, Grimm V, Tielbörger K, Wichmann MC, Schwager M, Jeltsch F (2004) Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. J Biogeogr 31:79–92

ANEJOS

Zonales		No zonales
Grupo 4: Brezales y Matorrales de Zona templada		Grupo 1: Hábitat costeros y vegetación halófila
Grupo 5: Matorrales esclerófilos	5110: Formaciones estables xerotermófilas de <i>Buxus sempervirens</i> en pendientes rocosas calcáreas (<i>Berberidion</i> p.p) 5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp. 5220: Matorrales arborescentes de <i>Zyziphus</i> 5230: Matorrales arborescentes de <i>Laurus nobilis</i> 5320: Formaciones bajas de euphorbes próximas a los acantilados 5330: Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos	5410: Matorrales de tipo frigánico del mediterráneo occidental de cumbres de acantilados
Grupo 6: Formaciones herbosas naturales y semi-naturales	6140: Prados pirenaicos silíceos de <i>Festuca eskia</i> 6160 Prados ibéricos silíceos de <i>Festuca indigesta</i> 6170 Prados alpinos y subalpinos calcáreos 6210 prados secos seminaturales y facies de matorral sobre sustratos calcáreos (<i>Festuco Brometalia</i>) 6220 Zonas subestépicas de gramíneas y anuales (<i>Thero-Brachypodietea</i>) 6310 Dehesas perennifolias de <i>Quercus</i> spp. 6510 Prados pobres de siega de baja altitud (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	6110: Prados calcáreos cársticos o basófilos del <i>Alyso-Sedion albi</i> 6230: Formaciones herbosas con <i>Nardus</i> , con numerosas especies, sobre sustratos silíceos de zonas montañosas 6410: Prados con molinias sobre sustratos calcáreos, turbosos o arcillo-limónicos 6420: Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del <i>Molinion-Holoschoenion</i> 6430: Megafórbios eutróficos higrófilos de las orlas de llanura y de los pisos montano a alpino
Grupo 9: Bosques	9120 Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de <i>Ilex</i> y a veces de <i>Taxus</i> 9150 Hayedos calcícolas medioeuropeos del <i>Cephalanthero-Fagion</i> 91b0 Fresnedas temófilas de <i>Fraxinus angustifolia</i> 9230 Bosques de <i>Olea</i> y <i>Ceratonia</i> 9240 Robledales ibéricos de <i>Quercus faginea</i> y <i>Quercus canariensis</i> 9260 Bosques de <i>Castanea sativa</i> 9320 Bosques de <i>Olea</i> y <i>Ceratonia</i> 9330 Alcornocales de <i>Quercus suber</i> 9340 Encinares de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i> 9360 Laurisilvas macaronésicas (<i>Laurus</i> , <i>Ocotea</i>) 9380 Bosques de <i>Ilex aquifolium</i> 9430 Bosques montanos y subalpinos de <i>Pinus uncinata</i> 9530 Pinares (sud)mediterráneos de pinos negros endémicos 9540 Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos 9550 Pinares endémicos canarios 9560 Bosques endémicos de <i>Juniperus</i> spp	9180: bosques de laderas, desprendimientos o barrancos del <i>Tilio-Acerion</i> 91e0: bosques aluviales de <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Fraxinus excelsior</i> 92a0: Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i> 92d0: Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos 9370: Palmerales de <i>Phoenix</i> 9520: abetales de <i>Abies pinsapo</i> 9570: Bosques de <i>Tetraclinis articulata</i>
		Grupo 8: Hábitat rocosos y cuevas
		Grupo 7: Turberas altas, turberas bajas y aguas pantanosas
		Grupo 2: Dunas marítimas y continentales
		Grupo 3: Hábitat de agua dulce

Tabla 1: Distinción entre hábitat zonales y no zonales de los Tipos de Hábitats Naturales de Interés Comunitario (Directiva 92/43/CEE. Anexo 1).

	HÁBITAT ZONALES		HÁBITAT NO ZONALES	
	Formación de grupos	Valor del indicador	Formación de grupos	Valor del indicador
Región alpina	GRUPO 1 si número de ambientes topográficos < 5	pobre si número de hábitat zonales ≤ 3	GRUPO 1 si área del ZEC < 5 Km ²	pobre si número de hábitat zonales ≤ 1
		normal Si 3 < número de hábitat zonales ≤ 5		
		rico si número de hábitat zonales > 5		rico si número de hábitat zonales > 1
	GRUPO 2 si 5 < número de ambientes topográficos ≤ 9	pobre si número de hábitat zonales ≤ 5	GRUPO 2 Si 5 Km ² < área del ZEC < 28 Km ²	pobre si número de hábitat zonales ≤ 1
normal Si 5 < número de hábitat zonales ≤ 9		normal Si 1 < número de hábitat zonales ≤ 3		
rico si número de hábitat zonales > 9		rico si número de hábitat zonales > 3		
GRUPO 3 si 9 < número de ambientes topográficos ≤ 12	pobre si número de hábitat zonales ≤ 10	GRUPO 3 Si 28 Km ² < área del ZEC < 104 Km ²	pobre si número de hábitat zonales ≤ 3	
	normal Si 10 < número de hábitat zonales ≤ 12		normal Si 3 < número de hábitat zonales ≤ 5	
	rico si número de hábitat zonales > 12		rico si número de hábitat zonales > 5	
GRUPO 4 si número de ambientes topográficos > 12	pobre si número de hábitat zonales ≤ 11	GRUPO 4 Si área del ZEC > 104 Km ²	pobre si número de hábitat zonales ≤ 4	
	normal Si 11 < número de hábitat zonales ≤ 15		normal Si 4 < número de hábitat zonales ≤ 7	
	rico si número de hábitat zonales > 15		rico si número de hábitat zonales > 7	

Tabla 2a: valores utilizados para el cálculo del indicador en la región alpina

	HÁBITAT ZONALES		HÁBITAT NO ZONALES	
	Formación de grupos	Valor del indicador	Formación de grupos	Valor del indicador
Región atlántica	GRUPO 1 si número de ambientes topográficos < 4	pobre si número de hábitat zonales ≤ 2	GRUPO 1 si área del ZEC < 4 Km ²	
		normal Si 2 < número de hábitat zonales ≤ 5		normal Si 0 < número de hábitat zonales ≤ 3
		rico si número de hábitat zonales > 5		rico si número de hábitat zonales > 3
	GRUPO 2 si 4 < número de ambientes topográficos ≤ 6	pobre si número de hábitat zonales ≤ 4	GRUPO 2 Si 4 Km ² < área del ZEC < 19 Km ²	
normal Si 4 < número de hábitat zonales ≤ 7		normal Si 0 < número de hábitat zonales ≤ 6		
rico si número de hábitat zonales > 7		rico si número de hábitat zonales > 6		
GRUPO 3 si 6 < número de ambientes topográficos ≤ 9	pobre si número de hábitat zonales ≤ 4	GRUPO 3 Si 19 Km ² < área del ZEC < 78 Km ²	pobre si número de hábitat zonales ≤ 1	
	normal Si 4 < número de hábitat zonales ≤ 9		Pobre Si 1 < número de hábitat zonales ≤ 5	
	rico si número de hábitat zonales > 9		rico si número de hábitat zonales > 5	
GRUPO 4 si número de ambientes topográficos > 9	pobre si número de hábitat zonales ≤ 9	GRUPO 4 Si área del ZEC > 78 Km ²	pobre si número de hábitat zonales ≤ 3	
	normal Si 9 < número de hábitat zonales ≤ 16		normal Si 3 < número de hábitat zonales ≤ 7	
	rico si número de hábitat zonales > 16		rico si número de hábitat zonales > 7	

Tabla 2b: valores utilizados para el cálculo del indicador en la región atlántica

	HÁBITAT ZONALES		HÁBITAT NO ZONALES	
	Formación de grupos	Valor del indicador	Formación de grupos	Valor del indicador
Región mediterránea	GRUPO 1 si número de ambientes topográficos < 4	pobre si número de hábitat zonales ≤ 2	GRUPO 1 si área del ZEC < 8 Km ²	pobre
		normal Si 2 < número de hábitat zonales ≤ 6		normal Si 1 < número de hábitat zonales ≤ 3
		rico si número de hábitat zonales > 6		rico si número de hábitat zonales > 3
	GRUPO 2 si 4 < número de ambientes topográficos ≤ 7	pobre si número de hábitat zonales ≤ 4	GRUPO 2 Si 8 Km ² < área del ZEC < 30 Km ²	pobre Si 0 < número de hábitat zonales ≤ 1
		normal Si 4 < número de hábitat zonales ≤ 7		normal Si 1 < número de hábitat zonales ≤ 4
		rico si número de hábitat zonales > 7		rico si número de hábitat zonales > 4
	GRUPO 3 si 7 < número de ambientes topográficos ≤ 9	Muy pobre si número de hábitat zonales ≤ 5	GRUPO 3 Si 30 Km ² < área del ZEC < 116 Km ²	pobre si número de hábitat zonales ≤ 2
		normal Si 5 < número de hábitat zonales ≤ 9		normal Si 2 < número de hábitat zonales ≤ 4
rico si número de hábitat zonales > 9		rico si número de hábitat zonales > 4		
GRUPO 4 si número de ambientes topográficos > 9	pobre si número de hábitat zonales ≤ 9	GRUPO 4 Si área del ZEC > 116 Km ²	pobre si número de hábitat zonales ≤ 2	
	normal Si 9 < número de hábitat zonales ≤ 14		normal Si 2 < número de hábitat zonales ≤ 6	
	rico si número de hábitat zonales > 14		rico si número de hábitat zonales > 6	

Tabla 2c: valores utilizados para el cálculo del indicador en la región mediterránea

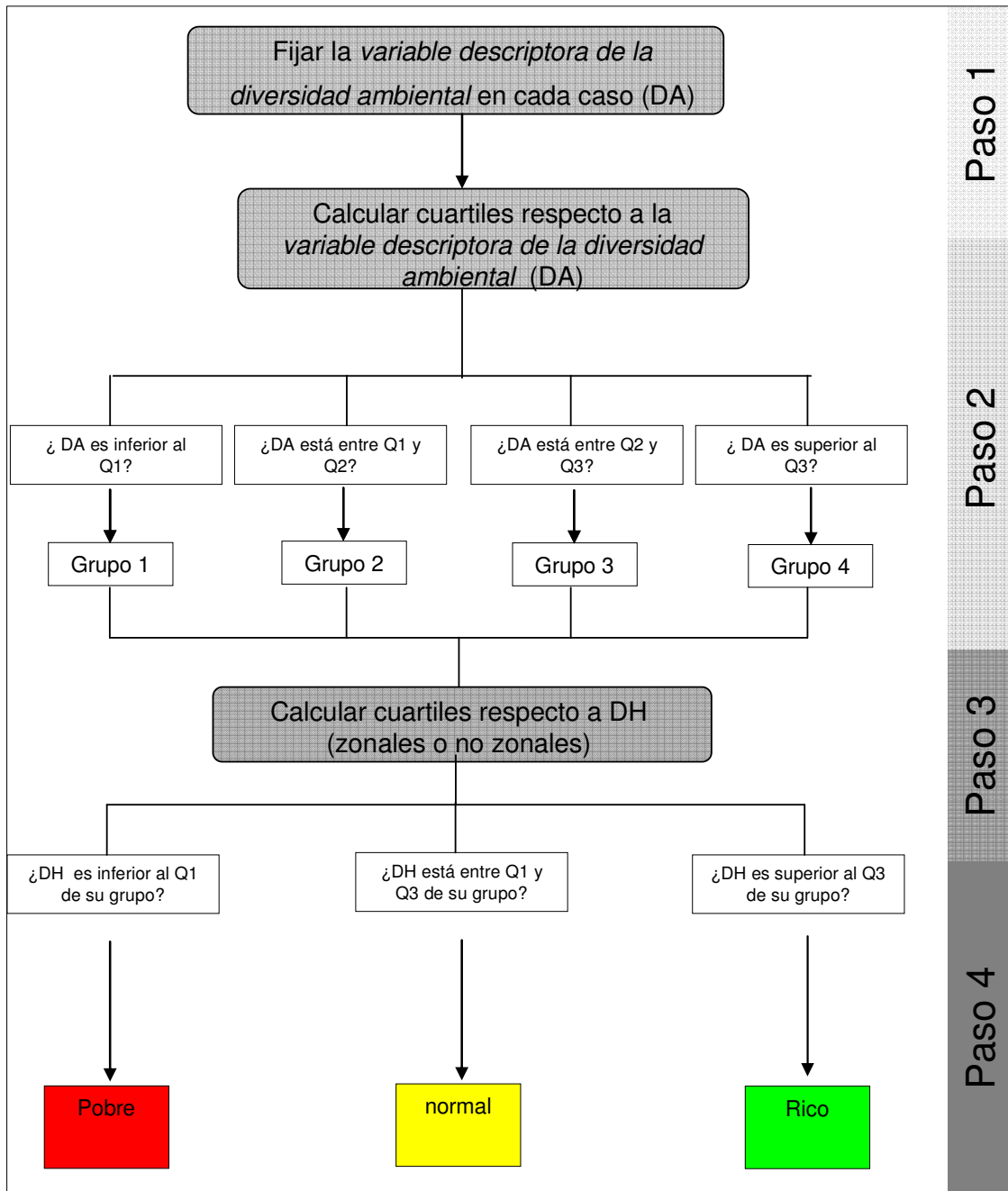


Figura 1: Diagrama de flujos para el cálculo del indicador

IDENTIFICACIÓN

Nombre:

Representatividad ambiental de ZEC (IRZEC)

Definición

El IRZEC examina la semejanza entre la configuración ambiental de las áreas protegidas de la Red Natura 2000 (ZEC) y la clase ecoregional donde se encuentran. La versión presentada aquí se refiere al ambiente climático.

De esta forma se puede valorar el grado en el que las áreas protegidas albergan una muestra representativa de la variabilidad climática de la zona donde se encuentran.

Justificación

El IRZEC se propone como indicador para el elemento de función diferencial en el proceso de evaluación de la integridad de los espacios de la RN2000, siguiendo el esquema del Sistema Red Natura 2000. Se evalúa para todas las localizaciones (celdas) del territorio, de forma que la integración de los valores locales permite una evaluación a nivel de ZEC (nivel 2) y de Red (nivel 3).

Las ZEC más representativas desde el punto de vista climático serán aquellas cuya configuración climática sea más similar al conjunto de valores climáticos característicos de su clase de regionalización. Del mismo modo, mediante este indicador se pueden detectar aquellas ZEC cuyas condiciones climáticas sean muy distintas a las de su clase, pudiendo constituir un enclave a tener en cuenta por su excepcionalidad. De esta forma se contribuye a caracterizar el elemento de función diferencial de cada ZEC.

Nivel jerárquico: NIVEL 2 (ZEC) y NIVEL 3 (Red)

Tipo de indicador:

Indicador de Estado (FPEIR)

Contexto

El conjunto de las ZEC comprendido en la RN2000 pretende recoger una muestra representativa de hábitats e, implícitamente, de las configuraciones topo-climáticas existentes en España. Dichas configuraciones han sido reflejadas en diversas clasificaciones, como las ecorregiones basadas en la identificación de ambientes terrestres (TRAGSA, MARM, 2008), u otras regionalizaciones temáticas equivalentes. Todas ellas son útiles para estratificar medidas de gestión adaptadas a los diversos ambientes que están presentes en la RN2000.

Se propone un indicador que cuantifica el grado de asociación entre la configuración climática de cada ZEC y la clase de regionalización en que se encuentra. Para ello se usan procedimientos estadísticos, que relacionen la

distribución de valores climáticos dentro de cada ZEC con la clase a la que ésta ha sido asignada.

El IRZEC es un indicador de estado, pero puede usarse para estudiar su tendencia si se ejecuta una nueva regionalización usando variables que reflejen nuevos escenarios, especialmente climáticos. En el nivel 2, el IRZEC contribuye a detectar las ZEC que se pueden considerar estereotipos de su clase ambiental, mientras que en el nivel 3, permite valorar la representatividad de la RN2000 respecto al total del territorio.

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

La metodología está basada en el cálculo del índice de similaridad de Gower. El índice mide el parecido entre dos vectores X_1 y X_2 , asociados respectivamente a las condiciones encontradas en una celda y a la clase de regionalización correspondiente a la misma celda. Ambos vectores contienen valores para M variables climáticas: en el caso de X_1 son locales, y en el de X_2 son centroides (medianas de las variables) de la clase correspondiente.

El índice de similaridad de Gower se define como:

$$S(X_1, X_2) = \frac{\sum_{j=1}^m (1 - \lfloor x_{1j} - x_{2j} \rfloor / R_j)}{M}$$

donde m es el número de variables usadas en la comparación, x_{1j} y x_{2j} son los valores de la variable j , R es el rango de la variable j en todo el universo muestral y M es el número de variables sin datos perdidos.

El índice de similaridad de Gower produce resultados que oscilan entre 0 y 1, que se refieren al valor mínimo y máximo de similaridad respectivamente. Su escala es lineal y los resultados pueden interpretarse proporcionalmente a las diferencias entre vectores.

Fuente de Datos

- Territorio protegido: Capa SIG delineando las ZEC de la Red Natura 2000.
- Regiones ambientales: Capa SIG delineando zonas de homogeneidad ambiental a grandes rasgos dentro del dominio de aplicación (p.e. ecorregiones). Este mapa debe ser una clasificación y no una partición, las cuales son diferentes porque en la primera se admiten manchas disjuntas pertenecientes a la misma clase.
- Mapas de los atributos implicados en el cálculo de la similaridad entre las ZEC y las clases de regionalización.

Metodología

En el cálculo del IRZEC, las condiciones ambientales de cada celda son comparadas con el área de condiciones ambientales homogéneas que lo rodea. Por lo tanto el primer paso debe consistir en el cálculo o selección de mapas de zonas de homogeneidad ambiental (p.e. ecorregionalizaciones) y de un conjunto de variables mediante el cual se va a relajar el análisis comparativo. Para cada zona de homogeneidad ambiental se calcula un vector centroide (X_2) que contenga los valores de la mediana de cada variable. Entonces, se calcula el índice de similaridad de Gower entre los valores de cada celda (X_1) y el vector centroide mencionado.

Las variables pueden obtenerse de mapas ambientales temáticos, como por ejemplo mapas de interpolaciones climáticas, a partir de los cuales pueden calcularse a su vez nuevas variables derivadas (p.e. precipitación media anual, temperatura mínima del mes más frío, precipitación media de verano, etc.). La única condición es que se use el mismo conjunto de variables para describir las condiciones locales y los centroides de clase. El caso idóneo se da cuando dichas variables han sido usadas también para construir la regionalización. Pero el método es flexible y admite cualquier otra posibilidad dentro de los límites impuestos por el sentido común.

El cálculo del índice de Gower para cada celda forma un mapa continuo del territorio, del que se pueden extraer valores medios de similaridad según la definición espacial hecha por las ZEC individuales (nivel 2), o por el total de la RN 2000 (nivel 3).

El procedimiento descrito sirve para valorar la representatividad de cada ZEC en un mismo escenario. El proceso puede ejecutarse utilizando un conjunto de escenarios climáticos (p.e. IPCC-SRES). De esta forma, se puede estudiar cómo cambiaría la representatividad de cada ZEC bajo distintas hipótesis de cambio climático.

Interpretación

El IRZEC expresa valores de similaridad. Un valor de 1 corresponde a similaridad total entre dos vectores idénticos y viceversa. Las ZEC que presentan valores altos de similaridad poseen una configuración ambiental similar a su clase, y por tanto se pueden considerar representativas de su ecorregión.

Por otra parte, valores muy bajos de similaridad pueden estar detectando la excepcionalidad de las condiciones climáticas o ambientales de una ZEC con respecto a la zona donde se encuentra. Un ejemplo de esto podría ser la detección de zonas con microclimas muy lluviosos situados en enclaves de ambiente mediterráneo (Sierra de Grazalema), o lugares con una pluviometría excepcionalmente baja (Cabo de Gata).

Valores umbrales

Cualquier valor umbral debe tener una procedencia empírica. A falta de ello, es útil examinar la distribución de frecuencias de los valores del índice hallados

para un escenario dado, y fijar valores umbrales asociados a cuantiles para decidir los puntos de corte. Un ejemplo de esto podría ser dividir la distribución de frecuencias en tres cuantiles, de manera que las ZEC situados entre 0 y el primer cuantil se consideran poco representativas o atípicas, algo representativas las ZEC situadas entre los cuantiles 1 y 2, y muy representativas las situadas por encima del cuantil 2.

Periodicidad en la medición

El IRZEC no tiene limitaciones respecto a la frecuencia de medición, y puede ser usado siempre que se considere que han tenido lugar cambios relevantes en cualquiera de las variables usadas en el análisis comparativo.

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

- Proporciona información de alta relevancia ecológica que ayuda a evaluar el valor ecológico global de los ZEC ya que permite una clasificación sistemática de éstos como representativos, o atípicos.
- Está orientado a valorar la diversidad ambiental como control para la diversidad biológica.
- Está basado en una metodología estadística robusta y fácilmente automatizable.
- Permite evaluar con bajo coste grandes extensiones de terreno.
- Por la forma de cálculo, el IRZEC puede utilizarse para el estudio de su comportamiento en distintos escenarios de cambio climático.

Principales desventajas del indicador

- El indicador carece de valores umbrales absolutos, por lo que la búsqueda de éstos debe hacerse de forma empírica o mediante aproximaciones estadísticas
- Los resultados del indicador van a depender de la calidad de los datos de entrada. La calidad de la ecorregionalización en la búsqueda de las zonas de homogeneidad ambiental y los mapas de variables ambientales utilizados van a condicionar la fiabilidad de los resultados.

PRESENTACIÓN

Presentación

El IRZEC se calcula mediante operaciones algebraicas referidas a cada celda del territorio, obteniéndose un mapa raster continuo. La forma más adecuada de representarlo es promediando los valores de las celdas que se encuentran en cada ZEC (nivel 2) o de la RN 2000 en su conjunto (nivel 3).

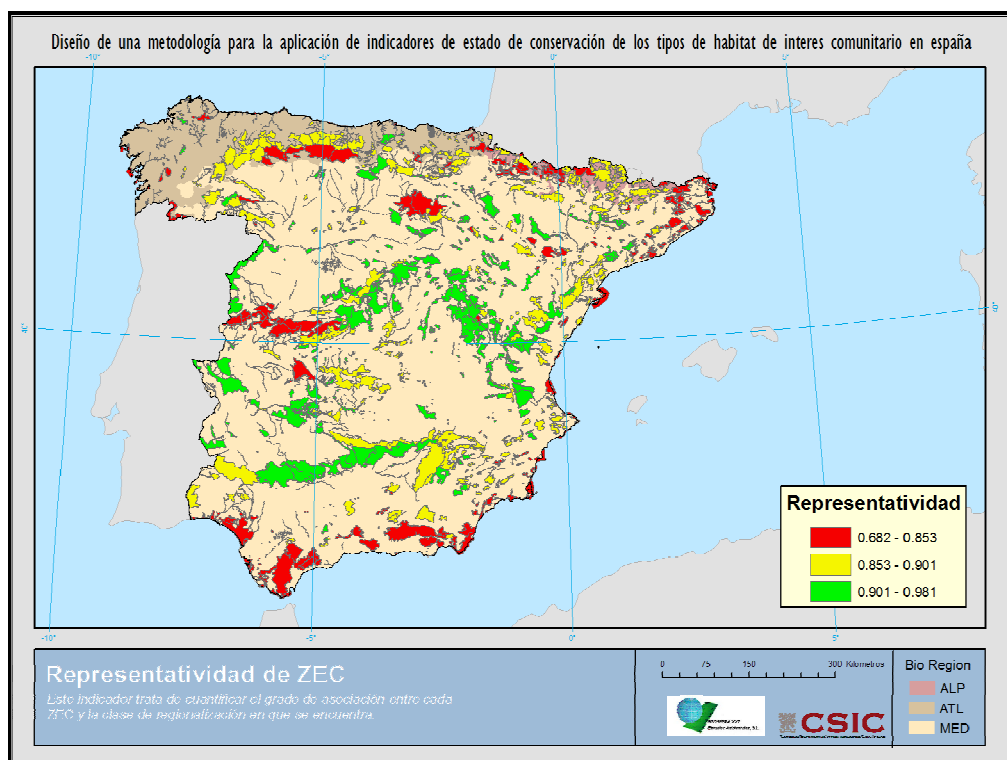


Figura 1: Aplicación del IRZEC a España peninsular calculado para nivel 2 (ZEC). Se ha empleado un mapa de ecorregionalización construido por la EEZA mediante taxonomía numérica, que define 9 clases climáticas para todo el territorio. Como variables descriptoras se han utilizado la precipitación media anual, las precipitaciones y temperaturas media de verano, primavera, otoño e invierno, la temperatura mínima media del mes más frío, la temperatura media máxima del mes más cálido y la temperatura media anual. Todas las variables han sido interpoladas usando ANUSPLIN (Hutchinson 1995) a la resolución de 1 Km. Los valores mínimos y máximos de IRZEC obtenidos han sido de 0.682 y 0.981 respectivamente. Para la representación cartográfica, se ha dividido la distribución de frecuencias de los valores obtenidos en tres intervalos asociados a cuantiles. Se observa que Los ZEC situados en sistemas montañosos suelen ser muy representativos de la zona climática donde se encuentran (p.e. Sierra Morena y Sistema Central). Esto no ocurre para los ZEC que albergan zonas de alta montaña, donde las condiciones climáticas excepcionales hacen que la correspondencia entre su configuración climática y la de su clase climática sea relativamente baja (p.e. Sierra Nevada). Lo mismo ocurre en los ZEC situados en zonas de microclimas con una alta pluviometría (Grazalema), o muy baja (p.e. Cabo de Gata y el Desierto de Tabernas).

Referencias

- Gower, J. C. 1971. A General Coefficient of Similarity and Some of Its Properties. *Biometrics*, 27 (4), 857-871.
- Hutchinson, M. F. (1995). Interpolating Mean Rainfall Using Thin-Plate Smoothing Splines. *International Journal of Geographical Information Systems*, 9, 385-403.

IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador: Continuidad ecológica

Definición del Indicador

El indicador evalúa la continuidad física de las principales coberturas o usos del suelo, dentro y fuera del espacio protegido Red Natura 2000.

Justificación del Indicador

Este indicador se propone para dar respuesta al elemento grado de aislamiento en el proceso identificación de presiones y amenazas. Además, cuanto más conectado este el lugar con su entorno, más fácil es que sus ecosistemas funcionen correctamente, por lo que estaría también relacionado este indicador con los procesos de integridad del lugar.

El análisis de aislamiento trata de medir, entre otros factores, la presión que el espacio protegido Red Natura 2000 está soportando, por estar inmerso en una matriz territorial determinada, ajena a los usos de conservación característicos de la Red Natura.

Nivel jerárquico: Nivel 2

Tipo de indicador

Indicador de PRESION (FPEIR)

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

El procedimiento consiste en elaborar un mapa de usos o coberturas del suelo del perímetro del espacio protegido RN2000, tanto dentro como fuera del mismo.

Dentro del mismo tan solo es necesario cartografiar los usos colindantes con el perímetro, asignándoles la categoría de hábitat de la Directiva o hábitat de especies de la Directiva, otros hábitat naturales o seminaturales, superficies agrícolas y superficies selladas o antropizadas (urbanizaciones, infraestructuras, etc.).

En el exterior del lugar, además de lo anteriormente mencionado, deberá analizarse la existencia de infraestructuras difíciles de franquear (autopistas, trenes de velocidad alta, etc.) o zonas urbanizadas, en un radio de 5 kilómetros.

Con esta cartografía se calculará el porcentaje del perímetro, que dentro y fuera del lugar, presenten tipos de usos del suelo no coincidentes

Fuente de datos

Es necesario realizar una cartografía específica para cada espacio protegido RN2000, si no se dispone de una cartografía de usos del suelo y de hábitat de una resolución equivalente al menos de 1:20 000. Tan solo para espacios con un perímetro muy grande, es aconsejable utilizar el Corine Land Cover (CLC).

Interpretación y Propuesta de valores umbrales

Se considera que la no coincidencia entre tipos de usos del suelo, dentro y fuera del espacio protegido RN2000, es un indicador adecuado de la presión que está soportando el lugar, ya que esto produce tensiones en los límites del lugar Natura 2000. Además supone una merma en la conectividad y por lo tanto en la integridad del lugar.

Se proponen en el trabajo de referencia, los siguientes valores umbrales:

- *Muy Alta*, cuando en más del 80% del perímetro del espacio protegido RN2000 coinciden los tipos de usos del suelo y no existen infraestructuras difíciles de franquear (autopista, tren de velocidad alta, etc.) o zona urbanizada en un radio de 5 kilómetros, y el 20% restante no está limitado por una infraestructura difícilmente franqueable o una zona urbanizada
- *Alta*, cuando los porcentajes son iguales a los anteriores, pero el radio es de un kilómetro.
- *Media*, cuando coinciden entre un 40 y un 80% del perímetro, los tipos de usos del suelo y no existen infraestructuras difíciles de franquear (autopista, tren de velocidad alta, etc.) o zona urbanizada en un radio de 1 kilómetro, y en el porcentaje restante no está limitado por una infraestructura difícilmente franqueable o una zona urbanizada
- *Nula*, cuando coinciden menos de un 5% del perímetro, los tipos de usos del suelo o cuando en un radio inferior a 1 kilómetro existen infraestructuras de difícil franqueo o zonas urbanizadas en más del 80% de su perímetro.

Periodicidad en la medición

La periodicidad de la medición se establecerá en función del dinamismo de la zona donde este enclavado el espacio protegido RN2000. En zonas muy dinámicas (zonas periurbanas, zonas costeras, etc.) es aconsejable una periodicidad anual, y como máximo bianual.

Metadatos

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

Resulta fácilmente medible y comparable en diferentes regiones/países.

3.3. Nivel 3: Red Natura 2000

3.3.1. ESBOZO DEL DISEÑO FPEIR

En el apartado 2.2 se han comentado brevemente los procesos y elementos que caracterizan el nivel 3, cuyo objetivo de conservación es el “mantenimiento de la coherencia de la red”. La evaluación de la coherencia implica al menos tomar en consideración los siguientes elementos: la suficiente representación de HIC y EIC, la evaluación conjunta de todos los hábitats y especies, la evaluación conjunta del grado de integridad individual, la representación de las Zonas de Alta Conectividad (ZAC) y la representatividad de la diversidad biológica. En lo que concierne a las fuerzas motrices que ocasionan pérdida de biodiversidad, es necesario considerar los elementos primarios que caracterizan el metabolismo de nuestro sistema de desarrollo y que son básicamente la extracción de materiales y la producción de energía. Para revertir los efectos del sistema de desarrollo sobre la biodiversidad se requiere aplicar medidas de política medioambiental y de conservación de los recursos naturales. Pero, sobre todo, parece necesario promover una coevolución entre el sistema económico y el sistema ecológico, restableciendo los circuitos de información social sobre los costes sociales y ambientales de nuestro actual metabolismo⁷⁵.

Para analizar hasta qué punto estos tres procesos están suficientemente tratados en los sistemas de indicadores ambientales o de desarrollo sostenible, se han consultado algunos sistemas actuales representativos de tres escalas territoriales: la comunitaria, la nacional (España) y la regional. No se ha considerado la escala local o municipal puesto que la problemática ambiental en este ámbito no tiene relación directa con la escala nacional, aunque la integración de datos municipales sí puede nutrir estadísticas nacionales⁷⁶. En el ámbito comunitario se ha tomado en consideración el conjunto de indicadores SEBI 2010 (Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators) y el conjunto principal de indicadores de la AEMA (EEA Core Set of Indicators). A escala nacional se ha consultado el Banco Público de Indicadores del MARM (http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/indicadores_ambientales/banco_publico_ia/) y los indicadores de sostenibilidad utilizados por el Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE). En el ámbito regional se han consultado los Indicadores de Cabecera del País Vasco (http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-3352/es/contenidos/informacion/indicadores_cabecera/es_10172/).

⁷⁵ Naredo, J.M. 2006. Raíces económicas del deterioro ecológico y social. Siglo XXI. Madrid.

⁷⁶ Existe un trabajo relevante sobre los indicadores locales de sostenibilidad utilizados por los municipios españoles firmantes de la carta de Aalborg. En este informe se han analizado 1.273 indicadores y se ha propuesto una selección de 50. Los indicadores del área de medio ambiente son los más abundantes y los Los grandes temas de la sostenibilidad municipal son *reciclaje de residuos, consumo de agua, producción de residuos, consumo energético y depuración del agua*. Fuente: Agustín Hernández Aja. 2004. Ministerio de Fomento.

Los elementos que caracterizan la evaluación de la coherencia global o ecológica son ciertamente muy específicos del Sistema Red Natura 2000, por lo que no hay indicadores que evalúen los elementos considerados, especialmente los que se refieren a la evaluación conjunta del grado de integridad individual de los espacios Red Natura 2000, la representación de las Zonas de Alta Conectividad y la representatividad de la diversidad biológica. No obstante, hay descriptores propuestos a escala europea sobre la suficiente representación de HIC y EIC en la propuesta de Red Natura 2000 y sobre la evaluación conjunta del estado de conservación de hábitats. Con respecto a la representación de HIC y EIC, el indicador 8 del conjunto SEBI-2010 se denomina “Sitios designados por las Directivas UE de Hábitats y Aves” y se calcula mediante el Índice de Suficiencia. Para el seguimiento del estado de conservación de los HIC y EIC el conjunto SEBI-2010 incluye el indicador 3 “Especies de Interés Europeo” y el indicador 5 “Hábitats de Interés Europeo”. Ambos datos se obtienen de los resultados obtenidos mediante la aplicación del Artículo 17 de la Directiva 92/43/CEE. En el caso de hábitats y especies, el procedimiento de evaluación básico supone aplicar los criterios de la Matriz General de Evaluación (apartado 2.1.1.1.2). Es difícil considerar estos parámetros como indicadores ya que solamente recopilan los valores directos que provienen de la evaluación realizada por los Estados Miembros. No obstante, podemos considerar que hay al menos un valor umbral a conseguir: el 100% de los HIC y de las EIC tienen que estar suficientemente representados en la Red Natura 2000 y el 100% debería mantenerse en un estado de conservación favorable.

Con respecto a la representatividad de Zonas de Alta Conectividad, no se ha publicado ningún trabajo de escala nacional que delimite dichas zonas, aunque dicha delimitación podría realizarse mediante procedimientos como el desarrollado por el Gobierno de Murcia para proponer una red de corredores ecológicos⁷⁷. Queda por explorar el definir un indicador que informe sobre la significación espacial de las diferentes ZAC en el mantenimiento de la conectividad conjunta de la Red Natura 2000, al menos para los tipos de HIC zonales con mayores problemas de fragmentación⁷⁸. Una aproximación parcial a este problema se encuentra en algunos trabajos que analizan los efectos de las infraestructuras sobre la fragmentación del paisaje. En los sistemas de indicadores consultados se han encontrado parámetros que abordan esta cuestión. En el conjunto de indicadores de la AEMA se incluye el indicador “Fragmentación de ecosistemas y hábitats por infraestructuras de transporte” y en los indicadores temáticos (biodiversidad) del País Vasco se proponen dos

⁷⁷ ATECMA SL. 2007. Identificación y diagnóstico de la Red de Corredores Ecológicos de la Región de Murcia. Dirección General de Medio Natural. Inédito.

⁷⁸ El Instituto para la Política Medioambiental Europea ha publicado un trabajo de referencia para la implementación del Artículo 3 de la Directiva Aves y del Artículo 10 de la Directiva Hábitats. Kettunen, M, Terry, A., Tucker, G. & Jones A. 2007. Guidance on the maintenance of landscape features of major importance for wild flora and fauna - Guidance on the implementation of Article 3 of the Birds Directive (79/409/EEC) and Article 10 of the Habitats Directive (92/43/EEC). Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, 114 pp. & Annexes.

indicadores⁷⁹: “Evolución de la conectividad de las unidades de paisaje, ecosistemas o hábitats” y “evolución de la fragmentación de las unidades de paisaje, ecosistemas o hábitats”. Estos trabajos abordan la fragmentación a escala de paisaje (Corine LandCover en el caso europeo) o para el conjunto de los bosques, pero no trabajan con información directa sobre la distribución de HIC. En este sentido, a nivel nacional debe resaltarse el trabajo de la EEZA realizado para el MARM sobre el “Análisis de la conectividad del paisaje para Hábitat de Interés Comunitario en España peninsular.⁸⁰”. En dicho trabajo se aborda un análisis y una descripción cuantitativa de la conectividad territorial de una treintena de tipos de HIC zonales del medio terrestre, utilizando el Algoritmo para la Conectividad Regional (ALCOR)⁸¹. En cualquier caso, los índices o parámetros utilizados para caracterizar la fragmentación del paisaje deben considerarse en principio descriptores del sistema territorial (ecología del paisaje), puesto que falta todavía información científica rigurosa que permita establecer tamaños mínimos de parches atendiendo a las características diferenciales de los distintos tipos de ecosistemas.

En relación al elemento que define la coherencia de la red con base a la función diferencial de cada espacio y su grado de integridad, queda por configurar un análisis espacial de ámbito nacional que describa dicha función y su contribución a la coherencia de la red en cada región biogeográfica. Con respecto al último elemento, el de la representatividad que la Red Natura 2000 contiene de la diversidad biológica de cada región, se ha realizado también un trabajo de ámbito nacional que describe dicha representatividad para algunos elementos⁸². Entre ellos se encuentra el relieve, los humedales, la línea de costa, los tipos de HIC, la vegetación potencial, los usos del suelo o la diversidad de vertebrados. El trabajo aporta mucha información aunque no establece un índice que permita tener un valor integrado del nivel de representatividad.

El equipo de trabajo de la EEZA propone dos indicadores que contribuyen a poner de manifiesto la contribución diferente de cada espacio en el conjunto de cada región biogeográfica. Además, estos indicadores se basan también en la diversidad topoclimática del territorio ibérico por lo que contribuyen notoriamente a evaluar la diversidad biológica representada en el conjunto de espacios.

⁷⁹ Estos indicadores se han formalizado a partir del trabajo de “Mikel Gurrutxaga San Vicente. 2003. Índices de fragmentación y conectividad para el indicador de biodiversidad y paisaje de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Gobierno Vasco. Puede consultarse también el artículo: Gurrutxaga San Vicente, M., del Barrio Escribano, G. y Lozano Valencia, P. J. (2008): “Valoración de la contribución zonal a la conectividad de la red Natura 2000 en el País Vasco”, *GeoFocus*, 8: 296-316.

⁸⁰ Sebastián Márquez Barraso, Gabriel del Barrio Escribano y Alberto Ruiz Moreno. 2009. Análisis de la conectividad del paisaje para Hábitat de Interés Comunitario en España peninsular. Contribución de la Red Natura 2000. MARM. Inédito.

⁸¹ G. del Barrio, P.A. Harrison, P.M. Berry, N. Butt, M.E Sanjuan, R.G Pearson and T. Dawson. 2006. Integrating multiple modelling approaches to predict the potential impacts of climate change on species' distributions in contrasting regions: comparison and implications for policy. *Environmental Science & Policy* 9 (2):129-147.

⁸² R. Martínez Torres (Coord.). 2008. Caracterización ecológica de la Red Natura 2000. Tragsa. MARM. Inédito.

Otro análisis complementario para abordar la coherencia ecológica es determinar hasta qué punto el territorio incluido en Red Natura 2000 es diferente del que se encuentra fuera. La existencia de significativas diferencias entre ambos subconjuntos puede suponer la existencia de marcados gradientes ambientales, lo cual puede implicar pérdida de integridad y salud de los ecosistemas ubicados en los espacios Red Natura 2000. El equipo de la EEZA propone un indicador de vulnerabilidad de la RN2000 frente a cambios de uso del suelo, que además se está aplicando en la Unión Europea a partir de la cobertura Corine Landcover. Otro análisis análogo de este tipo puede realizarse mediante el uso de otras coberturas que reflejen el valor natural o ecológico del territorio. En este momento hay algunos trabajos que abordan esta valoración a escala nacional como son los desarrollados por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)⁸³. Otras aproximaciones relevantes son el Índice del Valor del Patrimonio Natural de Cataluña (IVPN)⁸⁴ o el modelo de define la integridad ecológica a escala de paisaje (IEP)⁸⁵. El IVPN se compone de cuatro índices parciales que comprenden en total 18 indicadores (Figura 1). El IEP se define en función de tres dimensiones: la integridad espacial (IES), la integridad de los ecosistemas (IECO) y la coherencia ecológica de los usos de suelo (CUS).

En cuanto a las fuerzas motrices que contribuyen a generar pérdida de biodiversidad, es evidente que están relacionadas con el crecimiento económico y con el modelo de desarrollo. Los efectos que produce son la polarización-segregación social y territorial (núcleos atractores de recursos, capital y población) y la degradación del medio rural tradicional. Efectos que la actual política de conservación de la biodiversidad (especies y espacios) no consigue resolver. En general, se produce una situación *“que engrosa un indicador que marca la decadencia de un sistema: es la fracción cada vez mayor de recursos que reclaman las funciones (e infraestructuras) de transporte, gestión, servicios meramente defensivos y de control administrativo, ideológico...y policial-militar, a la vez que se reduce la fracción de recursos que se plasma en verdaderas ganancias de información o de disfrute de vida”*⁸⁶.

⁸³ Mancebo Quintana, Santiago y Ortega Pérez, Emilio y Martín Ramos, Belén y Otero Pastor, Isabel *“Nuevo modelo de cartografía de calidad ambiental de España: Biodiversidad.”* (2007) In: IV Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, 25 - 27 Abr 2007, Madrid, España.

⁸⁴ Marull et al. 2004. Primera proposta d'índex del valor del patrimoni natural de Catalunya (IVPN), una eina cartogràfica per a l'avaluació ambiental estratègica. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 72: 115-138.

⁸⁵ Vélez Restrepo, L.A. y A. Gómez Sal. 2008. Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura CLXXXIV 729 enero-febrero: 31-44.

⁸⁶ R. Margalef (1992). Planeta azul, planeta verde. Barcelona. Prensa Científica S.A. y Biblioteca Scientific American. Tomado de Naredo, J.M. 2006. Raíces económicas del deterioro ecológico y social. Siglo XXI. Madrid

Indicador	Descripció	Valors discretitzats			
		1	2	3	4
Índex intrínsec dels hàbitats (IIH)					
I_1	Riquesa florística	< 10 esp.	10-20 esp.	20-30 esp.	> 30 esp.
I_2	Raresa florística	0 esp.	1-2 esp.	3-7 esp.	> 7 esp.
I_3	Àrea d'implantació	> 250 ha	50-250 ha	10-50 ha	< 10 ha
I_4	Estadi de la successió	Inicial	Poc madur	Mitjanament madur	Molt madur
I_5	Fragilitat ecològica	Baixa	Mitja	Alta	Molt alta
Índex d'interès corològic (IIC)					
I_6	Valor biogeogràfic	Regió ampla	Regió mitjana	Regió petita	Endemisme
I_7	Extensió territorial	> 10 %	1-10 %	0,1-1 %	< 0,1 %
I_{8a}	Rang altitudinal	> 2.000 m	1.000-2.000 m	500-1.000 m	< 500 m
I_{8b}	Diversitat d'exposicions (índex de Shannon)	> 0,9	0,75-0,9	0,5-0,75	< 0,5
I_9	Agregació espacial	> 100	50-100	25-50	< 25
I_{10}	Excentricitat espacial	< 1	1-2	2-4	> 4
Índex d'estructura ecopaisatgística (IEE)					
I_{11}	Potencial de relació	< 100	100-10.000	10.000-100.000	> 100.000
I_{12}	Ecotonia ecològica	< 1,5	1,5-2	2-2,5	> 2,5
I_{13}	Integritat territorial	> 100	10-100	0-10	0
I_{14}	Estructura vertical	Molt baix	Baix	Mitjà	Alt
Índex de servei ecosistèmic (ISE)					
I_{15}	Fixació de carboni	< 0,25	0,25-0,5	0,5-1	> 1
I_{16}	Regulació hídrica	< 0,01	0,01-0,5	0,5-1	> 1
I_{17}	Control d'erosió	< 2.500	2.500-50.000	50.000-100.000	> 100.000
I_{18}	Ús lúdic	< 10	10-40	40-160	> 160

Figura 1. Indicadores de los índices parciales del IVPN y discretización de sus valores.

En este contexto socio-económico, puede ser relevante definir indicadores relacionados con la cantidad de recursos consumidos y la eficiencia energética demostrada en su transformación. No obstante, es difícil relacionar las fuerzas motrices (generadoras de presiones e impactos) con el estado de los recursos naturales, especialmente en lo que se refiere a los ecosistemas y a las especies. Aunque puede partirse de una norma empírica general que supone que cuanto mayor es el uso de materia, energía y suelo, mayores son los potenciales de impacto, queda por demostrar de forma concluyente si la relación entre el consumo de materiales y energía y sus impactos ambientales es lineal o no⁸⁷. En este sentido, hay que tener en cuenta que el núcleo central al que dirigir las presiones y los impactos es, en el Sistema red Natura 2000, el conjunto de los tipos de HIC y de las EIC y también la integridad ecológica de las ZEC. Como se reiterado de forma continua en el capítulo 3.1, no hay todavía una estimación rigurosa de la superficie de HIC que puede considerarse en estado favorable y desfavorable, por lo que no es posible analizar posibles correspondencias entre el estado de conservación y valores que cuantifican el consumo de recursos (materiales) y energía.

⁸⁷ I. Jiménez Regullón (Coord.). 2007. Uso y gestión sostenible de los recursos naturales. AEMA.

El informe de la AEMA sobre perspectivas del medio ambiente europeo (2005) analiza las consecuencias medioambientales de los principales desarrollos socioeconómicos centrándose en el cambio climático, la calidad del aire, la calidad del agua y el estrés hídrico. En lo que se refiera a la macroeconomía, a los desarrollos tecnológicos y a los desarrollos sectoriales o a los flujos de materiales y residuos se incluyen datos y gráficas de parámetros como ingresos-crecimiento del PIB, valor añadido bruto por sectores, incrementos en las cantidades de flujos de materiales y PIB o consumo total de energía. También se explican brevemente términos tan actuales como la disociación en el tiempo entre una fuerza motriz y la correspondiente presión sobre el medio ambiente. Sin embargo, no se incluyen de forma explícita relaciones concretas entre los cambios de los valores de tales parámetros y sus efectos medibles sobre los componentes de la diversidad biológica. Sólo en temas específicos como la agricultura o la calidad del aire se mencionan relaciones con usos de fertilizantes o balance de nutrientes o con impactos sobre los ecosistemas (lluvias ácidas).

Entre los numerosos indicadores, índices o parámetros relacionados con el uso de materiales y de energía, con el crecimiento económico (PIB) y con la población cabe mencionar el Consumo Nacional de Materiales (CNM) per cápita, la intensidad de uso de materiales (expresado en CNM por unidad de PIB) o el desacoplamiento (disociación) relativo de uso de recursos y crecimiento económico.

A este respecto, el trabajo de Carpintero⁸⁸ sobre el análisis del metabolismo de la economía española entre 1955 y el año 2000 utiliza parámetros considerados indicadores como son los Requerimientos Totales de Materiales (RTM) o la Huella Ecológica. El estudio permite obtener algunas conclusiones relevantes que se recogen a continuación:

1. La transformación de la economía española desde una economía de la «producción» hacia una economía de la «adquisición». La economía española ha multiplicado por más de tres sus RTM per capita, desde las casi 10 tm/hab en 1955 hasta las 37tm/hab de 2000 (de computar la erosión nos iríamos a casi 47 tm/hab). La pérdida de peso de la agricultura, la minería y la industria, unida a la creciente terciarización de nuestra economía, no ha originado en España ninguna «desmaterialización» de la misma sino que, por el contrario, dio lugar a una rematerialización continuada desde los años setenta.

2. El «milagro económico» observado a partir de los años sesenta entrañó que, en términos físicos, España dejara de ser abastecedora neta de recursos naturales al resto del mundo para convertirse en importadora neta de materias primas, capitales y población. Si en 1955 todavía salía un millón de toneladas más de materiales de las que entraban, a comienzos de los sesenta ya se importaban cinco millones de toneladas más de las que se exportaban, hasta llegar, en el año 2000 a los 127 millones de toneladas de déficit físico de bienes, energía y materiales.

⁸⁸ O. Carpintero. 2005. El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000). Economía VS Naturaleza. Fundación César Manrique.

3. Con respecto al déficit territorial a través de la huella ecológica, esto es, el espacio que cada habitante de nuestro país ocupa para satisfacer su modo de producción y consumo y absorber sus residuos en forma de dióxido de carbono, se puede decir que la economía española ha duplicado su impacto ecológico pasando de ocupar 1,7-2,0 has/hab en 1955 a 4,8 has/hab en 2000. Dado que la tierra ecológicamente productiva per capita ascendía en 2000 a 1,4 has/hab, esto quiere decir que estamos incurriendo en un déficit ecológico equivalente a tres veces nuestra propia superficie productiva.

4. La explosión experimentada por la inversión española en terceros países en los años finales de la década de los noventa hizo que, desde el punto de vista de las inversiones directas, y considerando el período completo desde 1960 hasta 2001, nuestra economía figurase como compradora neta del patrimonio con una salida de capitales de 4,8 billones de pesetas.

En síntesis: Creemos que nuestro análisis muestra la existencia de una dependencia muy acentuada entre expansión del PIB y recursos naturales, de tal suerte que la posición de España en la polémica sobre una supuesta «desmaterialización» de las economías occidentales no es la de corroborar esa tendencia. Antes al contrario, durante este período, se han acentuado sus insostenibles pautas de producción y consumo, medidas tanto en RTM como desde el punto de vista de la huella de deterioro ecológico. Insostenibilidad que se ha manifestado también en una creciente dependencia respecto a los flujos procedentes del exterior, así como en el mayor tonelaje de flujos ocultos asociados a la utilización de recursos naturales domésticos. Lo que, de paso, revela aún más el despropósito de marginar el estudio de los flujos materiales cuando éstos superan ampliamente, en crecimiento, a los otros «factores productivos» privilegiados por el análisis económico. Y ello aunque alguno de esos «otros», como el capital o la tecnología, no sepamos todavía muy bien cómo medirlos.

Otro trabajo que complementa y refuerza los resultados del estudio de Carpintero es la aproximación al cálculo de la huella de Cataluña. Este trabajo de 2005 concluye que la huella es de unas 5.15 ha/hab, aunque “si se considera el peso de la herencia de consumo acumulada en las zonas urbanas de Catalunya, este valor aún sería mucho más elevado, ya que podría llegar a las 39 ha/habitante (o sea, en términos absolutos, unas 83,1 veces la superficie de Catalunya)”. El estudio también aporta una cifra de ámbito global que se refiere al significado mundial de la huella ecológica de los 50 países para los cuales se conoce dicho parámetro: “Según los cálculos realizados, ellos solos requieren una superficie conjunta de 113.353.746 km², valor muy destacable si se tiene en cuenta que la superficie que ocupa la parte emergida del planeta son 147.118.198 km². A pesar de que se trata de una aproximación limitada, eso querría decir que un 75% de la superficie terrestre del planeta estaría ocupada por la “superficie ecológicamente productiva” de sólo 50 países, a pesar de que entre éstos seguramente se encuentren incluidos los más grandes y productivos.”

Otro parámetro análogo al de la huella ecológica es el de la “Apropiación Humana de la Productividad Primaria Neta”(AHPPN), que se utiliza como indicador de la repercusión del metabolismo económico a partir de la biomasa de la vegetación una vez restada la cantidad utilizada por las propias plantas para la respiración (PPN). Este indicador parte de la premisa de que un límite ecológico al crecimiento económico viene del consumo humano de la PPN, que representa la base para el mantenimiento de todos los seres vivos heterótrofos. La AHPPN se define como la diferencia entre la PPN de la vegetación potencial (denominada PPNo esto es, en ausencia de intervención humana en el ecosistema) y la fracción de PPN que permanece en el ecosistema después de producirse la cosecha o recolección (PPNt)⁸⁹.

El conjunto básico de indicadores de la AEMA (2004) comprende 37 indicadores que abarcan seis temas medioambientales (contaminación atmosférica y agotamiento capa de ozono, cambio climático, residuos, agua, biodiversidad, medio terrestre) y cuatro sectores (agricultura, energía, transporte y pesca), con un desequilibrio en el modelo FPEIR tal como se observa en la Figura 2. Además, la mayoría son indicadores descriptivos.

	D	P	S	I	R	A	B	C	D	E
Air quality and ozone depletion		4		2			6			
Biodiversity			1	1	1	3				
Climate change		2	2			1	3			
Terrestrial			1		1	2				
Waste		1.5			0.5	1.5	0.5			
Water		1	5		1	6	1			
Agriculture					1	2				
Energy	3				2	2	3			
Fishery	2		1			3				
Transport	2				1	2	1			
Total	7	9.5	10.5	3	7	22.5	14.5			

Figura 2. Conjunto básico de indicadores de la AEMA según tipo. D (fuerza motriz), P (Presión), S (Estado), I (Impacto), R (Respuesta). A (indicador descriptivo), B (indicador de resultado), C (Indicador de eficiencia), D (indicador de eficacia de las políticas), E (indicador de bienestar).

Como indicadores de fuerzas motrices se incluyen siete, tres en energía, dos en pesca y 2 en transporte. De todos ellos destacan el consumo de energía final, la intensidad energética total, el consumo total de energía y la demanda de transporte de viajeros y de mercancías, ya que los relacionados con la pesca se circunscriben al ámbito marino. El conjunto SEBI 2010 no contiene indicadores de fuerzas motrices.

⁸⁹ O. Carpintero. 2007. La apropiación humana de producción primaria neta (AHPPN) como aproximación al metabolismo económico. *Ecosistemas* 16 (3): 25-36.

En ambos conjuntos de indicadores no se incluyen parámetros como son los requerimientos de materiales, la huella ecológica o la Apropiación Humana de la Productividad Primaria Neta. Como se ha comentado anteriormente, queda por establecer de forma rigurosa hasta qué punto estos indicadores globales informan sobre el objetivo último del Sistema Red Natura 2000, es decir, el estado de conservación de los tipos de HIC y de las EIC y la integridad de los lugares propuestos. En el caso de España (sobre todo la Península) hay que tomar en consideración la concentración de la población y de las actividades consumidoras de energía en las medianas y grandes ciudades y especialmente en la zona litoral. Además, como se ha comentado antes, gran parte de los materiales que alimentan la economía española son importados. En términos del Sistema Red Natura 2000 habrá que considerar también que las fuerzas motrices pueden tener una desigual intensidad en territorios dispares como son las regiones biogeográficas y algunos sectores biogeográficos o geoclimáticos.

Si consideramos el Banco Público de Indicadores del MARM, éste se articula en 14 áreas temáticas con indicadores seleccionados en el contexto de la Red EIONET. No se ha encontrado un documento explicativo de la estructura y objetivos específicos del banco de indicadores, en el que además pudiesen comentarse cuestiones de coherencia o integración de conjunto. Como no tiene correspondencia explícita con el modelo FPEIR, no es fácil establecer qué indicadores pueden considerarse de fuerzas motrices salvo los relativos a energía (por analogía con los indicadores de la AEMA). Podemos considerar por ejemplo el consumo de energía primaria, la intensidad de energía primaria o la ecoeficiencia en el sector energético (Figura 3). En el área de turismo podría destacarse el indicador la población turística equivalente (PTE) en relación a la población residente, que podría considerarse de presión para el conjunto del territorio pero quizá como fuerza motriz en el ámbito de la costa.

El informe de sostenibilidad en España elaborado por el OSE (OSE, 2006) destaca, desde luego, porque es muy completo y cubre prácticamente todas las áreas temáticas posibles. Incluye indicadores de análisis de flujos y uso de recursos, indicadores de sostenibilidad ambiental, de sostenibilidad económica y social e indicadores de integración y acciones para el cambio. Incluye, por tanto, numerosos indicadores relativos al binomio energía-economía (consumo, intensidad o ecoeficiencia), además de Requerimiento Total de Materiales, e indicadores de cambio global (temperatura, precipitación, GEI, sumideros de carbono, especies amenazadas, desertificación, incendios forestales), e indicadores de calidad ambiental (por ejemplo calidad de aguas marinas y continentales, pero no calidad de bosques u otros sistemas ecológicos). En lo que respecta a la biodiversidad, se utilizan algunos parámetros como son el número de especies animales amenazadas, varios índice sobre el estado e la biodiversidad (Índice del estado de la Biodiversidad, Índice del Conocimiento de la Biodiversidad), Índice de Tendencia de la Biodiversidad). En conjunto, sin embargo, y a pesar de estar vinculado el sistema al modelo FPEIR, se hecha en falta un mayor esfuerzo por establecer correspondencias significativas entre unos grupos de indicadores y otros, como por ejemplo (ya lo hemos reiterado muchas veces) los indicadores de fuerzas motrices (crecimiento económico y consumo de materiales) y los de estado de la diversidad biológica, entendida ésta no sólo en el ámbito de las especies sino también en relación con los

sistemas ecológicos de nuestra geografía: formaciones boscosas, matorrales y pastizales, sistemas costeros como acantilados y dunas, etc. De hecho, en las fichas descriptivas de los indicadores relacionados con la biodiversidad no hay referencias cruzadas a indicadores que puedan informar sobre el estado de especies o ecosistemas.

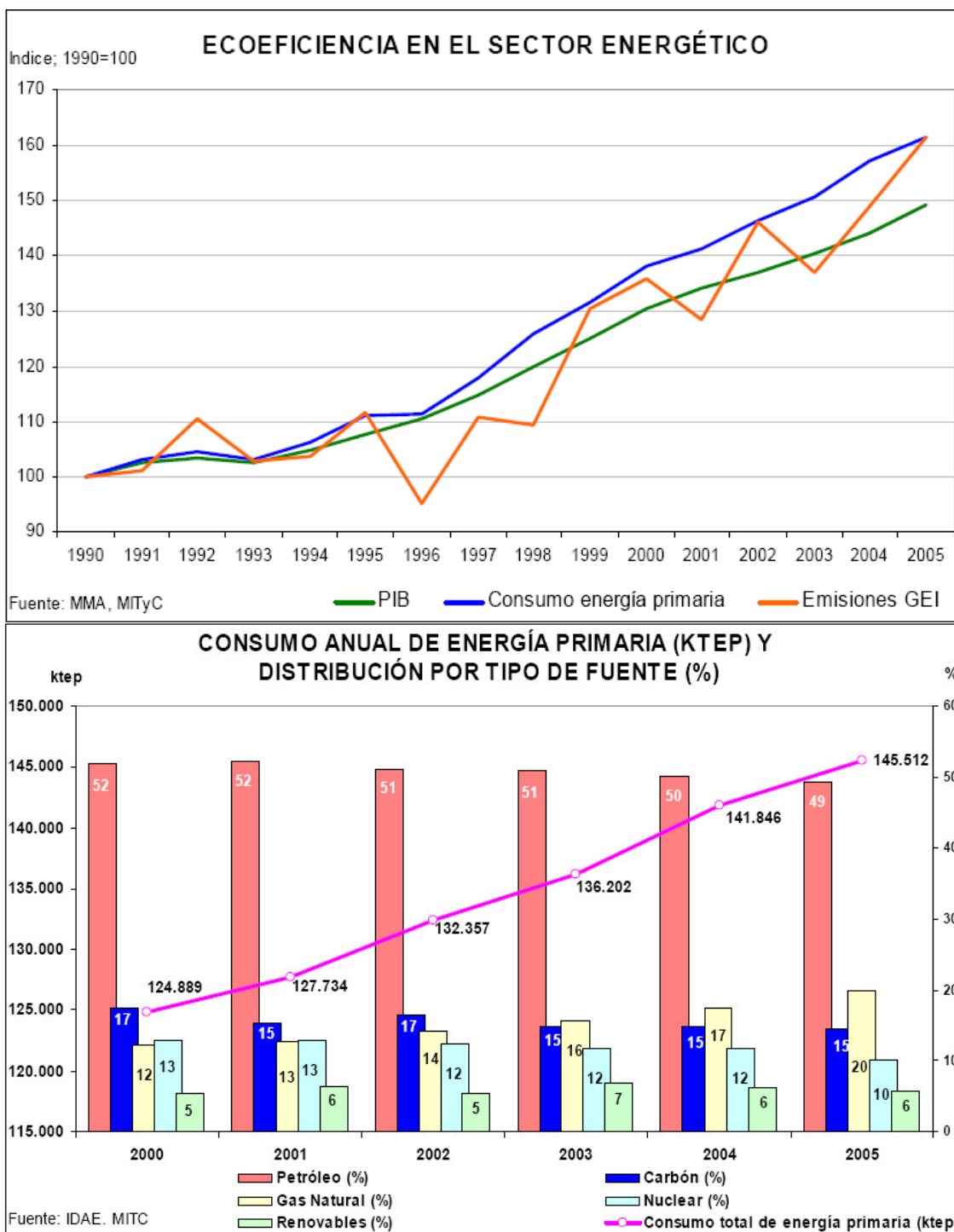


Figura 3. Indicadores del área de energía incluidos en el Banco Público de Indicadores Ambientales del MARM.

El último informe de sostenibilidad (OSE, 2008) se enmarca en la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible y se estructura de forma diferente en cinco capítulos: 1) empleo, cohesión, social y pobreza; 2) producción y consumo; 3) cambio climático; 4) conservación y gestión de los recursos naturales y ordenación del territorio y 5) sostenibilidad global (Cuadro 1). Además, presenta la novedad de que en cada indicador se establece un resultado regional (España) y una comparación con los demás países de la Unión Europea. Es importante constatar que los indicadores relativos a la producción no incluyen un resultado regional (CCAA) por falta de datos. Este hecho refuerza el problema mencionado anteriormente de buscar correlaciones entre fuerzas motrices y estado de conservación de hábitats y especies atendiendo a desigualdades territoriales. En el área de los recursos naturales y ordenación del territorio se incluyen ya un indicador relacionado con la Directiva Hábitat, aunque se refiere a un indicador (más bien descriptor) de respuesta que es la designación de espacios para la Red Natura 2000. No hay indicadores (descriptores) de estado referentes a los tipos de HIC ni a las EIC, ni tampoco de estado de los sistemas acuáticos continentales con base a la aplicación de la Directiva Marco del Agua (hay un indicador de índice de calidad general de las aguas).

Al igual que en el informe del 2006, se hecha en falta comentarios sobre posibles correspondencias cruzadas entre grupos de indicadores que permitan relacionar fuerzas motrices y presiones con estado y respuesta.

En síntesis, puede decirse que para avanzar en un sistema de indicadores de nivel 3 es preciso abordar varios pasos:

a) Obtener información territorializada sobre variables o parámetros que puedan considerarse representativos de las fuerzas motrices y de las presiones que ocurren en el territorio español. Entre ellos hay que tomar en consideración los Requerimientos Totales de Materiales y el requerimiento de energía primaria por unidad de renta, no olvidándose que los efectos de desacoplamiento entre crecimiento económico y consumo de materiales pueden estar enmascarados por la importación de materias primas de otros países. Parámetros relacionados con los cambios en el uso del suelo, con la fragmentación del territorio o incluso con el riesgo de incendio forestal pueden explorarse como descriptores de presión sobre los tipos de HIC en el medio terrestre y sobre la integridad del conjunto de los espacios Red natura 2000. La huella ecológica y otros índices globales como el Aprovechamiento Humano de la Productividad Primaria Neta pueden ser importantes como datos de entrada para confeccionar un análisis de coherencia o de integración del sistema de indicadores del nivel 3.

b) Es necesario conseguir datos globales, también territorializados, sobre el estado de conservación en conjunto de los tipos de HIC y sobre el estado de la integridad de los diferentes espacios de la Red Natura 2000. En el primer caso, a través de protocolos objetivos como los desarrollados en el Proyecto de Bases ecológicas del MARM, o mediante procedimientos de teledetección como los utilizados en el indicador propuesto por el equipo de la EEZA sobre el estado de la cubierta vegeta. Para la evaluación de la integridad de cada

espacio, será necesario desarrollar procedimientos y descriptores adecuados al Nivel 2 del Sistema Red natura 2000, que puedan ser integrados en descriptores o indicadores más globales para el contexto de una región biogeográfica u otros sectores biogeográficos o socioeconómicos.

c) Con datos estandarizados sobre ambos tipos de temáticas (socioeconómicas y ambientales) será imprescindible diseñar un análisis multifactorial que permita detectar sinergias y/o solapamientos entre variables (descriptores-indicadores) y relaciones causales lo más inequívocas posibles entre fuerzas motrices y presiones sobre estado de hábitats y espacios y entre parámetros de respuesta y estado por un lado y entre parámetros de respuesta y fuerzas motrices-presión por otro. Es fundamental no olvidar que el núcleo central del Nivel 3 gira entorno a la coherencia de la Red Natura 2000, lo que implica mantener la integridad de cada espacio (atendiendo a su función diferencial) que descansa básicamente en el estado de conservación de los tipos de HIC y EIC que alberga.

Cuadro 1. Indicadores incluidos en el Informe de Sostenibilidad de España (OSE, 2008)

Capítulo 1. Empleo, Cohesión Social y Pobreza

- 1.1 Tasa de temporalidad
- 1.2 Tasa de paro de larga duración
- 1.3 Tasa de riesgo de pobreza relativa después de transferencias
- 1.4 Desigualdad de la distribución de ingresos S80/20
- 1.5 Abandono educativo temprano
- 1.6 Esperanza de vida al nacer y esperanza de vida sin discapacidad
- 1.7 Prestación económica media de dependencia y grado de cobertura

Capítulo 2. Producción y Consumo

- 2.1 Consumo de energía primaria nacional
- 2.2 Consumo de energía final por sectores
- 2.3 Intensidad energética de la economía
- 2.4 Intensidad de carbono del consumo de energía
- 2.5 Intensidad de carbono del sector industrial
- 2.6 Dependencia energética
- 2.7 Generación de residuos urbanos
- 2.8 Tratamiento de residuos urbanos
- 2.9 Organismos con SGMA
- 2.10 Requerimiento de materiales y productividad de los recursos
- 2.11 Accesibilidad proporcionada por las redes de transporte de carretera
- 2.12 Accesibilidad proporcionada por la red ferroviaria
- 2.13 Distribución modal del transporte interior de viajeros
- 2.14 Distribución modal del transporte de mercancías
- 2.15 Víctimas mortales en carretera
- 2.16 Heridos en carretera
- 2.17 Emisión de contaminantes distintos de los GEI
- 2.18 Nivel de motorización
- 2.19 Porcentaje de turistas por CCAA receptoras
- 2.20 Pernoctaciones según tipo de alojamiento
- 2.21 Empresas adheridas al Sistema de Calidad Turística Española
- 2.22 Turismo interior

Capítulo 3. Cambio Climático

- 3.1 Emisiones de gases de efecto invernadero
- 3.2 Participación de energías renovables en el mix energético
- 3.3 Aportación de las energías renovables al consumo bruto de electricidad
- 3.4 Aportación de biocombustibles en el consumo de carburantes
- 3.5 Emisión específica media de CO₂ de los turismos nuevos
- 3.6 Intensidad energética del transporte
- 3.7 Consumo de energía por modo de transporte
- 3.8 Emisiones de gases de efecto invernadero generados por el transporte
- 3.9 Emisiones procedentes de sectores difusos
- 3.10 Superficie de agricultura ecológica
- 3.11 Instrumentos de mercado

Capítulo 4. Conservación y Gestión de los Recursos Naturales y Ordenación del Territorio

- 4.1 Grado de conformidad con la Directiva 91/271/CEE
- 4.2 Índice de calidad general de las aguas
- 4.3 Índice de aves comunes
- 4.4 Espacios Naturales Protegidos
- 4.5 Lugares designados bajo las Directivas Hábitat y Aves
- 4.6 Especies amenazadas
- 4.7 Incendios forestales
- 4.8 Bosques dañados por defoliación
- 4.9 Superficie artificial en la franja costera de 10 km
- 4.10 Superficie agrícola y forestal

Capítulo 5. Sostenibilidad Global

- 5.1 Volumen de AOD neta total como porcentaje de la RNB

3.3.2. FICHAS DE INDICADORES

IDENTIFICACIÓN

Nombre:

Vulnerabilidad de la RN2000 frente a cambios de uso del suelo (VULCUS)

Definición

El VULCUS valora la diferencia de usos del suelo entre el territorio incluido en la Red Natura 2000 y su entorno no protegido, dentro de una región o dominio a la que se refiere el resultado.

Justificación

La persistencia de la Red Natura 2000 como sistema de conservación depende de su integración en su entorno no protegido. Las ZEC han sido designadas por su capacidad para conservar y proteger hábitat y especies recogidos en los Anejos I y II de la Directiva de Hábitat. Luego cabe suponer que el territorio dentro de las ZEC es afín a dichos hábitat y especies. Por extensión, también se puede admitir que, cuanto mayor sea el parecido entre las ZEC y su entorno no protegido, mayor será el potencial de intercambio entre varias ZEC a través del territorio no protegido en que se encuentran. Ese potencial es una condición de contorno para el establecimiento de conectividad, y es inversamente proporcional al resultado arrojado por el VULCUS.

Este indicador se propone por tanto como una aproximación a la caracterización del proceso de determinación de presiones y amenazas en el Nivel 3 del Sistema Red Natura 2000.

Nivel jerárquico: NIVEL 3 (Red)

Tipo de indicador:

Indicador de PRESIÓN (FPEIR)

Contexto

En las últimas décadas se han producido importantes cambios en los patrones de uso del suelo, que en general se resumen en el abandono de actividades agropecuarias tradicionales y en la intensificación de ciertos usos en áreas que previamente eran marginales. El espacio RN2000 tiende a conservar actividades y paisajes tradicionales, mientras que los cambios mencionados han sido mucho más activos en el territorio no protegido circundante. Ello crea una diferencia de potencial que tiende a aislar a las ZEC de su entorno.

Se propone un indicador que valore la semejanza de usos del suelo entre el territorio RN2000 y la tierra no protegida. La hipótesis asociada es que, a mayor diferencia, mayor será la vulnerabilidad del territorio protegido.

El VULCUS está basado en un índice sencillo que puede aplicarse a escenarios de uso del suelo. Por ello es especialmente adecuado para realizar

seguimientos y para evaluar opciones de forma prospectiva, como por ejemplo escenarios asociados a Política Agraria Comunitaria. Usado de esta forma contribuye al objetivo de evitar que los espacios queden progresivamente aislados en territorio hostil.

El dominio de aplicación son delimitaciones administrativas que sirvan como unidades de gestión, por ejemplo niveles NUTS. Puede considerarse un indicador de presión porque refleja directamente actividades humanas que tienen lugar en una zona de influencia definida. El nivel principal de aplicación es 3 porque resume la condición de la RN2000 en un ámbito espacial (estatal, autonómico, etc.) compatible con políticas generales de conservación.

FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Métrica y Procedimiento de medición

El método se basa en aplicar un índice multivariante de distancia (la cuerda de Orlóci) para medir el parecido entre dos vectores Y_1 e Y_2 , asociados respectivamente al territorio RN2000 y al territorio no protegido. Dichos vectores contienen las frecuencias absolutas de p clases de cobertura o usos del suelo compiladas dentro de una región dada, a la cual se atribuye el valor numérico del índice.

La cuerda de Orlóci se formula entonces de la siguiente manera:

$$S(Y_1, Y_2) = \sqrt{2 \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^p y_{1j} y_{2j}}{\sqrt{\sum_{j=1}^p y_{1j}^2 \sum_{j=1}^p y_{2j}^2}} \right)}$$

donde y_1 e y_2 son las frecuencias de la clase j . Dichas frecuencias pueden obtenerse a partir de un mapa de usos del suelo mediante simple conteo de celdas si se trabaja en formato raster, o mediante áreas de polígonos si se hace en formato vectorial. También pueden ser especificadas directamente durante la construcción de un escenario prospectivo.

El índice así calculado rinde valores dentro del rango 0 a 1.414 ($\sqrt{2}$, en sentido estricto), que corresponden respectivamente a los extremos mínimo y máximo de disimilaridad. Entre otras propiedades destacables de la cuerda de Orlóci se encuentran las siguientes: i) expresa la distancia entre objetos de forma métrica y puede usarse para representar posiciones espaciales de forma consistente; ii) normaliza las frecuencias de entrada, de modo que puede aplicarse a muestras de tamaños diferentes; iii) es asimétrico porque excluye las dobles ausencias del análisis (es decir, clases de uso del suelo con frecuencia cero en ambos vectores no contribuyen al valor del índice); y iv) es lineal porque los resultados numéricos son directamente proporcionales a las diferencias entre objetos.

Fuente de Datos

- Dominio de aplicación: Capa SIG delineando el área de estudio y, dentro de ella, las regiones donde se calculará el índice (NUTS1, NUTS2 o NUTS3).
- Territorio protegido: Capa SIG delineando las ZEC de la Red Natura 2000.
- Usos del suelo: Capa SIG resultante de un proyecto de seguimiento (por ejemplo, una edición de CORINE Land Cover) o de un modelo de cambio de usos (por ejemplo, LUMOCAP-METRONAMICA).
- Regiones ambientales: Capa SIG delineando zonas de homogeneidad ambiental a grandes rasgos dentro del dominio de aplicación (por ejemplo, regiones biogeográficas).

Metodología

El índice debe comparar los territorios protegido y no protegido sólo cuando ambos ofrezcan potenciales similares de uso del suelo, y así poder atribuir la semejanza resultante a la gestión humana más que a diferencias ambientales. Por tanto el primer paso consiste en definir las regiones finales que servirán de base para el cálculo. Para ello es necesario verificar que todas las regiones dentro del área de estudio sean homogéneas en términos del mapa de regiones ambientales, en cuyo caso basta con usar directamente las regiones delineadas en el dominio de aplicación. Sin embargo, normalmente esto no sucede, especialmente al trabajar con niveles relativamente grandes como el NUTS2 (comunidades autónomas), que pueden extenderse sobre más de una región biogeográfica. En este caso es necesario dividir adicionalmente el dominio administrativo según las zonas de homogeneidad ambiental.

Los vectores de frecuencias de uso se forman por separado para cada una de las regiones finales, y entonces el índice es calculado para cada una de ellas. En el caso probable de que una región NUTS del dominio de aplicación haya sido subdividida en varias regiones finales, se informa de ellas por separado.

El procedimiento descrito sirve para valorar diferencias entre regiones de un mismo escenario. Si se desea evaluar un conjunto de escenarios, es necesario identificar uno inicial, que normalmente corresponderá a una edición reciente de CORINE LC, y uno o más escenarios finales, que pueden haber sido generados por modelado o mediante especificación directa de frecuencias. Entonces se calcula el índice sobre cada uno de ellos, y se valoran las diferencias entre el escenario inicial y cada uno de los finales. En este caso, es importante que todos los escenarios, incluyendo el inicial, compartan la misma definición de clases de uso del suelo.

Interpretación

La cuerda de Orlóci expresa disimilaridad. Un valor de 0 corresponde a disimilaridad nula entre vectores idénticos, que en esta aplicación significa que los territorios dentro y fuera de las ZEC tienen las mismas frecuencias de usos del suelo. Un valor de 1.414 significa que los vectores de frecuencias son

completamente diferentes. Por su escala lineal, valores intermedios pueden ser interpretados de forma proporcional: por ejemplo, 0.8 corresponde a una diferencia dos veces mayor que 0.4.

El indicador VULCUS interpreta los valores del índice atribuyendo adaptación o integración cuando son bajos, y por tanto las diferencias entre el territorio Red Natura 2000 y su entorno son pequeñas, y atribuyendo vulnerabilidad cuando los valores del índice son altos. Se trata de un indicador relativo, por lo que siempre hay que identificar un valor de referencia. Al trabajar dentro de un escenario, puede utilizarse un descriptor central del conjunto de valores obtenido para todas las regiones, como la media o la mediana. Si se trabaja con varios escenarios, los incrementos positivos o negativos del valor del índice que resultan de comparar las situaciones inicial y final se interpretan como vulnerabilidad o adaptación de forma consistente con lo dicho más arriba.

Valores umbrales

La cuerda de Orlóci implica, pero no usa explícitamente, relaciones funcionales entre los territorios protegido y no protegido. Cualquier valor umbral debe tener una procedencia empírica, derivada de análisis más detallados. A falta de ello, es útil examinar la distribución de frecuencias de los valores del índice hallados para un escenario dado, y fijar valores umbrales asociados a cuantiles para decidir en qué punto se considera que las diferencias son pequeñas (por ejemplo, de 0 al primer cuartil), aceptables (por ejemplo, entre el segundo y tercer cuartiles) o grandes (por ejemplo, mayores que el tercer cuartil).

Periodicidad en la medición

El VULCUS no tiene limitaciones intrínsecas respecto a la frecuencia de medición, y puede ser usado siempre que se considere que han tenido lugar cambios relevantes que pueden afectar a la integración de la Red Natura 2000 en su entorno. La limitación principal es la disponibilidad de datos de entrada. En realidad, el compromiso entre el esfuerzo asociado a actualizar la distribución de usos del suelo y la necesidad de reflejar su evolución ha sido asumido por el programa CORINE LC, por lo que la recomendación básica es aplicar el índice en cada edición disponible. Si se evalúan escenarios, estos carecen de dimensión temporal por definición y sólo se evalúan una vez.

EVALUACIÓN DEL INDICADOR

Principales ventajas del Indicador

- Sus propiedades métricas permiten una interpretación sencilla y no ambigua de las diferencias entre la Red Natura 2000 y su entorno.
- La aplicación es sencilla y se presta a la especificación de escenarios con tal de que cada uno implique una variación explícita de usos del suelo en cada región, la cual puede ser propuesta como el crecimiento de unas clases respecto a otras partiendo de la situación inicial.

- El indicador es robusto frente a comparaciones entre regiones muy diferentes, ya que lo que valora son las diferencias internas respectivas, y los resultados son ofrecidos en una escala común. Eso significa que, por ejemplo, una región NUTS2 de Suecia puede ser comparada directamente con otra en el sur de la Península Ibérica.
- El indicador es robusto frente a diferencias de nivel de organización como los asociados a la escala NUTS. Es decir, los resultados para el análisis de una región NUTS1 pueden ser calculados usando regiones NUTS2 o NUTS3 con la única diferencia de que éste requiere más trabajo y arroja resultados más detallados que aquel. De otro modo, ambos subniveles son consistentes entre sí.

Principales desventajas del indicador

- El indicador carece de valores funcionales asociados, por lo que no tiene umbrales absolutos y cualquier análisis debe ser hecho de forma relativa.
- La fiabilidad de los análisis está sujeta a la calidad de los datos de entrada, lo que en el caso del CORINE LC puede ser un inconveniente debido a inconsistencias entre ediciones sucesivas, que darán lugar a artefactos de cambio si son desconocidas.
- El número de clases de uso de suelo debe ser reducido respecto al nivel 3 de CORINE LC para evitar demasiados casos en los que una clase tiene frecuencia cero en uno o ambos vectores. Esto no suele dar problemas, y resulta posible realizar análisis relevantes con tan pocas como nueve clases en total. No obstante, puede ser una limitación si se requiere un elevado nivel de detalle.

PRESENTACIÓN

Presentación

El VULCUS se calcula mediante operaciones algebraicas realizadas sobre una tabla de datos, en la que el resultado final tiene el formato de regiones por valores del índice. Por ello un mapa de regiones es el medio más adecuado para mostrar los resultados.

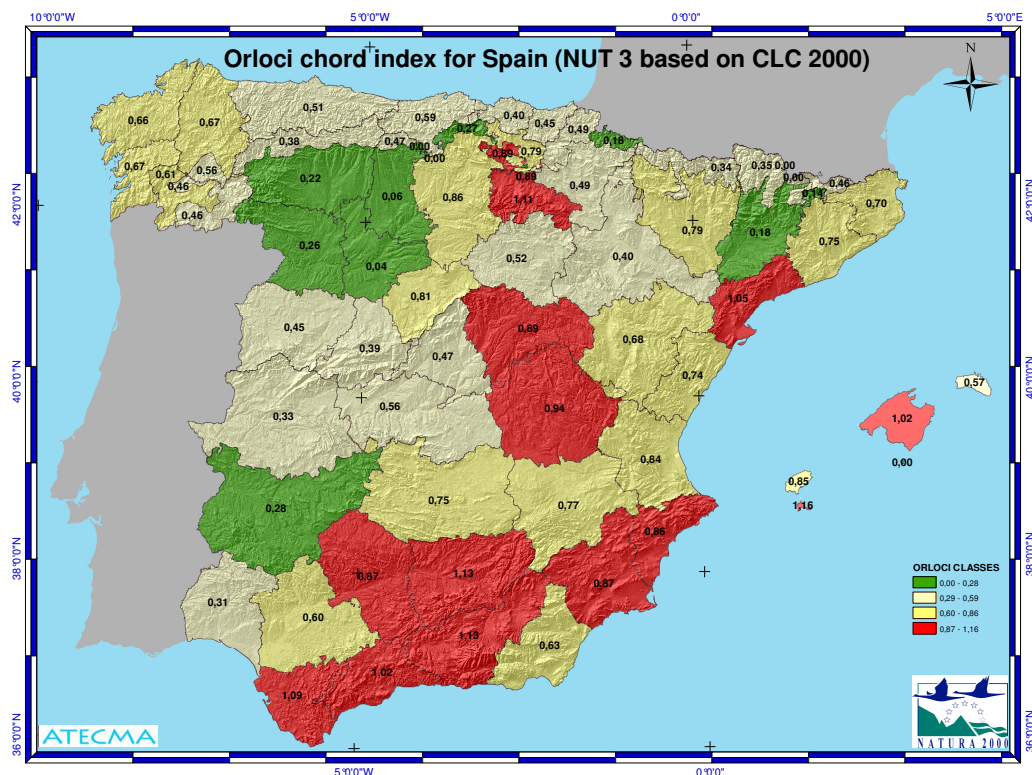


Figura 1. Aplicación del VULCUS a España peninsular y Baleares al nivel NUTS3, usando el escenario definido por la edición 2000 de CORINE Land Cover. La regiones que contienen más de una región biogeográfica, como León o Huesca, han sido subdivididas adicionalmente. La leyenda del mapa se corresponde con los cuartiles de la distribución de los valores de la cuerda de Orlóci para todas las provincias españolas. Las regiones donde la Red Natura 2000 es muy reducida (p.e. Murcia o Alicante) o donde se extiende por zonas muy diferentes del resto del territorio (p.e. Cádiz o La Rioja, donde está confinada en montes) aparecen como más vulnerables. En el otro extremo, regiones donde el paisaje dentro de las ZEC es esencialmente parecido al que hay fuera (p.e. Navarra-Alpina o Cáceres), arrojan valores muy bajos del índice y son interpretadas en términos de una alta integración de la Red Natura 2000 en su paisaje circundante. (© ATECMA S.L.)

Referencias

Orlóci, L. (1967). An agglomerative method for classification of plant communities. *J. Ecol.* 55: 193-205.

Observaciones

1. La semejanza valorada por el VULCUS entre los territorios interior y exterior a la Red Natura 2000 es proporcional a la afinidad genérica que el territorio no protegido muestra hacia las especies y hábitats que hay en el interior de las ZEC. Esa afinidad controla varias funciones ecológicas relevantes, como el establecimiento de poblaciones en la matriz del paisaje no protegido, o su tránsito a través de él, lo cual favorece la persistencia y estabilidad de un sistema fragmentario de reservas como la Red Natura 2000. Ello da al VULCUS su valor diagnóstico principal. Sin embargo las funciones ecológicas detalladas deben ser examinadas para cada especie o hábitat en particular, por ejemplo mediante el modelado de su conectividad ecológica dentro del territorio

en cuestión. Dicha actividad es subsiguiente a la aplicación del VULCUS, que en ningún caso está orientado a sustituirla.

2. El VULCUS ha sido desarrollado en el marco de un contrato comercial entre la Comisión Europea y ATECMA S.L. Esta empresa ha accedido amablemente a incluir la descripción del indicador en el sistema propuesto para la Red Natura 2000 en España.

4. SISTEMA DE DESCRIPTORES POR NIVEL

En este trabajo consideramos como descriptor a una variable, parámetro o índice que se considera relevante para caracterizar un elemento de cualquiera de los tres niveles del Sistema Red Natura 2000. Se diferencia básicamente de un indicador porque no se le asocia un significado global que va más allá del valor que describe y porque no es necesario que vaya asociado a un valor objetivo o a unos valores umbrales que formalicen su interpretación. Los descriptores son necesarios para la caracterización de sistemas complejos, como puede ser el sistema de metabolismo socio-económico de los países desarrollados o la estructura y funcionamiento de un determinado ecosistema, ya que es difícil y quizá arriesgado describir tales sistemas complejos sólo por un conjunto selecto de indicadores integrados en su relación causa-efecto. Este es, desde luego, el caso del Sistema Red Natura 2000, cuya operatividad o eficiencia depende de multitud de factores científicos, técnicos, administrativos, sociales, económicos y políticos operando en cada uno de los tres niveles que caracterizan el sistema. Falta mucha información y quedan por hacer muchos análisis todavía para entender cómo afectan las fuerzas motrices y las actividades generadoras de presión ambiental al estado de los sistemas ecológicos y, por ende, en definir medidas que contrarresten los efectos de presión que puedan a su vez relacionarse de forma concluyente con el estado ecológico.

A lo largo del capítulo 3 se ha puesto en evidencia la problemática de proponer indicadores adecuados a cada uno de los procesos y elementos que caracterizan cada nivel. No sólo por las dificultades en definir un buen indicador, sino también por la complejidad en diseñar un sistema integrado y coherente así como por las especificidades del propio Sistema Red Natura 2000, cuyo núcleo central está constituido por la representación de los tipos de HIC y de las EIC en el territorio de cada una de las regiones biogeográficas.

En el Nivel 1 se ha comentado la dificultad de encontrar, en los sistemas de indicadores revisados, parámetros que puedan ajustarse bien a un esquema tipo FPEIR y que se adecuen a la especificidad que representan los tipos de HIC. Esta problemática es debida a tres aspectos principales. Primero, que los tipos de HIC representan sólo un subconjunto más o menos amplio del conjunto de ecosistemas (incluyendo los agroecosistemas) que existen en el territorio. Segundo, que debe formalizarse una definición particular de estado de conservación favorable para cada tipo de HIC, teniendo en cuenta la posible variabilidad existente en el conjunto del área de distribución natural de cada región biogeográfica. Tercero, queda por realizar la evaluación del estado de conservación de las diferentes localidades para todos los tipos de HIC aplicando los criterios que conforman la Matriz General de Evaluación (apartado 2.1.1.1).

En este contexto, es necesario definir un descriptor básico de estado: la superficie de cada tipo de HIC, por región biogeográfica, que se encuentra en los cuatro posibles estados definidos en la Matriz General de Evaluación (favorable, desfavorable-inadecuado, desfavorable-malo y desconocido). Este descriptor, además, debe referirse a dos ámbitos territoriales distintos. Primero,

el que comprende toda la superficie ocupada en cada región y segundo, la superficie ocupada dentro de los LIC-ZEC. Por tanto, es un descriptor constituido por dos grupos de valores. Como ejemplo para el primer ámbito espacial se incluye la evaluación de un tipo de ecosistema lótico (tipo de hábitat 3250) en Cataluña. Como ejemplo para el territorio LIZ-ZEC se evalúa el estado de conservación de varios tipos de HIC a partir de la información incluida en la Base de Datos del Formulario Normalizado Red Natura 2000.

En lo que se refiere a los tipos de HIC forestales, no parece existir un buen descriptor (y menos indicador) de fuerzas motrices, aunque hay algún posible candidato como es la “contribución del sector forestal al PIB” o quizá el consumo o el comercio de madera. En ambos casos se observa la problemática mencionada en el párrafo anterior, sobre todo las particularidades de los diferentes tipos de HIC forestales. Efectivamente, la contribución de cada tipo de formación forestal al PIB o al comercio de madera es muy desigual por lo que a priori no parecen buenos parámetros para informar globalmente. Aún así, podría pensarse que la variable “consumo de madera” puede ser un descriptor de fuerza motriz o de presión para tipos de HIC forestales cuyo aprovechamiento forestal principal es la madera. Según el Anuario de Estadística Agraria (2006), la mayor extracción de madera se ha efectuado a partir de *Pinus pinaster* (más de cuatro millones y medio de m³), *Eucalyptus sp.* (más de cuatro millones) y *Pinus radiata* (casi 1.800.000). Del resto de especies, sobre todo pináceas y algunas frondosas, se han obtenido menos de un cuarto de millón de m³ para cada una. Estos datos sugieren, por tanto, que el descriptor “consumo o comercio de madera” no es representativo de los tipos de HIC forestales. De forma análoga, otros dos posibles descriptores de presión son “la superficie afectada por incendios forestales” y “daños en los bosques”, ya sea por deposición de contaminantes atmosféricos, ya sea por plagas o enfermedades. Como descriptores de respuesta menos específicos, y por tanto más valiosos, que pueden informar de forma más global hay que considerar “la superficie incluida en algún instrumento de ordenación forestal” (sobre todo los PORF) y “la superficie forestal certificada”. Con respecto a la evaluación del estado de conservación a una escala de paisaje o de región, los indicadores ambientales de biodiversidad del País Vasco incluyen un indicador denominado “Índice de conectividad de Hábitats”, aplicable sólo a bosques autóctonos. Dicho índice se calcula como el valor medio de las cuadrículas del mapa de costo-distancia y no se formaliza mediante valores objetivo o rangos. Se considera que este índice requiere un análisis más detallado para que pueda formalizarse como un indicador de conectividad, por lo que se incluye en este capítulo como un descriptor de estado (en origen está propuesto como indicador de presión).

En lo que concierne al medio acuático continental, los descriptores globales son quizá menos representativos que en los tipos forestales, sobre todo en lo que respecta a la evaluación de los ecosistemas leníticos (zonas húmedas). En este sentido, parece razonable considerar que las demarcaciones hidrográficas deben ser unidades de referencia territoriales intermedias para establecer descriptores, sobre todo de fuerzas motrices tan relevantes como el consumo de agua (“índice de explotación y consumo de agua”). Con respecto a los ecosistemas de aguas retenidas hay que tener en cuenta su área de influencia

local y el hecho de que un porcentaje importante depende para su régimen hídrico de las aportaciones de aguas subterráneas. Por estas razones es probable que descriptores globales (fuerzas motrices, presiones o respuesta) no se correlacionen con el estado de conservación de estos ecosistemas. Los ecosistemas lóticos son los que canalizan la mayor cantidad de agua de las cuencas, por lo que hay más posibilidades de que descriptores globales ofrezcan una información más útil. No obstante, también hay que considerar la estructura de la cuenca y el volumen de agua que circula por los ríos más principales y los afluentes de menor orden. Tomando este hecho en cuenta, es muy probable que datos globales no ofrezcan información sobre tramos o afluentes de menor entidad. Con estas limitaciones hay que considerar con prudencia descriptores de presión y respuesta como son la superficie de regadío o el consumo de fertilizantes y pesticidas, o la inversión en depuración o la eficiencia en el uso de agua urbano. Para mitigar estas posibles limitaciones quizá será necesario establecer descriptores de presión y de respuesta que se obtengan de trabajos de caracterización realizados a escala local, ya sea de gran parte o de la totalidad de las localizaciones o de una muestra significativa.

Con respecto al medio costero y marino, se han propuesto como indicadores de fuerzas motrices tres parámetros obtenidos del Proyecto Deduce (apartado 3.1.3.): dimensión y estructura de la población de la costa, porcentaje de ocupación del suelo según distancia con la costa y movimientos de mercancías en los puertos. Son variables (sobre todo las dos primeras) que quizá podrían considerarse descriptores ya que son factores directos en la caracterización del litoral, sobre los que será difícil proponer valores objetivo o valores umbrales en función de la capacidad de carga de los sistemas ecológicos existentes. Al igual que con los tipos de HIC forestales o con los acuáticos continentales, puede haber tipos costeros-marinos de reducida extensión como las praderas de *P. oceanica*, los llanos fangosos o determinados pastizales salinos que no respondan a pautas generales. También es probable que los parámetros de población y ocupación de la costa muestren más información con respecto a tipos de HIC costeros terrestres como son los sistemas dunares o los acantilados. Además, habrá que considerar las diferencias ecológicas y de presión ambiental entre el Mar Mediterráneo y el Atlántico e incluso entre sectores o ecorregiones distintas.

En cuanto a descriptores de Nivel 2, estos son muy abundantes en la literatura técnico-científica sobre áreas protegidas, tal y como se ha puesto de manifiesto en el apartado 3.2.1.

Sin embargo, la mayor parte de ellos están diseñados para ser aplicados sobre un conjunto de áreas protegidas, permitiendo la comparación entre ellas, pero son muy escasos los que permiten la evaluación de los procesos inherentes al lugar. Menos frecuente es aún la utilización de descriptores que se adapten al mantenimiento de la integridad del lugar, objetivo básico para este nivel en el Sistema de Indicadores propuesto en este trabajo.

Un descriptor básico de estado tendente a evaluar el grado de integridad de cada espacio LIC-ZEC es el conjunto de superficie de tipos de HIC incluidos en

cada lugar con valor favorable y desfavorable. Esta variable puede expresarse como un valor porcentual de cada una de las distintas categorías sobre el 100% de la superficie que ocupan todos los tipos de HIC en el espacio. Complementando el valor superficial debe utilizarse otro descriptor análogo, pero referido al número de tipos de HIC incluido en cada categoría (favorable, desfavorable-inadecuado, desfavorable-malo o desconocido). Ambos descriptores son necesarios por su complementariedad, ya que un porcentaje superficial alto con estado favorable puede enmascarar la presencia de tipos de HIC con poca relevancia superficial pero que se encuentran en un estado desfavorable. En este apartado se propone un ejemplo de descriptor de tipo porcentaje superficial, obtenido de los datos de valoración para cada HIC incluidos en la Base de Datos del Formulario Normalizado Red Natura 2000.

Otro descriptor esbozado para evaluar la eficacia de los instrumentos de gestión, dentro del campo de los descriptores de respuesta, ha sido el denominado “Grado de adecuación de los instrumentos de gestión”. Con él se trata de evaluar si los instrumentos de gestión, ya sean estos planes específicos o medidas de gestión integradas en otros planes, sirven para alcanzar el objetivo primordial de este nivel, es decir el mantenimiento de la integridad del espacio protegido Red Natura 2000. Esto ayudará a evitar que los instrumentos de gestión se conviertan en meros trámites administrativos que se realizan exclusivamente para salvar el “imperativo legal”. También favorecerá el abandono de análisis simplistas de carácter binario, en los que únicamente cuenta el tener el plan aprobado, para engrosar las estadísticas, aunque las determinaciones del mismo no se apliquen.

Como apoyo y complementariedad del anterior descriptor, sería interesante desarrollar otros ligados al esfuerzo presupuestario – a semejanza del indicador propuesto en el SEBI 2010 denominado Financiación de la gestión de la biodiversidad – y a la asignación de medios materiales y humanos, que permitiesen realizar una evaluación más realista de los medios dedicados al mantenimiento de la integridad de un lugar.

El Nivel 3 se caracteriza por el objetivo de conservación relativo al mantenimiento de la coherencia ecológica o global de la Red natura 2000. En cuanto al proceso de evaluación de la coherencia, ya se ha comentado en el apartado 2.2 que debe asociarse al menos a varios elementos como son: la suficiente representación de HIC y EIC, la evaluación conjunta de todos los hábitats y especies, la evaluación conjunta del grado de integridad individual, la representación de las Zonas de Alta Conectividad (ZAC) y la representatividad de la diversidad biológica.

En el apartado 3.3 se ha puesto de manifiesto que hay descriptores propuestos a escala europea sobre la suficiente representación de HIC y EIC en la propuesta de Red Natura 2000 y sobre la evaluación conjunta del estado de conservación de hábitats. Con respecto a la representación de HIC y EIC, el indicador 8 del conjunto SEBI-2010 se denomina “Sitios designados por las Directivas UE de Hábitats y Aves” y se calcula mediante el Índice de Suficiencia. Para el seguimiento del estado de conservación de los HIC y EIC el

conjunto SEBI-2010 incluye el indicador 3 “Especies de Interés Europeo” y el indicador 5 “Hábitats de Interés Europeo”.

Por otra parte, no hay descriptores propuestos en los sistemas revisados que evalúen la representatividad de las ZAC en el conjunto de la Red Natura 2000 así como su significado y relevancia espacial en el mantenimiento de la coherencia global. No obstante, los resultados del trabajo de la EEZA realizado para el MARM sobre el “Análisis de la conectividad del paisaje para Hábitat de Interés Comunitario en España peninsular”⁹⁰, podrían integrarse para delimitar dichas ZAC y definir un descriptor sencillo como es el cociente entre la superficie ZAC incluida en espacios de la Red Natura 2000 y el total de superficie ZAC para cada Región Biogeográfica. Valores del cociente próximos a 1 indicarían un alto nivel de representación de las ZAC y una mayor contribución al mantenimiento de la coherencia. Dicho cociente informa sobre el grado de representatividad pero no informa sobre la relevancia de cada zona y su contribución a la conectividad global de la red. Además, será preciso diseñar un análisis de la función diferencial de cada espacio Red Natura 2000 para determinar también su contribución distinta a la coherencia ecológica.

Como ejemplo de primera aproximación a la evaluación conjunta de la coherencia, se propone un descriptor de estado que informa sobre la superficie del conjunto de LIC-ZEC por región biogeográfica, diferenciada según el porcentaje de superficie de tipos de HIC que se encuentran en estado favorable y en estado desfavorable (inadecuado o malo) para cada espacio LIC-ZEC.

Descriptores de fuerzas motrices que podrían resultar relevantes para evaluar el grado de presión ambiental sobre el conjunto de los tipos de HIC y sobre las EIC, así como sobre los espacios Red Natura 2000 son los Requerimientos Totales de Materiales o la Intensidad Energética de la economía, ambos propuestos en el Informe de Sostenibilidad realizado por el OSE (2008). En cualquier caso, será necesario explorar otros descriptores de presión o de impacto basados en los efectos del cambio climático (o cambio global), por ejemplo las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero), o basados en cambios significativos en los patrones o regímenes de precipitación y temperatura, por ejemplo mediante un índice de aridez. En el medio terrestre, desde luego, parece necesario seguir avanzando en la obtención de descriptores que informen sobre el grado de fragmentación del paisaje así como sobre los cambios en los usos del suelo (especialmente en el proceso de artificialización, ya sea por urbanismo o por infraestructuras). En este aspecto, no sólo hay que mantener una escala de ámbito comunitario mediante el CORINE LANDCOVER sino analizar cambios a una escala de mayor resolución como es la nacional, a través del SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España), coordinado por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional) (<http://www.ign.es/siose/>).

Es también necesario abordar la selección de descriptores de respuesta de Nivel 3, no sólo en lo que concierne al objetivo fundamental de conseguir un

⁹⁰ Sebastián Márquez Barraso, Gabriel del Barrio Escribano y Alberto Ruiz Moreno. 2009. Análisis de la conectividad del paisaje para Hábitat de Interés Comunitario en España peninsular. Contribución de la Red Natura 2000. MARM. Inédito

desacople entre crecimiento económico y consumo de recursos, sino también en factores tan básicos como la cantidad de recursos económicos que las administraciones públicas dedican a la conservación del patrimonio natural en relación con otros sectores.

Hay que explorar también la formulación de otros descriptores de respuesta basados en el grado de aplicación de la Ley 42/2007 sobre Patrimonio Natural y Biodiversidad. Por ejemplo, mediante el control del grado de cumplimiento de las obligaciones inherentes a dicha ley como son: la creación del inventario nacional (con sus diferentes inventarios), la redacción del Plan Estratégico Estatal y de las directrices de ordenación de los recursos naturales o de la Red natura 2000, la puesta en marcha de las medidas para la conservación de los tipos de HIC o la realización de las Estrategias y Planes de conservación y restauración. Con respecto a la redacción obligada de los Planes Sectoriales, es muy conveniente definir descriptores que informen sobre las tendencias de políticas y sectores económicos especialmente impactantes sobre el medio natural. Cabe destacar el sector del transporte (por su alto consumo de energía a través de combustibles fósiles y por el efecto vertebrador que produce sobre el medio terrestre el transporte por carretera y el de Alta Velocidad), el de la energía (fracción obtenida de fuentes renovables), el de ordenación del territorio (Ley del suelo), el de la Política Agraria (insumos) o incluso el de la política de desarrollo rural (mejora de la calidad de vida y relación con sistemas agrarios más acordes a las capacidades de carga de los ecosistemas).

4.1. Nivel 1. Hábitats de Interés Comunitario

4.1.1. SUPERFICIE DE CADA HIC EN ESTADO FAVORABLE y DESFAVORABLE

- Definición

Este descriptor se define como la superficie de cada tipo de HIC, en cada Región Biogeográfica, que se corresponde con los estados de conservación siguientes: favorable, desfavorable-inadecuada, desfavorable-mala y desconocido.

Esta superficie debe evaluarse en dos ámbitos territoriales distintos. El primero queda constituido por el conjunto de la superficie ocupada dentro del área de distribución en cada región. El segundo se refiere a la superficie ocupada dentro de los espacios designados como LIZ-ZEC en cada región.

- Justificación

Descriptor necesario para evaluar el elemento “Superficie ocupada” que caracteriza el proceso de Nivel 1 “Evaluación del estado de conservación de los tipos de HIC”.

- Cálculo

El descriptor puede expresarse como superficie en valores absolutos (hectáreas) o mediante el porcentaje superficial de cada estado sobre el total por región. Este último parámetro se considera más adecuado por que permite una primera comparación entre tipos de HIC distintos.

La superficie asignable a cada estado debe basarse en la aplicación sistemática de un protocolo objetivo, diseñado en función de las particularidades ecológicas de cada tipo de HIC. El procedimiento puede establecerse mediante una evaluación de campo (local) del factor estructura y función, a través de la medición de un selecto conjunto de variables, o mediante datos procedentes de teledetección. Para la aplicación del primer procedimiento pueden seguirse los protocolos descritos en el Proyecto “Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de HIC presentes en España” (VVAA, 2009) realizado por el MARM.

Un ejemplo que se incluye aquí para este descriptor es la evaluación de un tipo de río en el ámbito territorial de Cataluña. Se refiere concretamente el tipo de HIC 3250 y la evaluación fue realizada en el transcurso del proyecto piloto inicial realizado en el marco del Proyecto “Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de HIC presentes en España” (VVAA, 2009). Para realizar dicha evaluación se parte de la estimación del estado ecológico de las masas de agua conforme a la Directiva Marco del Agua, es decir, se determinará el estado ecológico a partir de los factores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos.

El estado de conservación se determinará a partir del estado ecológico, según la tabla siguiente:

Estado ecológico	Estado de conservación
Muy bueno	Favorable
Bueno	
Moderado	Desfavorable - inadecuado
Deficiente	
Malo	Desfavorable - malo

Por tipo de hábitat se sumarán los kilómetros de río donde es posible encontrar el HIC (superposición capa de HIC y capa de masas de agua ríos), previamente ponderados según el recubrimiento del HIC, para cada una de las calidades de estado ecológico. Se determinará después el estado de conservación según las equivalencias de la tabla anterior.

En el ámbito del conjunto de LIC-ZEC, la evaluación de cada tipo de HIC dependerá de la superficie asignable a cada tipo de estado (favorable-desfavorable) en cada LIC-ZEC que se encuentre (con superficie significativa), e incluso del valor diferente que tenga cada representación-LIC en el conjunto del área del HIC.

Para este ámbito, se ha realizado una estimación con todos los tipos de HIC en cada región biogeográfica a través de la información incluida en la Base de Datos del Formulario Normalizado Red Natura 2000. Concretamente, se ha utilizado el valor de cobertura (porcentaje de superficie que ocupa un tipo de HIC con respecto al área del LIC) y el valor de estado de conservación basado en los criterios del Anexo III de la Directiva 92/43/CE. El nombre completo del criterio es "Grado de conservación de la estructura y de las funciones del tipo de hábitat natural de que se trate y posibilidad de restauración". Se estructura en tres subcriterios y puede obtener los siguientes valores globales:

A) Conservación excelente

=Estructura excelente, con independencia de la categorización de los dos subcriterios restantes

=Estructura bien conservada y excelentes perspectivas, con independencia de la categorización del tercer subcriterio

B) Conservación Buena

=Estructura bien conservada y buenas perspectivas, independientemente de la categorización del tercer subcriterio

=Estructura bien conservada, perspectivas regulares y quizás desfavorables y restauración fácil o posible con un esfuerzomedio

=Estructura mediana o parcialmente degradada, perspectivas excelentes y restauración fácil o posible con un esfuerzo medio

=Estructura mediana o parcialmente degradada, perspectivas buenas y restauración fácil

C) Conservación intermedia o escasa

= Todas las demás combinaciones

Para estimar el estado de conservación de cada tipo de HIC en cada LIC se hace la siguiente correspondencia:

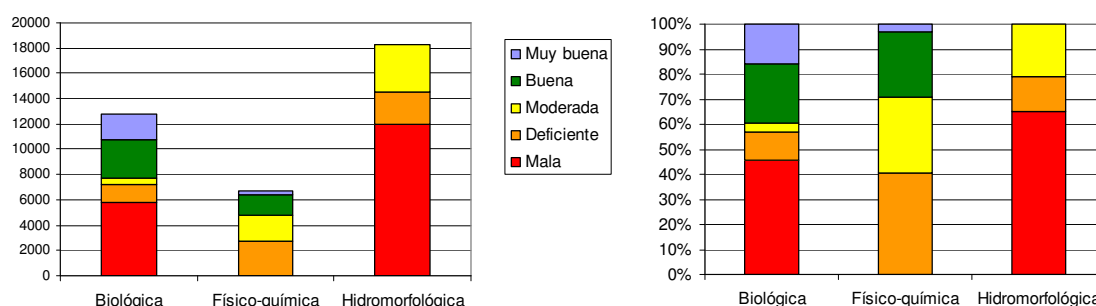
Estado Favorable	= Conservación Excelente
Estado Desfavorable-inadecuado	= Conservación Buena
Estado-Desfavorable-malo	= Conservación intermedia o escasa

- Valoración

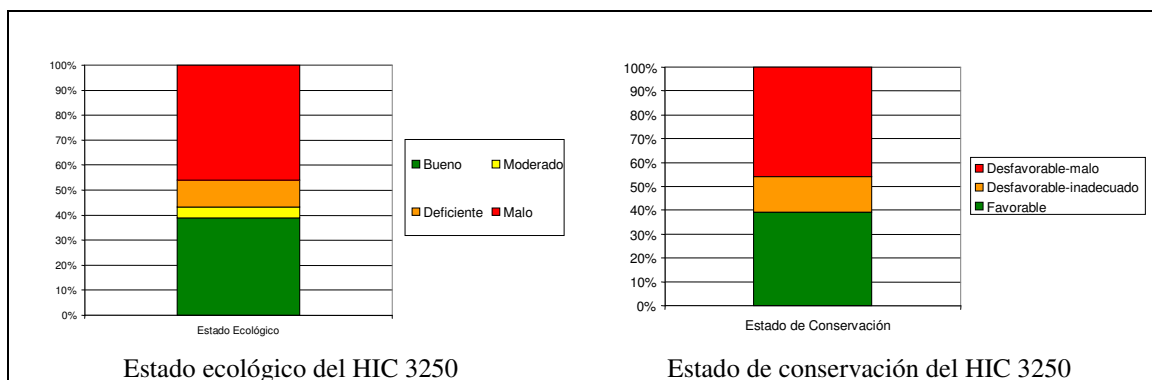
Descriptor aplicable a la mayoría de los tipos de HIC. No obstante, el parámetro de superficie puede ser no adecuado (poco posible) para ecosistemas o biotopos no zonales de reducida extensión, como por ejemplo varios tipos de prados o pastizales, turberas o determinados tipos de hábitats rocosos. La superficie puede ser también una variable poco consistente para tipos de hábitats como son las cuevas (tridimensionalidad) o incluso los acantilados (verticalidad).

- Presentación de resultados

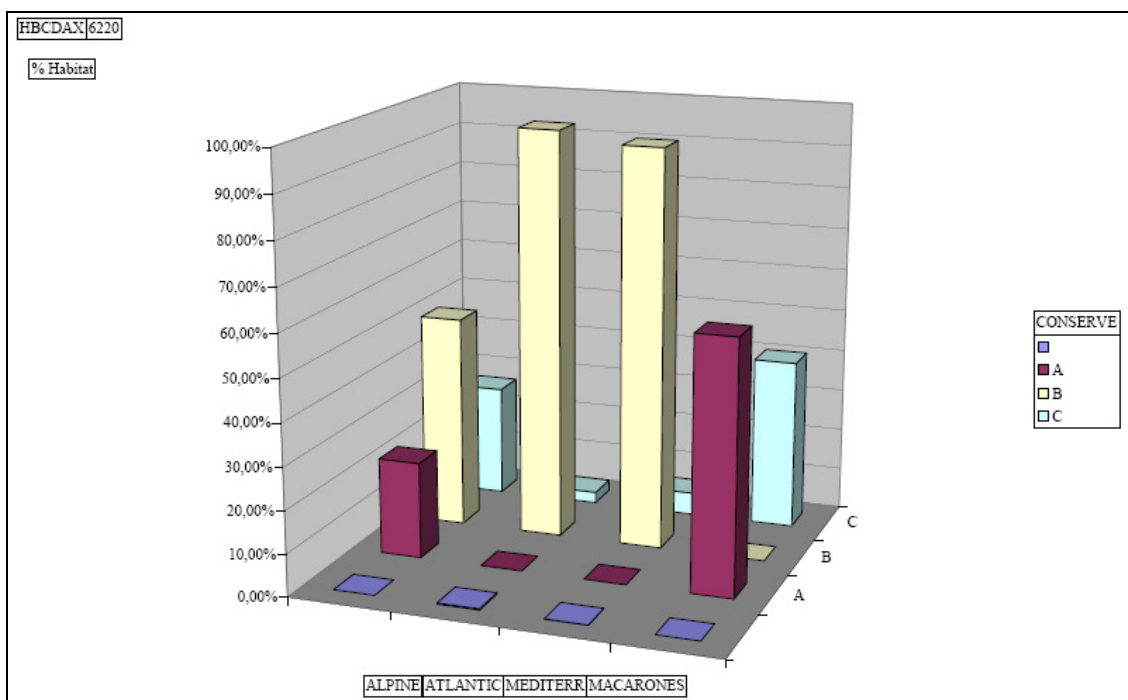
En el caso de tipos de HIC relacionables con masas de agua designadas en aplicación de la Directiva Marco del Agua, además de los resultados relativos al estado de conservación deberán consignarse los que se refieren al estado ecológico, tal como se muestra en las tablas siguientes para el hábitat 3250 en un territorio como Cataluña.



Calidad biológica, físico-química e hidromorfológica del HIC 3250, en metros de río (izquierda) y en porcentaje (derecha).

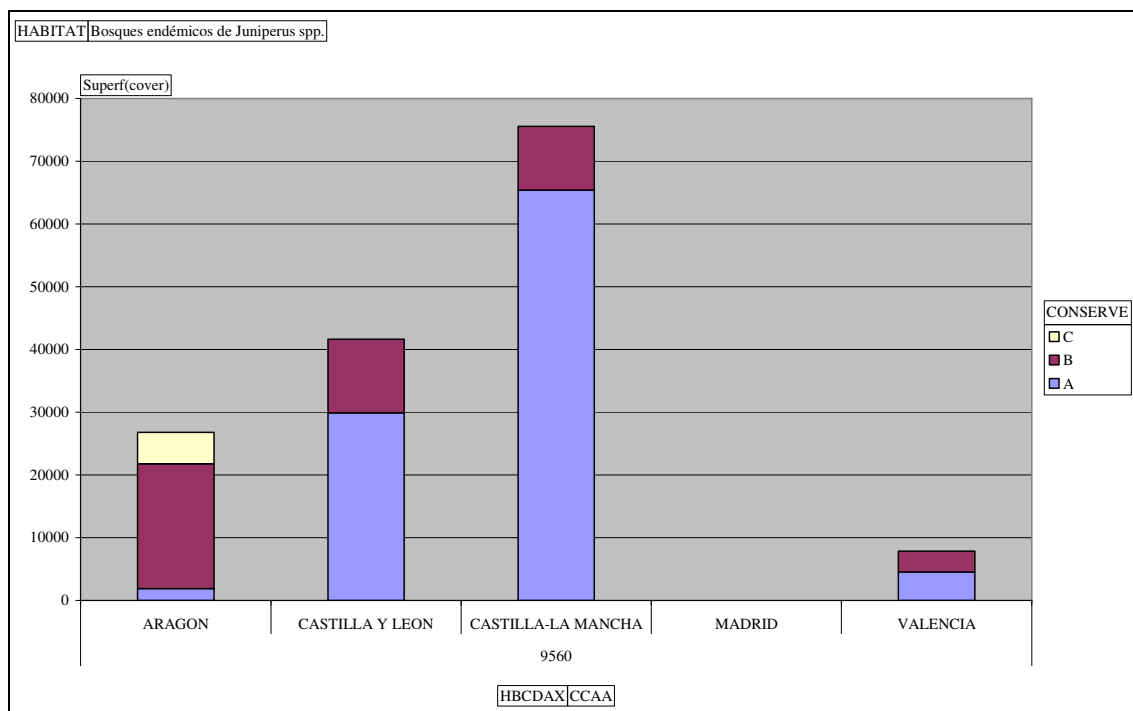


En el caso de tipos de HIC no ligados a la DMA se presentan los resultados de la evaluación del estado de conservación agrupados por región biogeográfica, tal como se demuestra en la gráfica siguiente:

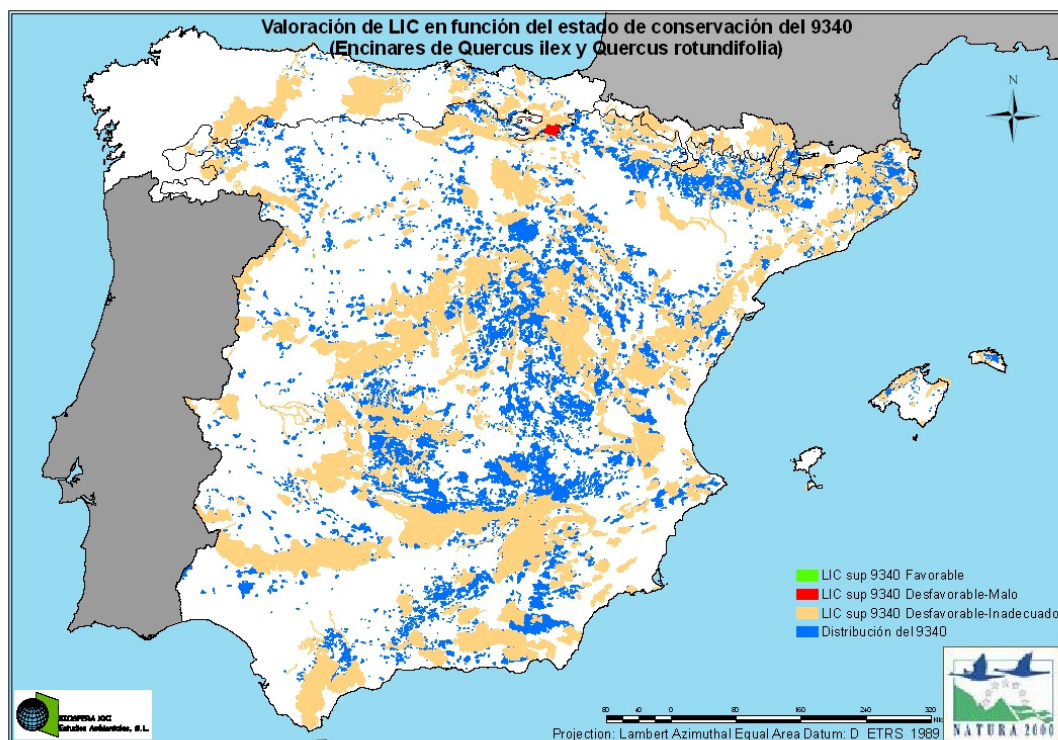


Porcentaje superficial asignado a los diferentes estados de conservación para el tipo de HIC 6220 en el conjunto de los LIC por región biogeográfica. A) Conservación excelente. B) Conservación Buena. C) Conservación media o escasa. Azul= superficie con presencia no significativa. Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Formulario Normalizado Red Natura 2000 (Febrero 2009).

En cuanto a los mapas, se presenta un ejemplo con los encinares (9430). Se ha considerado que la representación de un tipo de HIC en un LIC es desfavorable-inadecuada cuando la superficie con valor C para dicho hábitat es mayor del 25%, siguiendo criterios análogos a los que recoge la Matriz General de Evaluación. Si la superficie con valor A es mayor del 95% se considera favorable.



También puede presentarse la información tomando como unidad de referencia la Comunidad Autónoma. Aquí se presenta, como ejemplo, la superficie del tipo de HIC 9560 (sabinares de *Juniperus thurifera*) asignada a las categorías A, B y C. Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Formulario Normalizado Red Natura 2000 (Febrero 2009).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Formulario Normalizado Red Natura 2000 (Febrero 2009).

4.1.2. SUPERFICIE QUEMADA POR INCENDIOS FORESTALES

Definición

El descriptor estima la superficie forestal afectada (arbolada, no arbolada y total) por incendios forestales en España. También puede incluir otros parámetros como el número de incendios, la superficie media (ha/incendio), el porcentaje de conatos (fuegos menores de una ha) o el porcentaje de incendios en los que los medios de extinción llegaron en 15 minutos desde la detección.

Justificación

Los incendios forestales, además de poner en riesgo vidas humanas y causar frecuentes víctimas mortales, destruyen ecosistemas y afectan a la supervivencia de especies animales y vegetales, aumentando el riesgo de erosión al eliminar la cubierta vegetal protectora del suelo. En el periodo 1961-2007 la superficie media por incendio fue de 14,5 ha/incendio, mientras que en el periodo 1990-2007, este valor fue de 8,0 ha/incendio.

Las causas de los incendios es uno de los aspectos de mayor interés, siendo su origen, por este orden y tanto por número como por superficie afectada: intencionados, negligencias y otras causas, desconocidas, rayos y reproducción de incendios ya existentes.

Este descriptor se propone para contribuir a caracterizar el elemento de perspectivas futuras en tipos de HIC forestales en el proceso de determinación de presiones y amenazas.

Cálculo

El indicador se calcula como el porcentaje que representa la superficie forestal quemada con respecto a la superficie forestal total. Los datos utilizados para el cálculo del indicador son proporcionadas por el sistema estadístico del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (número de incendios, superficie forestal incendiada en ha arbolada y no arbolada y principales causas de los incendios).

En cuanto a valores objetivo, el Plan Forestal Español indica que el porcentaje para el año 2001 ha sido del 0.6%. Para el 2008 plantea como objetivo el 0.3% y en un período de 30 años plantea una reducción al 0.2%.

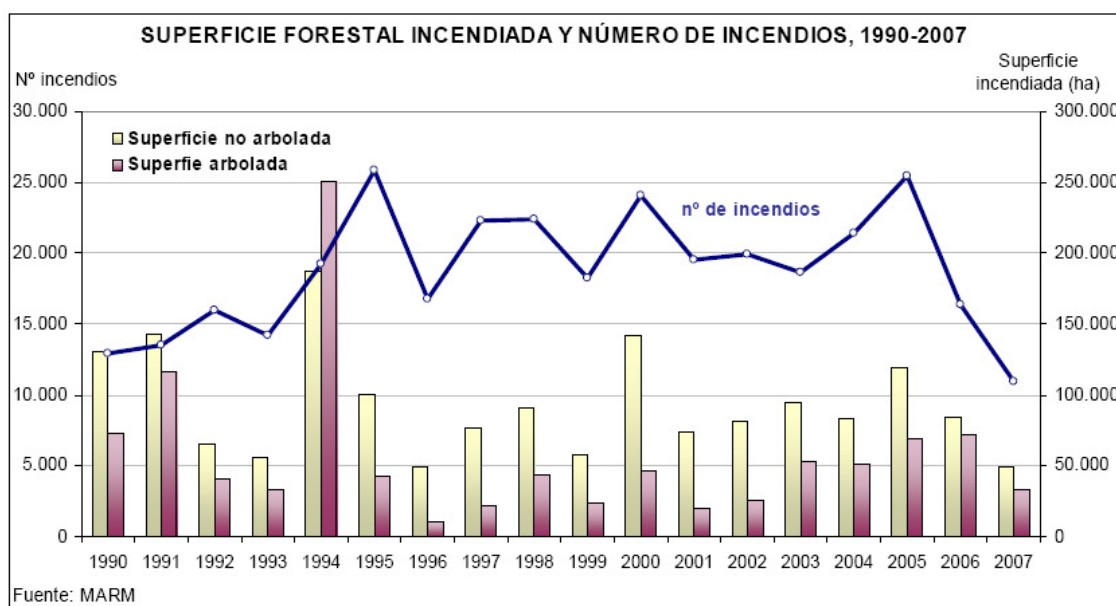
Valoración

Un descriptor global como el total de la superficie arbolada puede no informar sobre los efectos en tipos de HIC si no se desglosa por tipo de bosque con especies dominantes.

Presentación de resultados

El indicador que aparece en el Banco Público de Indicadores del MARM contiene una gráfica y una tabla como las que se incluyen a continuación. Estos datos globales deberían incluir un desglose por tipos de bosques lo suficientemente discreto como para permitir correspondencias con tipos de HIC.

Superficie forestal incendiada y número de incendios					
Año	Incendios (Nº)	Superficie total incendiada (ha)	Superficie arbolada (ha)	Superficie no arbolada (ha)	Superficie media (ha/incendio)
1990	12.913	203.032	72.993	130.039	15,7
1991	13.531	260.318	116.896	143.422	19,2
1992	15.955	105.277	40.438	64.839	6,6
1993	14.254	89.267	33.161	56.106	6,3
1994	19.263	437.635	250.433	187.202	22,7
1995	25.827	143.484	42.389	101.095	5,6
1996	16.771	59.814	10.531	49.283	3,6
1997	22.320	98.503	21.326	77.177	4,4
1998	22.446	133.643	42.959	90.684	6,0
1999	18.237	82.217	24.034	58.183	4,5
2000	24.118	188.586	46.138	142.448	7,8
2001	19.547	93.297	19.363	73.934	4,8
2002	19.929	107.464	25.197	82.267	5,4
2003	18.616	148.172	53.673	94.499	8,0
2004	21.396	134.193	51.732	82.461	6,3
2005	25.492	188.672	69.350	119.322	7,4
2006	16.334	155.363	71.803	84.280	9,5
2007	10.917	82.027	33.069	48.959	7,5



Referencias

Banco Público de Indicadores Ambientales del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/indicadores_ambientales/banco_publico_ia/

Plan Forestal Español (2002).

VVAA. 2006. Criterios e indicadores de gestión forestal sostenible en los bosques españoles. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

4.1.3. SUPERFICIE FORESTAL BAJO INSTRUMENTOS DE ORDENACIÓN

Definición

Los parámetros o variables que incluye este descriptor son:

- Porcentaje de Montes Públicos y Montes Privados ordenados
- Superficie ordenada pública y privada

Justificación

Este descriptor se propone para caracterizar el elemento de integración intersectorial en el proceso de determinación de medidas de conservación, para garantizar un estado de conservación favorable de los tipos de HIC forestales. Aunque hay varios tipos de instrumentos de ordenación, se considera que el más adecuado en este contexto son los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales (PORF) previstos en la Ley de Montes de 2003.

Los parámetros están contemplados en el Plan Forestal Español, aunque conceptualmente se encuentran recogidos en el los “Indicadores Pan-europeos de gestión forestal sostenible” (MCPFE, 2002) y en los estándares de certificación forestal (FSC).

Cálculo

Tanto el porcentaje como la superficie son con respecto al total de la superficie forestal española. Tomando en consideración la Ley de Montes (2003, 2006) se considera monte ordenado el que tiene al menos un Plan de Ordenación Forestal (o similar como un PORN) o un plan dasocrático o análogo similar.

El cálculo de los parámetros propuestos es sencillo puesto que supone simplemente determinar un porcentaje y obtener una superficie. La dificultad estriba en obtener datos actualizados y completos para todo el territorio español y desglosado por tipos de bosques o sistemas forestales.

- El porcentaje de Montes Públicos ordenados en 2001 era del 12%. El objetivo para 2008 es alcanzar un 20% y el objetivo a 30 años (2032) es conseguir el 60%.

- El porcentaje de Montes Privados ordenados en 2001 era del 1%. El objetivo para 2008 es alcanzar un 6% y el objetivo a 30 años (2032) es conseguir el 30%.

- La superficie ordenada con respecto a la superficie forestal pública en 2001 era del 15%. El objetivo para 2008 es alcanzar un 25% y el objetivo a 30 años (2032) es conseguir el 75%.

- La superficie ordenada con respecto a la superficie forestal privada en 2001 era del 4%. El objetivo para 2008 es alcanzar un 8% y el objetivo a 30 años (2032) es conseguir el 25%.

Los datos se obtienen del Anuario de Estadística Forestal del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Valoración

Es un descriptor necesario para cuantificar la superficie atribuible a tipos de HIC forestales que está sometida, al menos teóricamente, a un plan de ordenación. Su principal desventaja es que no hay garantías de que los PORF incluyan en su contenido un objetivo explícito de mantener los tipos de HIC en un estado de conservación favorable, lo que implicaría una regulación clara del tipo e intensidad de aprovechamiento forestal. Hasta que no haya una garantía de este tipo, es posible que la información suministrada por el descriptor no se correlacione realmente con el objetivo central del Nivel 1.

Presentación de resultados

Los resultados pueden concretarse en una tabla en la que se incluyan la superficie y el porcentaje en un ámbito territorial como la Región Biogeográfica. El óptimo supondría datos particularizados por tipo de HIC. En cuanto a la expresión espacial, debería generarse un mapa nacional en el que se recogieran los perímetros de las zonas que están sometidas a PORF.

Referencias

Plan Forestal Español (2002).

VVAA. 2006. Criterios e indicadores de gestión forestal sostenible en los bosques españoles. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

4.1.4. SUPERFICIE FORESTAL CERTIFICADA (CFS)

Definición

Superficie forestal certificada siguiendo el procedimiento del Grupo de Trabajo Español para la Certificación FSC.

Justificación

Este descriptor se propone para caracterizar el elemento de integración intersectorial en el proceso de determinación de medidas de conservación, para garantizar un estado de conservación favorable de los tipos de HIC forestales. De forma análoga al descriptor de superficie forestal bajo instrumentos de ordenación, se considera que la superficie con certificación forestal puede ser un dato importante como descriptor de respuesta.

Cálculo

El FSC ha desarrollado 10 Principios y 56 Criterios (PyC) cuyo cumplimiento garantiza el nivel mínimo exigible de buena gestión forestal en cualquier lugar del mundo. Dado que dicho umbral necesariamente se alcanzará de manera distinta según las características particulares de cada país, el FSC promueve el desarrollo de indicadores y, opcionalmente, verificadores regionales o nacionales que permiten evaluar el cumplimiento de los PyC a escala local. El conjunto de Principios y Criterios internacionales más los Indicadores y Verificadores, elaborados por el Grupo de Trabajo español, componen los Estándares Españoles de Gestión Forestal para la Certificación FSC.

Los estándares españoles de gestión forestal para la certificación FSC han sido elaborados para poder ser aplicados a todo tipo de ecosistema forestal, independientemente de su origen (masas naturales, seminaturales y plantaciones), ubicado en cualquiera de las tres regiones biogeográficas existentes en el conjunto del Estado español, cualquiera que sea el régimen de propiedad y superficie de la explotación.

Los estándares de certificación del FSC presentan una estructura jerárquica de tal forma que el cumplimiento de los niveles inferiores (Indicadores) garantiza el cumplimiento del nivel inmediato superior (Criterios y Principios) y, a su vez, el incumplimiento de los niveles inferiores necesariamente conlleva al incumplimiento de los superiores y por tanto conducen al auditor a establecer medidas correctoras en la gestión (precondiciones y condiciones) para que pueda ser certificada. Por tanto, los indicadores son los elementos clave del documento y muestran el logro alcanzado en el nivel exigido para la certificación de la gestión forestal. Los verificadores, por el contrario, no son vinculantes ya que tienen solamente carácter informativo con objeto de facilitar al certificador la labor de búsqueda del cumplimiento del estándar.

Los estándares españoles, además de desarrollar los principios del 1 al 10 del FSC (a excepción del Principio 3, relativo a las poblaciones indígenas), incorporan estándares específicos para el aprovechamiento del corcho y la

resina, productos forestales no maderables de especial interés en el monte mediterráneo.

INDICADORES CRÍTICOS POR PRINCIPIO

PRINCIPIO 1: Observación de las leyes y los principios de FSC.

La gestión forestal deberá respetar todas las leyes nacionales, los tratados y acuerdos internacionales de los que el país es signatario, y deberá cumplir todos los Principios y Criterios del FSC.

Indicador 1.1.1.

Los responsables de la gestión/propietarios de la Unidad de Gestión Forestal (UGF) demuestran que ésta con la legislación vigente.

PRINCIPIO 2: Derechos y responsabilidades de tenencia y uso.

La tenencia y los derechos de uso a largo plazo sobre la tierra y los recursos forestales, deberán estar claramente definidos, documentados y legalmente establecidos.

Indicador 2.1.1.

Los responsables de la gestión/propietarios de la UGF acreditan los derechos de tenencia y uso de los terrenos y de los recursos forestales mediante el aporte de documentos válidos en derecho.

Indicador 2.3.4.

No existen conflictos en relación con la tenencia o uso del terreno forestal que pongan en riesgo la gestión forestal.

PRINCIPIO 4: Relación con las comunidades locales y derechos de los trabajadores.

La gestión forestal deberá mantener o elevar el bienestar social y económico a largo plazo de los trabajadores forestales y de las comunidades locales.

Indicador 4.1.1.

Los responsables de la gestión/propietarios de la UGF facilitan el acceso de la comunidad local a puestos de trabajo relacionados con las actividades forestales.

Indicador 4.2.1.

La gestión forestal cumple o supera toda la normativa laboral de seguridad social y de prevención de riesgos laborales vigente y aplicable a la zona.

Indicador 4.3.1.

Los trabajadores tienen libertad para organizarse sindicalmente y para la elección de sus representantes, según lo dispuesto en el R.D.L. 1/95, texto refundido del Estatuto de los Trabajadores, y en el R.D.L. 2/95 de Procedimiento Laboral o aquellas legislaciones que los sustituyeran.

PRINCIPIO 5: Beneficios del monte.

La gestión forestal deberá promover el uso eficiente de los múltiples productos y servicios del monte para asegurar la viabilidad económica y una gama amplia de beneficios ambientales y sociales.

Indicador 5.2.2.

La gestión de los recursos forestales no maderables (pastos, caza, corcho, resina, hongos, etc.) está contemplada y desarrollada en el Plan de Gestión.

Indicador 5.4.1.

El Plan de Gestión analiza los posibles productos y servicios forestales y justifica su elección, teniendo como objetivo la diversificación, mientras se mantiene la composición, estructura y funciones del monte.

Indicador 5.6.1.

La tasa de aprovechamiento no supera la de crecimiento de los recursos forestales, salvo en situaciones excepcionales bien justificadas (por ejemplo: derribos naturales, daños fitosanitarios, sacrificios de cortabilidad para favorecer la estabilidad ecológica de la masa forestal, entre otras).

PRINCIPIO 6: Impacto ambiental.

Toda gestión forestal deberá conservar la diversidad biológica y sus valores asociados, los recursos de agua, los suelos y los ecosistemas frágiles y únicos, además de los paisajes. Al realizar estos objetivos, las funciones ecológicas y la integridad del monte podrán ser mantenidas.

Indicador 6.2.2.

La gestión forestal incluye acciones concretas, restricciones de uso y/o limitaciones a la ejecución de determinadas operaciones forestales, con el fin de conservar los hábitats y especies a que se refiere el indicador anterior.

Indicador 6.5.1.

Las directrices para el control de la erosión, la protección de los recursos hídricos y la minimización de los daños sobre el conjunto de los recursos naturales de la unidad forestal se recogen en los pliegos de condiciones que rigen los diferentes trabajos enmarcados en la gestión forestal.

Se prestará atención en particular a:

Los daños provocados por las cortas a la regeneración y los pies residuales.

La fragmentación de los hábitats.

La compactación y erosión superficial producida por las cortas y la construcción de pistas e infraestructura de defensa contra incendios forestales.

Indicador 6.5.2.

La Unidad de Gestión Forestal cuenta con una adecuada infraestructura de defensa contra incendios (áreas cortafuegos naturales o artificiales, pistas, fajas auxiliares, puntos de agua, etc.), que se mantiene permanentemente en buen estado de conservación.

Indicador 6.5.6.

Los responsables de la gestión establecen y mantienen zonas de protección alrededor de todos los cursos de agua para garantizar la cantidad y calidad de sus recursos y su oferta de hábitats para la flora y la fauna.

Indicador 6.6.3.

En el control de plagas y enfermedades no se utilizan los siguientes productos químicos:

Clasificados como de tipos 1 A y 1 B por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

De hidrocarbonados clorados.

Persistentes, tóxicos o cuyos derivados se mantienen biológicamente activos y se acumulan en la cadena alimenticia más allá del uso deseado.

No específicos.

Cualquiera prohibido por acuerdos internacionales.

Indicador 6.10.1.

No se realiza la transformación de bosques a plantaciones o a usos de suelo no forestales excepto cuando concurren todas las siguientes circunstancias:

a) Cuando permita obtener beneficios para la conservación de la diversidad biológica.

b) Cuando no se produzca en Montes con Alto Valor de Conservación.

c) Cuando la superficie afectada no supere el 2 % del total de la Unidad de Gestión Forestal.

PRINCIPIO 7: Plan de Gestión Forestal.

Un Plan de Gestión -- de acuerdo a la escala y a la intensidad de las operaciones propuestas -- deberá ser escrito, ejecutado y actualizado. En el mismo se deberán establecer claramente los objetivos de la gestión, y los medios para lograr estos objetivos.

Indicador 7.1.2.

El Plan de Gestión contiene información sobre:

Los objetivos de la gestión, que deben ser claros, alcanzables y medibles.

La descripción de los recursos del monte que serán gestionados, las limitaciones ambientales, el estado de la propiedad y el uso del terreno, las condiciones socioeconómicas y un perfil de las áreas adyacentes.

La descripción del sistema selvícola u otro sistema de gestión a aplicar basada en la ecología del monte y en la información obtenida a través de los inventarios forestales.

La justificación de las posibilidades anuales de aprovechamiento y de la elección de especies.

Las medidas para el seguimiento del crecimiento y la dinámica del monte.

Las medidas ambientales preventivas basadas en las evaluaciones ambientales.

Las medidas para la identificación y la protección de las especies catalogadas.

La cartografía que describa la base de los recursos forestales, incluyendo las áreas protegidas, las actividades planificadas y la propiedad del terreno.

La descripción y justificación de las técnicas de gestión y de los equipos utilizados.

Indicador 7.1.2. (SLIMF)

El Plan de Gestión contiene información sobre:

- a) Los objetivos de la gestión
- b) La descripción de los recursos del monte que serán gestionados, así como de las características ambientales y socioeconómicas de la zona.
- c) La descripción del sistema selvícola a aplicar, de las técnicas de gestión y de los equipos utilizados.
- d) La justificación de las posibilidades anuales de aprovechamiento y de la elección de especies.
- e) Las medidas ambientales preventivas basadas en las evaluaciones ambientales.
- f) La cartografía que describa la base de los recursos forestales.

Indicador 7.4.1.

Respetando la confidencialidad de la información, existe, a disposición pública, un resumen del Plan de Gestión con sus principales elementos, incluyendo los mencionados en el criterio 7.1.

PRINCIPIO 8: Seguimiento y evaluación.

Deberán evaluarse, según la escala y la intensidad de la gestión forestal, las condiciones del monte, el rendimiento de los productos forestales, la cadena de custodia y la propia gestión, con sus impactos sociales y ambientales.

Indicador 8.1.1.

Los responsables de la gestión llevan a cabo un seguimiento de la ejecución del Plan de Gestión, de acuerdo a la escala e intensidad de las operaciones de la UGF, que permite evaluar:

El grado de cumplimiento de los objetivos previstos.

Las desviaciones producidas con respecto al Plan de Gestión.

Los efectos inesperados de las actividades de gestión.

Los efectos sociales y ambientales de la gestión forestal.

PRINCIPIO 9: Mantenimiento de Montes con Alto Valor de Conservación.

Las actividades de gestión en Montes con Alto Valor de Conservación mantendrán o incrementarán los atributos que caracterizan a dichos montes. Las decisiones referentes a los Montes con Alto Valor de Conservación deberán tomarse siempre dentro del contexto de un enfoque precautorio.

Indicador 9.1.1.

En el Plan de Gestión se determina la presencia de los atributos que permiten considerar a los Montes de Alto Valor de Conservación como tales y se describen de acuerdo a la escala e intensidad de la gestión forestal.

Indicador 9.3.1.

La gestión forestal en Montes con Alto Valor de Conservación está dirigida a asegurar o mejorar los atributos que los caracterizan, mediante el cumplimiento de todos y cada uno de los siguientes elementos:

- a) La conservación o incremento de la diversidad biológica.
- b) El mantenimiento o incremento de su valor paisajístico.
- c) La conservación de los ecosistemas raros o amenazados, si los hubiera.
- d) El mantenimiento o incremento de su capacidad de proporcionar beneficios ambientales básicos.
- e) El mantenimiento o incremento de su grado de contribución a la satisfacción de las necesidades básicas de las comunidades locales, incluyendo su identidad cultural.

PRINCIPIO 10: Plantaciones.

Las plantaciones deberán ser planeadas y gestionadas de acuerdo con los Principios y Criterios del 1 al 9 y con los Criterios del Principio 10. Si bien las plantaciones pueden proporcionar una gran variedad de beneficios sociales y económicos y pueden contribuir a la satisfacción de las necesidades de productos forestales del mundo, éstas deberán complementar la gestión de, reducir la presión sobre y promover la restauración y conservación de los bosques naturales.

Indicador 10.1.1.

El Plan de Gestión contempla, convenientemente cartografiadas, todas las plantaciones existentes y proyectadas en la Unidad de Gestión Forestal.

Indicador 10.2.5.

Los responsables de la gestión toman medidas para fomentar la conservación de la red fluvial en las plantaciones. Especialmente no se establecen plantaciones en el dominio público hidráulico, donde se permite el desarrollo de la vegetación natural.

Indicador 10.4.1.

Los responsables de la gestión fundamentan la elección de las especies y las procedencias del material forestal de reproducción a utilizar en las plantaciones en un estudio de los factores ecológicos, sociales y económicos implicados, que forma parte del Plan de Gestión.

Indicador 10.5.1.

Una superficie mínima del 10 % del total de la Unidad de Gestión Forestal se gestiona para mantener o restaurar los hábitats forestales originales. Esa superficie debe estar convenientemente cartografiada en el Plan de Gestión y señalizada en el terreno. Los criterios de selección de la misma serán: continuidad en la superficie y diversidad biológica potencial.

Indicador 10.6.2.

No se realizan ni proyectan plantaciones en suelos de características singulares.

Indicador 10.7.2.

El Plan de Gestión incluye un plan de lucha integrada contra plagas y enfermedades.

Indicador 10.7.5.

Todas las plantaciones existentes o proyectadas en la Unidad de Gestión Forestal cuentan con una adecuada infraestructura de defensa contra incendios (áreas cortafuegos naturales o artificiales, pistas, fajas auxiliares, puntos de agua, etc.), que se mantiene permanentemente en buen estado de conservación.

Indicador 10.8.1.

Los responsables de la gestión realizan un seguimiento de las plantaciones mayores a 25 hectáreas que incluye una evaluación anual de los posibles impactos ecológicos y sociales (regeneración natural, efectos sobre los recursos hídricos, fertilidad del suelo y bienestar social), además de los elementos tratados en el principio 8, tanto en el área de la plantación como en zonas adyacentes. Dicha evaluación se realiza en función de la escala y complejidad de la plantación.

Indicador 10.9.1.

No se han convertido bosques naturales en plantaciones después de noviembre de 1994. En caso contrario, se demuestra que ni el propietario ni el responsable de la gestión son responsables, directa o indirectamente, de ello.

Proceso de toma de decisiones para la certificación

a) Los auditores no deben evaluar de manera directa los principios y Criterios del FSC. Las decisiones en cuanto al cumplimiento de los Principios y Criterios se deben basar únicamente en la evaluación de cada indicador especificado en estos Estándares de Gestión Forestal.

b) Las decisiones sobre la certificación se deben basar en la identificación de Incumplimientos Mayores a nivel de cada Principio FSC. Si existe un incumplimiento mayor a un Principio FSC, no se debe emitir un certificado.

c) Un incumplimiento mayor de los requisitos de cualquier Principio FSC se determinará a través de la evaluación del cumplimiento de cada uno de los indicadores de todos los Criterios de ese Principio y de la evaluación de las consecuencias del incumplimiento.

d) Un incumplimiento debe ser considerado de importancia menor si:

- Es temporal;
- Es inusual / no sistemático;
- El impacto del incumplimiento es limitado temporal o espacialmente;
- Se toman medidas correctivas en cuanto se identifica el incumplimiento, para asegurar que éste no se repetirá;
- No perjudica de manera fundamental el logro del Objetivo del Principio FSC correspondiente.

- e) Un incumplimiento debe ser considerado de importancia mayor si:
- _ Ocurre durante un largo periodo de tiempo;
 - _ Es repetido o sistemático
 - _ El impacto del incumplimiento ocurre en un área grande o permanecerá durante un largo período de tiempo;
 - _ No se toman medidas correctivas oportunas, o éstas son inadecuadas, a pesar de que el incumplimiento es conocido por los responsables;
 - _ Conduce, o es probable que conduzca, a una incapacidad de alcanzar el objetivo del Principio FSC correspondiente.
- f) Para apoyar la labor de los auditores en la identificación de los incumplimientos mayores a nivel de Principio, el GT FSC ha seleccionado los Indicadores Críticos de los Estándares.
- g) La entidad de certificación debe tomar en cuenta explícitamente la fragilidad y el carácter único del sistema forestal cuando éstos sean relevantes (por ejemplo, en relación a la evaluación del impacto ambiental o social del incumplimiento).
- h) La entidad de certificación debe justificar por escrito su decisión sobre si cada incumplimiento identificado a nivel del indicador constituye un incumplimiento mayor o menor a nivel del principio FSC.
- d) Cualquier caso de incumplimiento mayor debe impedir la emisión de un certificado hasta que el incumplimiento mayor haya sido corregido.
- e) Cualquier caso de incumplimiento mayor identificado después de la emisión de un certificado deberá ser corregido en un plazo de tres meses a partir de la fecha en que la entidad de certificación informa al titular del certificado que el incumplimiento se considera un incumplimiento mayor. En caso contrario, el certificado será suspendido.

Valoración

La Certificación Forestal Sostenible puede ser un instrumento de evaluación muy relevante para garantizar el estado de conservación de los tipos de HIC forestales. Como se ha visto en el apartado anterior, hay principios e indicadores suficientes para considerar muy posible dicha garantía. En cualquier caso, parece necesario que la CFS incluya de forma explícita criterios específicos para los tipos de HIC forestales.

Referencias

Grupo de Trabajo Español para la Certificación FSC. Estándares Españoles de gestión forestal para la certificación FSC. 2007.

4.1.5. EVOLUCIÓN DE LA CONECTIVIDAD DE LAS UNIDADES DE PAISAJE, ECOSISTEMAS O HÁBITATS

Definición

El descriptor cuantifica mediante un índice de conectividad un valor medio de resistencia de la matriz territorial en la que se insertan teselas o parches de tipos de bosques autóctonos.

El índice de conectividad se calcula obteniendo el valor medio de las cuadrículas del mapa de costo-distancia con valor distinto a cero (las cuadrículas de valor cero corresponden a las “fuentes”, es decir, a los bosques). Por tanto, el índice obtenido es el valor medio de resistencia de la matriz territorial en la que se insertan las manchas remanentes de bosques autóctonos, para cuadrículas de 100x100 metros

Justificación

Este descriptor se propone como contribución a la caracterización espacial del elemento superficie ocupada en el proceso de evaluación del estado de conservación de los tipos de HIC incluidos en el grupo de los bosques. Como se ha visto en el apartado 2.1.1.2.1, la fragmentación del territorio es un problema importante que afecta al correcto funcionamiento de los sistemas forestales ya que ocasiona problemas de aislamiento o incluso extinción local de especies.

Cálculo

La metodología de cálculo procede del siguiente trabajo: Índices de fragmentación y conectividad para el indicador de biodiversidad y paisaje de la Comunidad Autónoma del País Vasco. IKT. Mikel Gurrutxaga. Septiembre 2003. A continuación se extrae la información existente en la página web del gobierno Vasco que contiene una ficha descriptiva:

Para el cálculo se ha partido del mapa de “fuentes”, de cuadrículas de 100x100 m, con todos los tipos de bosques autóctonos, incluyendo los bosques de ribera, representando todas aquellas zonas en que estuvieran presentes como hábitat de mayor cobertura o como el segundo de mayor cobertura.

Por otro lado, el mapa de resistencias de los usos del suelo se ha generado con base en los siguientes valores, obteniendo como unidades gráficas las manchas con el valor de resistencia de la clase de vegetación de mayor cobertura. Al igual que el mapa de fuentes, el mapa de resistencias se genera en formato ráster con cuadrículas de 100x100 m.

Una vez se han generado ambos mapas iniciales, mediante la función CostDistance se obtiene el mapa de valores de permeabilidad o conectividad del territorio entre las manchas de bosque. El índice de conectividad se calcula obteniendo el valor medio de las cuadrículas del mapa de costo-distancia con valor distinto a cero (las cuadrículas de valor cero corresponden a las “fuentes”,

es decir, a los bosques). Por tanto, el índice obtenido es el valor medio de resistencia de la matriz territorial en la que se insertan las manchas remanentes de bosques autóctonos, para cuadrículas de 100x100 metros

De cara a la interpretación de los resultados, la conectividad es inversamente proporcional al valor numérico obtenido mediante el índice, es decir, cuanto mayor es el valor de C, la pérdida de conectividad entre los bosques es mayor, de forma que la permeabilidad del territorio para las especies forestales estrictas será menor al aumentar el índice y mayor al disminuir éste.

Valoración

Se considera relevante la propuesta, para el Nivel 1 del Sistema Red Natura 2000, de un descriptor que de forma explícita informe sobre la estructura espacial del paisaje en el que se encuentran las representaciones de tipos de HIC. Se incluye aquí este descriptor concreto porque forma parte oficial del sistema de indicadores ambientales del País Vasco. No obstante, podrían proponerse otros descriptores calculados por procedimientos relativamente distintos. Hay que tener en cuenta que los resultados quizá pueden variar sustancialmente en función del método de cálculo, especialmente en procesos tan complejos como son la generación de mapas de fricción. En cualquier caso, parece necesario seguir profundizando en análisis de conectividad en los que se relacione, por ejemplo, las zonas supuestamente más aisladas con la valoración del estado de conservación basado en variables estructurales.

Presentación de resultados

El Índice de conectividad es un valor adimensional que podría expresarse espacialmente mediante la generación de un mapa raster con los valores de costo o de fricción para cada píxel.

Referencias

Indicadores ambientales (biodiversidad) del Gobierno Vasco.

http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-3352/es/contenidos/informacion/biodiversidad/es_7635/conectividad_ficha.html

4.1.6. MASAS DE AGUA EPICONTINETALES EN RIESGO DE INCUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE LA DMA

Definición

Tramos de río (en km) o superficie de río que están en riesgo medio o elevado de incumplir los objetivos ambientales de la Directiva Marco del Agua (mantenimiento de un buen estado ecológico)

Justificación

Descriptor básico para evaluar el elemento de perspectivas futuras en el proceso de identificación de presiones y amenazas. La DMA ha desarrollado una metodología completa para evaluar las presiones y amenazas a las que está sometida cada masa de agua (metodología IMPRESS), así como para estimar el factor de riesgo en función de las mismas. Es factible establecer una analogía entre el factor riesgo y las perspectivas futuras: cuanto mayor sea el riesgo de incumplimiento peores serán las perspectivas para mantener el estado de conservación favorable (buen estado ecológico).

Cálculo

Como este descriptor se propone en el contexto de la DMA, el cálculo dependerá de las distintas demarcaciones hidrográficas. Un ejemplo muy prometedor proviene de los trabajos desarrollados por la Agencia Catalana del Agua. En la figura que hay debajo se representan los rangos numéricos asociados a las categorías de riesgo de incumplimiento (Fuente: documento IMPRESS, ACA, 2005).

Rangs numèrics	Categoria de risc	Color identificatiu
< 0,8	Risc nul	Blue
0,8 – 1,2	Risc baix	Yellow
1,2 – 2	Risc mig	Orange
> 2	Risc elevat	Red

En este caso, la determinación del factor riesgo para los ríos se establece en función del tipo de presiones consideradas: alteraciones morfológicas, alteraciones de caudales, usos del suelo en los márgenes, fuentes de contaminación (puntual y difusa).

Para cada tipo de presión se establece una ecuación, un parámetro, un objetivo y fuentes de información. A continuación se incluye un ejemplo para las presas.

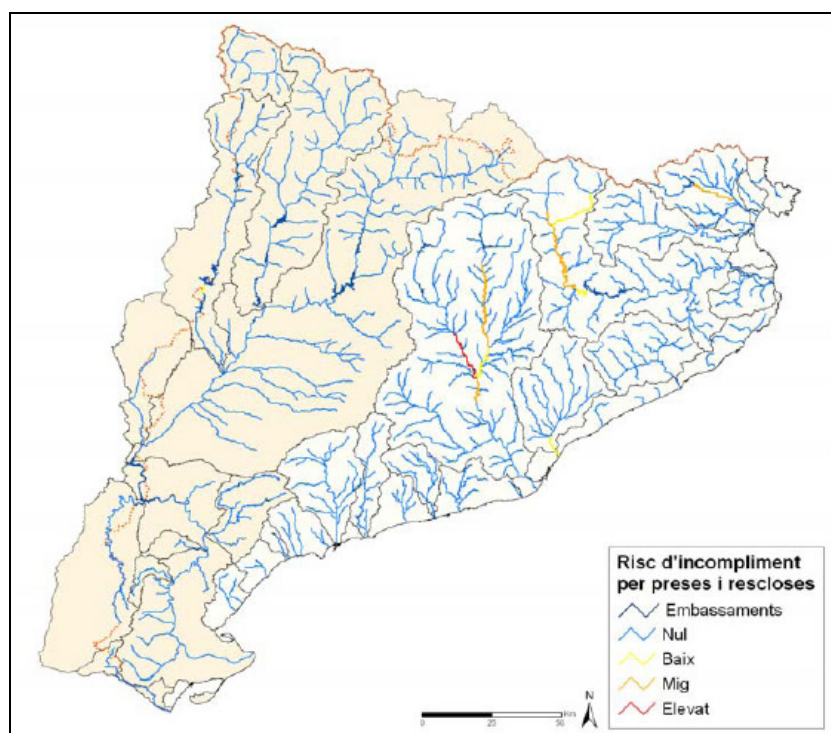
Fórmula	$RI_PRS = \frac{1}{0,5} \times \frac{\text{nombre_preses_i_rescloses}}{\text{longitud_MA}}$
Paràmetres	RI_PRS = Risc d'incompliment per preses i rescloses
Objectiu	0,5
Font d'informació	Preses i rescloses: Inventari d'infraestructures de l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

Valoración

Descriptor que se considera imprescindible para caracterizar el elemento de perspectivas futuras para los sistemas acuáticos continentales que se corresponden con tipos de HIC del grupo 3 y algunos tipos de los grupos 13 y 14 (marismas y pastizales salinos). Existen dos limitaciones básicas para obtener una caracterización de ámbito nacional. Primera, es necesario establecer de forma rigurosa las correspondencias entre masas de agua y representaciones de tipos de HIC. Si la correspondencia es deficiente entonces el descriptor pierde su eficacia. Segundo, dado que las demarcaciones hidrográficas utilizan procedimientos distintos, es necesario establecer un método de integración de resultados e incluso realizar un análisis de posibles incompatibilidades.

Presentación de resultados

Construcción de una tabla en la que se indique, para cada masa de agua su identificar (código), su longitud o superficie y el factor de riesgo (nulo, bajo, medio o elevado). Complementando la tabla es conveniente utilizar un mapa con los tramos coloreados en función de la categoría de riesgo.



Fuente: Documento IMPRESS (ACA, 2005).

Referencias

Documentos IMPRESS realizados por las distintas demarcaciones hidrográficas.

Base de Datos de Masas de Agua del MARM.

4.2. Nivel 2: LIC/ZEC

4.2.1. EFICACIA EN MANTENER HIC Y EIC EN ESTADO FAVORABLE

Definición

Tipos de HIC y EIC que en cada LIC-ZEC se encuentran catalogados en los estados de conservación favorable, desfavorable o desconocido. Se considera necesario utilizar al menos dos parámetros: a) el número de hábitat y especies según categoría, b) superficie para los tipos de HIC y tamaño poblacional para las EIC.

Justificación

Descriptor básico que caracteriza el elemento de evaluación del estado de conservación de HIC y EIC en el proceso de evaluación de la integridad de cada LIC-ZEC. Puede interpretarse como un descriptor de eficacia puesto que informa sobre un objetivo central de cada LIC: mantener los HIC y las EIC por las que fue designado en un estado de conservación favorable. Es también un descriptor de estado (de la integridad) pero también de respuesta si se incluye un valor objetivo y se relaciona con la eficacia en los instrumentos de gestión que deben desarrollarse para cada espacio.

Cálculo

Este descriptor integra, para los tipos de HIC (no para las EIC), los resultados de la aplicación del descriptor “superficie de cada HIC en estado de conservación favorable-desfavorable” (apartado 4.1.1) en el ámbito geográfico del conjunto de LIC-ZEC. De esta forma, el valor del estado de conservación conjunto para cada lugar se basará en el valor asignado individualmente a cada tipo de HIC en dicho lugar.

Independientemente del procedimiento utilizado para efectuar la evaluación, la información debe incluirse en la Base de Datos del Formulario Normalizado de Datos. Si se utiliza dicha información, el procedimiento de cálculo es sencillo ya que la superficie se obtiene del parámetro *cobertura* incluido en dicha base, el cual indica el porcentaje superficial ocupado por cada tipo de HIC en relación a la superficie del LIC.

Los datos mínimos a obtener para cada espacio son el número de HIC y el número de EIC con representación significativa, así como (para HIC) la suma de coberturas y la superficie asignable a cada estado (favorable, desfavorable-inadecuado, desfavorable-malo y desconocido).

Si se establecen valores umbrales para el parámetro de superficie, podemos afinar en la evaluación de la eficacia de mantener la integridad del lugar. Tomando como referencia los criterios incluidos en la Matriz General de Evaluación (apartado 2.1.1.1.2), podemos considerar que un LIZ-ZEC se encuentra en la categoría de poco o nada eficiente si más del 25% de la superficie de tipos de HIC se encuentra en estado desfavorable-malo. O que el grado de eficiencia es muy alto (óptimo) si el porcentaje de superficie de HIC en estado favorable es mayor del 95%.

Valoración

Descriptor básico para informar sobre la integridad de cada LIC-ZEC y, por consiguiente, para poder relacionarse con la eficacia en la implementación de los respectivos instrumentos de gestión. Su principal dificultad reside en la aplicación de procedimientos rigurosos para estimar el estado de conservación de los HIC y de las EIC.

Presentación de resultados

Como suele ser habitual, sería conveniente generar una tabla para cada espacio con los datos señalados en el apartado de cálculo, y un mapa a escala adecuada en donde se incluyan las delimitaciones de cada tipo de HIC y de cada EIC (delimitación poblacional o de hábitat) coloreadas en función del estado de conservación.

En la tabla que se incluye a continuación, como ejemplo, se recogen datos procedentes de la Base de Datos del Formulario Red Natura 2000 para dos LIC (ES0000024 y ES0000025) de Andalucía. Las letras A, B y C se corresponden con los valores del estado de conservación (véase apartado 4.1.1.).

En el caso del espacio ES0000024 hay 29 tipos de HIC, 19 con valor A (conservación excelente), 9 con valor B (conservación Buena) y 1 con valor C (intermedia o escasa). La superficie de tipos de HIC con valor A asciende a casi 25.000 ha, lo que representa el 55% del total de la superficie con HIC.

MEDITERR		VERDADERO		CONSERVE				
CCAA	SITECODE	Datos	A	B	C	Total general		
ANDALUCIA	ES0000024	Num Hab.	19	9	1	29		
		Superficie	24718,1638	10111,9761	10111,9761	44942,116		
		Suma Cob	22	9	9	40		
	Porcentaje	0,00%	55,00%	22,50%	22,50%	100,00%		
	ES0000025	Num Hab.	9	2		11		
		Superficie	3448,3904	331,576		3779,9664		
Suma Cob		52	5		57			
Porcentaje	0,00%	91,23%	8,77%	0,00%	100,00%			

Referencias

Base de Datos del Formulario Normalizado Red Natura 2000.

4.2.2. GRADO DE ADECUACION DE LOS INSTRUMENTOS DE GESTION

Definición

Grado de adecuación de los instrumentos de gestión (Planes de gestión u otros) de cada espacio protegido Red Natura 2000 a los objetivos marcados en las Directivas Aves y Hábitat y en la Ley 42/2007.

Justificación

Descriptor básico que caracteriza el elemento instrumentos de gestión en el proceso de evaluación de las medidas de gestión cada LIC-ZEC. Puede interpretarse como un descriptor de respuesta puesto que informa sobre la eficacia de los instrumentos de gestión, como “contenedores” de las medidas necesarias para mantener o restaurar en un estado favorable los objetos de cada espacio protegido Red Natura 2000.

Cálculo

Para el cálculo de este descriptor primero se debe establecer un contenido mínimo que deben de tener los instrumentos de gestión, en cada lugar de la Red Natura 2000, de acuerdo a lo establecido en las Directivas Aves y Hábitat.

Se propone que estos contenidos sean los siguientes:

- *Inventario actualizado de los tipos de hábitat naturales y de los hábitats y poblaciones de las especies por los cuales han sido declarados, y que deben ser objeto de mantenimiento, restauración o seguimiento ecológico. Cartografía de detalle con la distribución valorada de estos elementos.*
- *Descripción de las presiones y amenazas que afectan a los objetos de conservación del lugar o lugares para los cuales se redacta el instrumento de gestión. Cartografía de los ámbitos sobre los que se extienden.*
- *Definición razonada de objetivos y desglose de objetivos operativos, según sea el caso, orientados específicamente a la restauración ecológica o el mantenimiento de las exigencias ecológicas de los tipos de hábitat naturales y de los hábitats y poblaciones de las especies presentes en los lugares que son objeto de protección, o al seguimiento detallado del estado de conservación de los mismos.*
- *Medidas y actuaciones para el mantenimiento o restablecimiento de un estado de conservación favorable de los tipos de hábitat naturales y de los hábitats y poblaciones de las especies presentes en los lugares.*
- *Zonificación del lugar en función de los objetivos de gestión y de las medidas y actuaciones propuestas, que establezca un régimen de usos*

que garantice la conservación de los elementos por los cuales se ha declarado la ZEC o ZEPA.

- En caso de ser necesario, *directrices encaminadas a favorecer la coherencia de la red Natura 2000.*
- *Valoración económica de las medidas y actuaciones propuestas.*

A continuación se realizará un análisis del instrumento de gestión para determinar, mediante una lista de chequeo por ejemplo, si estos contenidos están recogidos en él.

En función de que los instrumentos de gestión contengan uno o varios de los elementos anteriormente listados, se establecerá su grado de adecuación al sistema común mediante la asignación de un valor similar al de la Matriz General de Evaluación:

- Desfavorable-Malo
- Desfavorable-Inadecuado
- Favorable

Valoración

Descriptor básico para informar sobre las medidas de conservación de cada LIC-ZEC y su adecuación a los objetivos de conservación. Faltaría establecer para cada grado de adecuación anteriormente definido que elementos de los contenidos mínimos debe tener el instrumento de gestión.

Este sistema presenta la ventaja de poder realizar la adaptación a las exigencias de la Directiva de una forma gradual de acuerdo al contexto donde se desarrollen los instrumento de gestión, dotando al mismo de una flexibilidad, sin perder el rigor, una vez establecidos para cada nivel de adecuación, los elementos que debe contener el instrumento de gestión.

Presentación de resultados

Los resultados intermedios se pueden presentar en forma de lista de chequeo, y para la valoración final del instrumento de gestión se puede adoptar un sistema equivalente al utilizado en la Matriz General de Evaluación (MGE), mediante tres colores (rojo, amarillo y verde) de acuerdo al valor final obtenido por el instrumento analizado (Desfavorable-malo, Desfavorable-inadecuado o Favorable)

Referencias

Instrumento de gestión de cada espacio protegido Red Natura 2000 y Formulario Normalizado de datos.

4.3. Nivel 3: Red Natura 2000

4.3.1. EFICACIA EN ALCANZAR LA COHERENCIA GLOBAL

Definición

Descriptor que puede contener varios parámetros, aunque a unidad de referencia es la región biogeográfica:

- Número de LIC-ZEC en diferente grado de integridad ecológica según el estado de conservación de los tipos de HIC y EIC designados en cada lugar.
- Superficie de LIC-ZEC en diferente grado de integridad ecológica según el estado de conservación de los tipos de HIC y EIC designados en cada lugar.
- Superficie total de HIC en LIC en las categorías de estafo favorable y desfavorable.

Justificación

Este descriptor se propone para evaluar el elemento “mantenimiento de la integridad del conjunto de los lugares” en el proceso de evaluación de la coherencia ecológica o global de la Red Natura 2000. Se considera que si gran parte de la superficie Natura 2000 está constituida por LIC-ZEC con pocos tipos de HIC o EIC en estado favorable, no se está consiguiendo el objetivo de mantenimiento de la coherencia.

Cálculo

Descriptor que integra los resultados obtenidos a su vez del descriptor propuesto para el Nivel 2 “eficacia en mantener HIC y EIC en estado favorable” (apartado 4.2.1).

El cálculo es sencillo si están disponibles los datos para cada LIC-ZEC. Siguiendo el procedimiento comentado en los apartados correspondientes (4.1.1 y 4.2.1), bastaría con indicar el número y estimar la superficie de cada espacio por categoría, en función de la cantidad de superficie de tipos de HIC (y EIC) asignable al estado favorable-desfavorable.

Para mostrar un ejemplo de cálculo y resultados, se ha realizado una estimación de este descriptor a partir de los datos relativos a los tipos de HIC incluidos en el Formulario Normalizado de Datos (apartado 4.2.1.).

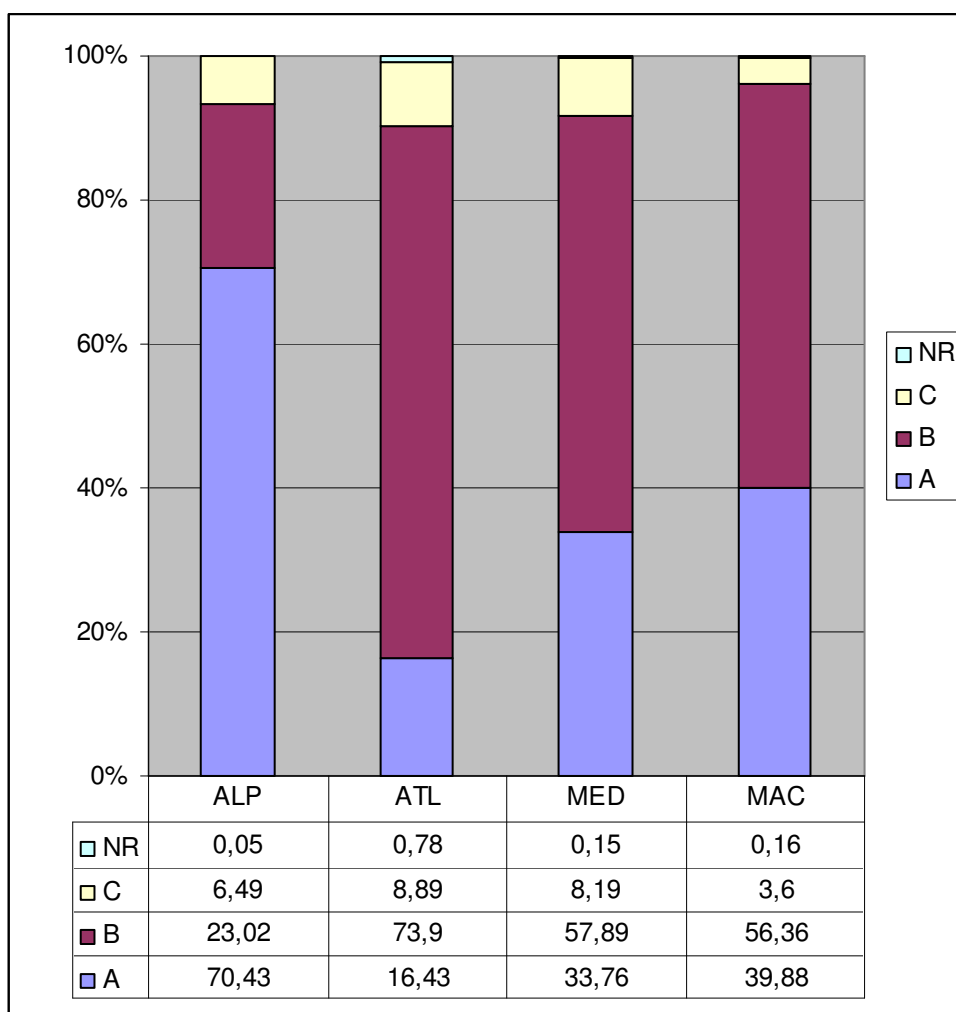
Valoración

Descriptor básico para contribuir a evaluar la coherencia de la Red Natura 2000. Hay dos limitaciones importantes. Primera, la dificultad en aplicar un

procedimiento riguroso para evaluar el estado de conservación de cada tipo de HIC y de cada EIC. Será difícil tener una información de calidad en todo el territorio nacional que permita calcular este descriptor. Segundo, la coherencia global y ecológica de la Red Natura 2000 depende también de otros elementos como se ha descrito en el apartado 2.1.3.2.

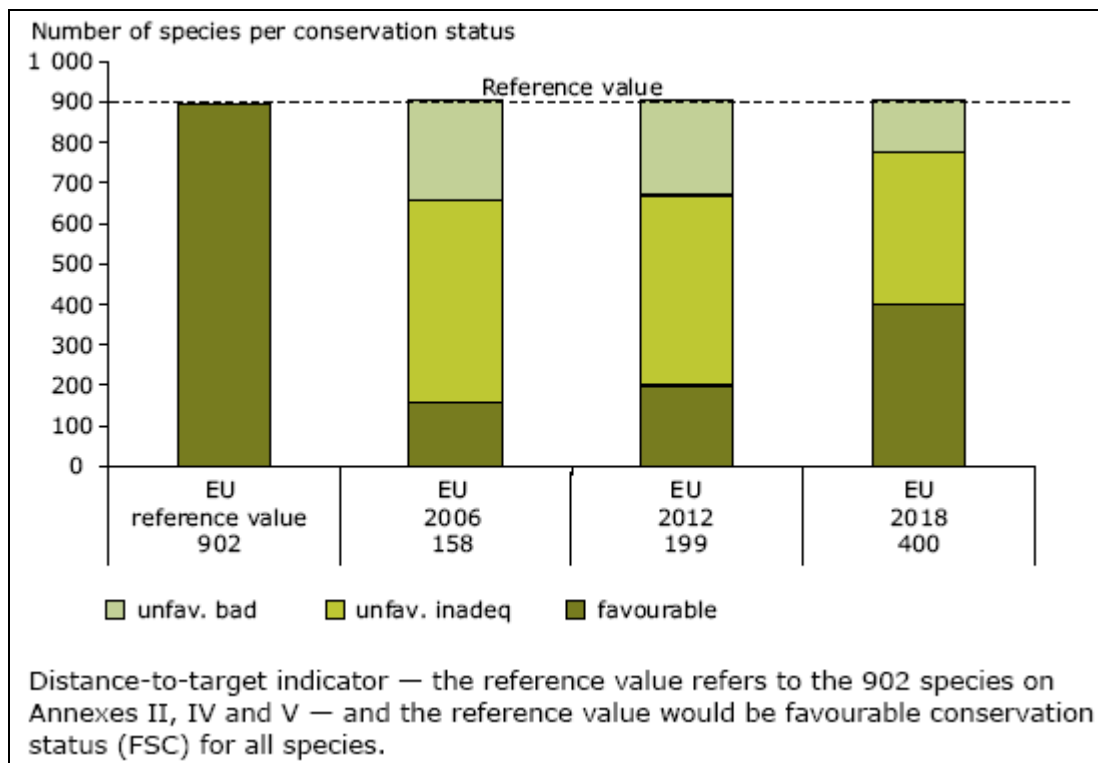
Presentación de resultados

En la tabla que se presenta a continuación se ha estimado la superficie de cada tipo de HIC para el conjunto de LIC por región biogeográfica, asignada a cada categoría de estado de conservación, a partir de los datos actuales de la Base de Datos del Formulario Normalizado de Datos. Las letras A (conservación excelente), B (buena) y C (intermedia o escasa) se corresponden con el criterio de estado de conservación del hábitat que caracteriza la información ecológica del formulario (Anexo III de la Directiva 92/43/CEE). Se observa que la superficie con valor B (Conservación Buena) es dominante en tres regiones (excepto en la Alpina). Las siglas NR significan superficie no representativa, es decir, que procede de representaciones de HIC en LIC que no se consideran significativas.

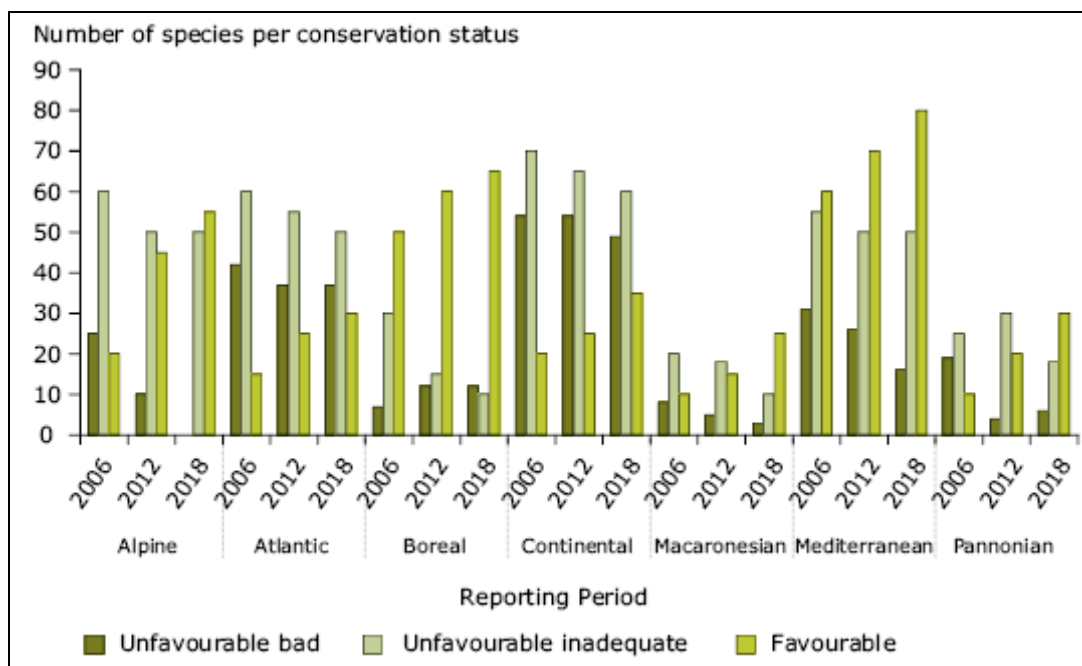


Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Formulario Normalizado Red Natura 2000 (Febrero 2009).

Otro gráfico recomendable es el que representa el número de EIC según su estado de conservación (favorable, inadecuado o malo) en los años sucesivos que coinciden con la presentación del informe en aplicación del artículo 17 de la Directiva 92/43/CEE. Puede referirse al conjunto de la UE o a cada una de las regiones biogeográficas comunitarias.

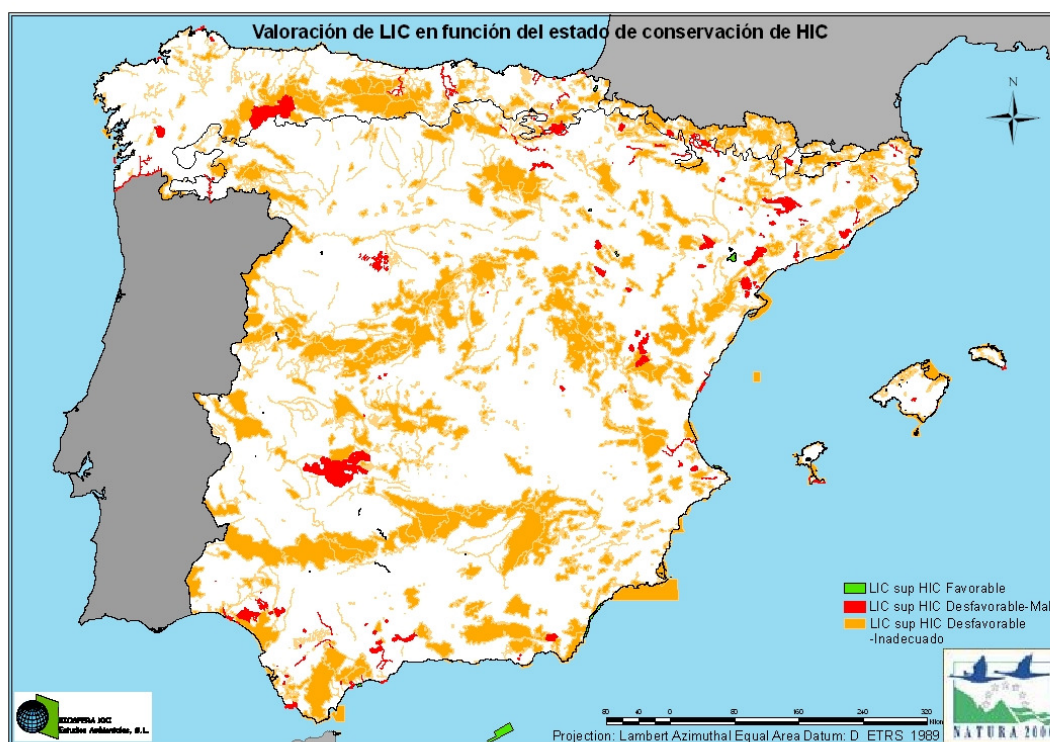


Fuente: SEBI-2010.



Fuente: SEBI-2010.

El mapa que se presenta a continuación muestra los límites de los LIC coloreados en función de la cantidad de superficie de HIC asignada a las categorías de A, B y C. Cuando la superficie de HIC en un LIC asignada a la categoría C es mayor que el 25% de la superficie total de HIC en dicho LIC, se considera estado desfavorable-malo (integridad baja o desfavorable, color rojo). Cuando la superficie asignada a la categoría A es mayor del 95% se considera integridad favorable (color verde). El resto de los valores significan estado inadecuado (color ámbar). Se observa que la gran mayoría de los LIC estarían clasificados como “estado desfavorable-inadecuado Integridad media). Apenas hay algunos espacios con color verde.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Formulario Normalizado Red Natura 2000 (Febrero 2009).

4.3.2. CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Definición

Se define como la cantidad total de recursos energéticos consumidos para cualquier uso, ya sea directamente o para su transformación en otra forma de energía. El consumo de energía primaria puede incluir o no la energía consumida en usos no energéticos, es decir, la energía empleada como materia prima, fundamentalmente en la industria y no como combustible. Se expresa habitualmente en kilotoneladas o megatoneladas equivalentes de petróleo (ktep o Mtep).

Justificación

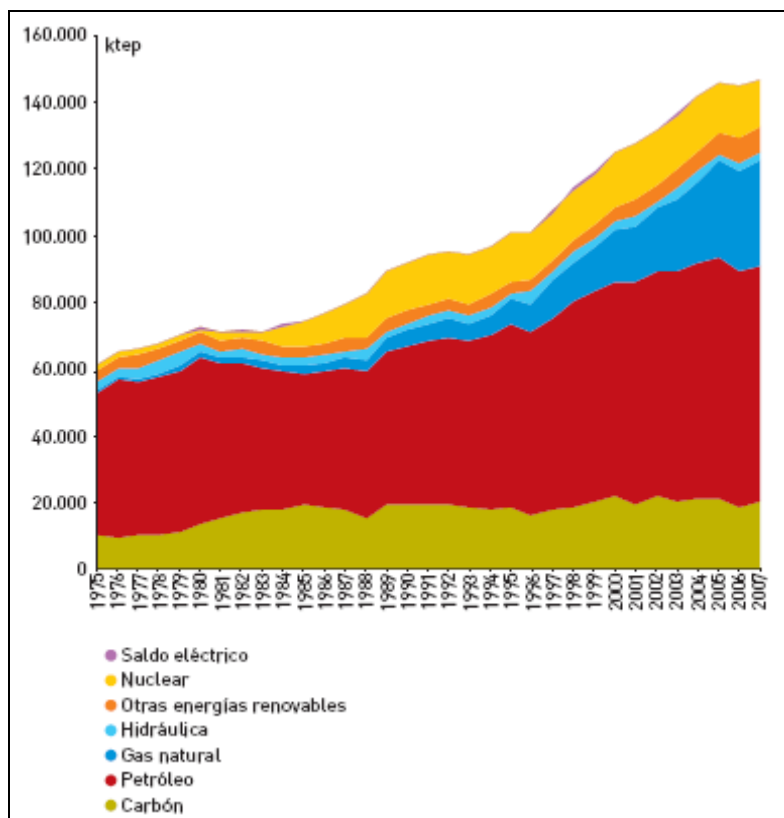
Descriptor propuesto para contribuir a caracterizar el elemento de desarrollos sociales y económicos en el proceso de determinación de presiones y amenazas a la coherencia de la Red natura 2000. Puede considerarse un descriptor de fuerza motriz de primera magnitud del crecimiento económico y del sistema de desarrollo.

Valoración

Se propone este indicador porque se ha incluido en el Informe de Sostenibilidad de España elaborado por el OSE en 2008. Podrían tenerse en cuenta otros descriptores de fuerza motriz más integrados como el consumo de energía o de requerimientos de materiales per cápita o la intensidad de energía primaria (consumo de energía por unidad de PIB). En cualquier caso, y como ya se comentó en el apartado 3.3.1, debe demostrarse que existe una relación concluyente entre este tipo de parámetros y el efecto ambiental que en teoría va ligado al sistema de desarrollo económico.

Presentación de resultados

Este descriptor puede presentarse en un gráfico que muestra el consumo por tipo de combustible en años sucesivos.



Referencias

OSE, 2008. Informe de Sostenibilidad en España.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Indicadores, descriptores y sistemas

La Directiva 92/43/CEE tiene como objetivo fundamental mantener los tipos de Hábitats de Interés Comunitario (HIC) y las Especies de Interés Comunitario (EIC) en un estado de conservación favorable. Una de las herramientas básicas para lograr este objetivo es la creación de la Red Natura 2000, una red de espacios constituida por las Zonas de Especial Conservación (ZEC) y por las ZEPA.

La funcionalidad o eficacia con la que se aplica la Directiva 92/43/CEE debe plasmarse en tres pilares básicos: el mantenimiento de HIC y EIC en un estado de conservación favorable, la protección de la integridad de cada espacio Red Natura 2000 y la protección de la coherencia global o ecológica de la red.

Los problemas medioambientales son debidos primordialmente a las consecuencias globales de nuestro sistema de desarrollo socio-económico. Éste sigue basándose de forma primordial en el principio del crecimiento ininterrumpido, lo que implica un crecimiento del consumo de recursos naturales y de la energía necesaria para mantener el sistema (materiales, servicios de los ecosistemas). La pérdida continuada de diversidad biológica es un hecho constatado en todos los ámbitos, incluyendo el europeo y el español.

Una herramienta que puede utilizarse para evaluar el grado de eficacia con la que se aplica la Directiva 92/43/CEE es diseñar un sistema de indicadores que alerte sobre posibles disfunciones en el cumplimiento de los objetivos correspondientes a cada uno de los pilares. El Proyecto "Diseño de una metodología para la aplicación de indicadores del estado de conservación de los tipos de HIC presentes en España" representa un primer avance en este sentido.

No obstante, los problemas conceptuales asociados al término *indicador* y la proliferación desmedida de sistemas de indicadores, generados en escalas distintas, con diferentes marcos conceptuales e incluso con particulares objetivos, aconseja incluir un capítulo aclaratorio sobre esta problemática. De esta forma, en el Capítulo 1 se ha abordado una aproximación al concepto de indicador y se han comentado algunos aspectos relevantes sobre los sistemas de indicadores.

En este trabajo se asume que un indicador es una medida sintética (parámetro, variable o índice) que informa sobre un sistema complejo, porque se le asocia un significado que va más allá del propio valor del parámetro. Además, un indicador debe estar asociado, en la medida de lo posible, a un valor objetivo o a unos valores umbrales que permitan estimar el grado de realización alcanzado. Entre los atributos a tener en cuenta para formalizar un buen indicador ecológico cabe destacar: a) las dimensiones explícitas (estructuras o procesos), b) la histéresis del sistema (no sólo estado puntual sino también su trayectoria), c) la normalización (comparaciones sincrónicas con otros sistemas y diacrónicas con valores sucesivos en el mismo sistema) y d) la no

manipulación (el valor actual de un indicador debería ser independiente de su valor deseado).

Por el contrario, un descriptor es una variable, parámetro o índice que se considera relevante para caracterizar un elemento del sistema objeto de evaluación. Se diferencia básicamente de un indicador porque no se le asocia un significado global que va más allá del valor que describe y porque no es necesario que vaya asociado a un valor objetivo o a unos valores umbrales que formalicen su interpretación. Los descriptores son necesarios para la caracterización de sistemas complejos, como puede ser el sistema de metabolismo socio-económico de los países desarrollados o la estructura y funcionamiento de un determinado ecosistema, ya que es difícil y quizá arriesgado describir tales sistemas complejos sólo por un conjunto selecto de indicadores integrados en su relación causa-efecto.

Aunque en la actualidad son incontables los sistemas de indicadores existentes, podemos considerar en general que se estructuran atendiendo a varios esquemas como son un modelo tipo PER (Presión, Estado, Respuesta) o tipo FPEIR, un marco de tipo ecosistémico o un modelo basado en áreas temáticas y/o principios u objetivos generales.

El modelo PER se basa en una relación causal entre las presiones ejercidas por la actividad humana en el medio ambiente y las medidas establecidas como respuesta al impacto y al deterioro del estado del medio ambiente. Una variante del marco PER es el modelo FPEIR propuesto por la AEMA en 1998. Este modelo es un sistema compuesto por indicadores de fuerzas motrices (**F**), de presión (**P**), de estado (**E**), de impacto (**I**) y de respuesta (**R**).

Las Fuerzas Motrices Describen los desarrollos sociales, demográficos y económicos que dan lugar a cambios en los modos de producción y consumo. La tendencia habitual al crecimiento poblacional, económico y del consumo presiona sobre el medio natural. Los indicadores de Presión reflejan las causas de la degradación de la naturaleza como consecuencia de las fuerzas motrices descritas. Los de Estado describen cómo se encuentran los elementos objeto de evaluación por acción de las presiones que se ejercen. Los de Impacto describen las modificaciones sobre el medio que producen las presiones. Por último, los indicadores de Respuesta reflejan las acciones que se ponen en marcha por parte de determinados colectivos sociales (sobre todo instituciones administrativas) para frenar los problemas ocasionados por las fuerzas motrices, ya sea actuando en los factores de presión o de impacto o sobre el estado a través de la restauración.

Sin embargo, el sistema FPEIR no está exento de limitaciones más o menos extrapolables a otros sistemas de indicadores, las cuales se traducen en generar sistemas poco eficientes en su labor principal de detectar rigurosamente los problemas y de establecer medidas de corrección adecuadas. Entre los parámetros o índices incluidos en los sistemas hay, por ejemplo, una mezcla generalizada de indicadores con descriptores, lo que hace difícil obtener conclusiones integradas sobre los objetivos perseguidos. Teniendo en cuenta este hecho, en este trabajo se han desarrollado las bases

de dos sistemas paralelos de evaluación: un sistema de indicadores (Capítulo 3) y un sistema de descriptores (Capítulo 4). No obstante, la problemática de los sistemas de indicadores trasciende la cuestión de seleccionar buenos indicadores e incide en la necesidad de establecer y caracterizar un sistema de referencia sobre el que construir un marco lógico de indicadores. No sólo tiene que haber unos objetivos de realización medibles sino que tienen que formalizarse unas relaciones inequívocas entre los agentes causantes de presiones, el estado ambiental que genera materiales y energía y las respuestas socio-económicas que deben influenciar a las presiones y al estado ambiental. Es necesario también analizar el equilibrio entre una selección numerosa de candidatos (mayor información pero menos síntesis) y una selección muy reducida (más síntesis y más margen de error), evitando además posibles solapamientos o sinergias de significado e interpretación entre los indicadores propuestos.

Los sistemas de indicadores generados para evaluar el desarrollo sostenible parten de una limitación seria como es la ambigüedad generalizada del concepto. Con esta limitación de raíz se pretende definir un modelo de satisfacción plena o casi de las tres dimensiones que soporta: la económica, la social y, en último término, la ambiental. Sin embargo, aunque hay una evidente relación entre el deterioro generalizado del medio ambiente y el crecimiento económico ininterrumpido, es difícil establecer evidencias con base científica que relacionen claramente, por un lado, los procesos de consumo de recursos naturales (servicios de ecosistemas) con el estado de los ecosistemas (integridad ecológica o salud) y, por otro, la capacidad (o voluntad real) de provocar cambios en los procesos productivos y de consumo que reviertan a su vez en una mejora del estado de los recursos naturales.

La aplicación efectiva de la Directiva 92/43/CEE supone trabajar con factores y elementos de las tres dimensiones, pero no hay que olvidar que su objetivo último supone primar, en su ámbito competencial, la dimensión ambiental frente a la social o a la económica. Teniendo esto en cuenta así como la problemática asociada a los sistemas de indicadores, se ha considerado necesario formalizar en primer lugar, y en la medida de lo posible, un sistema de referencia (que hemos denominado Sistema Red Natura 2000) sobre el que empezar a diseñar un sistema integrado de indicadores.

Bases conceptuales del Sistema Red Natura 2000

En el capítulo 2 se abordan las bases conceptuales del sistema Red Natura 2000, el cual se articula en tres niveles distintos. Dicho Sistema se define y articula como tal en función de los objetivos y las necesidades derivadas de la aplicación de la Directiva Hábitat y de la Directiva Aves. Los objetivos de conservación son básicamente tres:

- Mantenimiento de hábitats y especies de interés comunitario en un estado de conservación favorable en el conjunto de su área de distribución. Mantenimiento de los hábitats de las especies de aves.
- Mantenimiento de la integridad de cada LIC (ZEC) y de cada ZEPA

- Mantenimiento de la coherencia ecológica y global de la Red Natura 2000

En consecuencia, el Sistema Red Natura 2000 se estructura en tres niveles caracterizados por sus correspondientes objetivos de conservación. El Nivel 1 tiene como unidad de referencia las representaciones territoriales (distribución) de cada uno de los hábitats (y especies) de interés comunitario en cada región biogeográfica. El Nivel 2 tiene como unidad de referencia cada uno de los espacios de la Red Natura 2000 designados en el ámbito geográfico de cada región biogeográfica. El Nivel 3 tiene como unidad de referencia el conjunto de espacios designados para cada región.

Cada nivel, a su vez, se articula mediante tres procesos orientados a evaluar la eficacia en alcanzar el objetivo de conservación característico de cada nivel. El primer proceso está dirigido a evaluar el estado en el que se encuentra cada unidad de referencia en el nivel correspondiente. El segundo proceso está enfocado en identificar y caracterizar las presiones y amenazas que se ciernen sobre cada unidad de referencia y que pueden alterar significativamente el objetivo de conservación. El tercer proceso se canaliza hacia la adopción de medidas de conservación tendentes a contrarrestar las presiones y amenazas que alteran el objetivo de conservación. Cada uno de los procesos se ha caracterizado de forma genérica por los elementos que deben ser evaluados en los diferentes niveles.

Siguiendo las directrices técnicas de la Dirección del Proyecto, se ha realizado un esfuerzo en abordar con mayor profundidad el Nivel 1 del Sistema Red Natura 2000, por lo que se ha caracterizado con detalle la variabilidad ambiental inherente a los 117 tipos de HIC presentes en España. Para ello se ha considerado adecuado establecer tres grupos principales de tipos de HIC: el medio terrestre (tipos de HIC forestales y tipos de HIC rocosos), el medio acuático continental (ecosistemas lénticos y lóticos) y el medio costero y marino. Antes de entrar en cada uno de los grupos se ha abordado una perspectiva general en la que se comenta el objetivo de conservación que caracteriza al Nivel 1 y los tres procesos correspondientes: evaluación del estado de conservación, determinación de presiones y amenazas y establecimiento y aplicación de medidas de conservación.

La evaluación del estado de conservación se estructura en cuatro elementos principales, derivados de la definición incluida en el Artículo 1 de la Directiva 92/43/CEE y de las directrices preparadas por la Comisión Europea para la elaboración del segundo informe por parte de los estados miembros (Artículo 17): área de distribución y superficie ocupada, estructura y función (con especies típicas) y perspectivas futuras. El proceso de identificación de presiones y amenazas se caracteriza por el elemento “perspectivas futuras” y el proceso de establecimiento de medidas de conservación se articula entorno al elemento de integración sectorial para cada grupo de tipos de HIC: por ejemplo la Ley de Montes para los tipos forestales, la Directiva Marco del Agua o la planificación hidrológica y planes de cuenca para los sistemas acuáticos continentales y la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina para el medio costero-marino. Esta parte del documento se ha abordado mediante una labor

de síntesis de los resultados del Proyecto “Bases ecológicas para la conservación de los tipos de HIC presentes en España (BEGHE)”. Este proyecto ha generado un documento científico para cada uno de los 117 tipos presentes en España y un documento general para algunos de los grupos de tipos de HIC: las dunas (grupo 2), los ecosistemas de aguas retenidas (grupo 31), los ecosistemas lóticos (grupo 32) y el grupo de las turberas (sobre todo las turberas ácidas). El documento científico se estructura en siete capítulos, siendo los capítulos de “evaluación del estado de conservación” y de “recomendaciones para la conservación” los que se han utilizado para la caracterización de los elementos de “evaluación del estado de conservación” y de “determinación de presiones y amenazas”.

En conjunto, el proyecto de BEGHE ha generado unos resultados más completos y precisos para la evaluación del estado de conservación que para la determinación de presiones y amenazas, siendo muy generales los aspectos recogidos en el apartado de medidas o recomendaciones de conservación. De esta forma, no hay una base completa de conocimiento para acoplar un modelo FPEIR a partir de parámetros o índices que pudiesen proponerse para complementar las categorías de fuerzas motrices, presión, impacto y sobre todo, respuesta. Hay además una asimetría en los resultados según los diferentes grupos de hábitats. Así, el grupo de los ecosistemas acuáticos continentales incluye unos procedimientos más completos que los desarrollados para los tipos de HIC forestales, siendo el grupo de los tipos rocosos (ya sean terrestres o costero-marinos) el que presenta mayor grado de indefinición.

En el Proyecto de BEGHE se han propuesto, para el conjunto de los tipos de HIC forestales, alrededor de una centena de variables estructurales y de función. Para algunos tipos se han incluido más de 15 parámetros mientras que para otros apenas se han recomendado unos pocos. No obstante, se ha tratado de formalizar una tipología de estados de conservación (favorable, desfavorable-inadecuado, desfavorable-malo) para cada variable así como un procedimiento de evaluación integrado de la estructura-función a escala local. El máximo desarrollo se ha alcanzado para el subgrupo de las aguas retenidas y, quizá en menor medida, para el de los ecosistemas lóticos. El resultado para el subgrupo 31 ha sido la propuesta de un índice multimétrico (Índice ECLECTIC) que integra parámetros de tres factores (biológicos, hidromorfológicos y físico-químicos), el cual constituye un sistema tampón de evaluación del estado ecológico de cada zona húmeda. Se incorpora además un procedimiento semicuantitativo para la evaluación de presiones e impactos (perspectivas futuras). No obstante, en lo que concierne a los sistemas acuáticos será necesario estar al tanto de los procedimientos estandarizados y de los resultados derivados de la aplicación de la Directiva Marco del Agua (DMA), especialmente en el caso de los ecosistemas lóticos. También se ha avanzado mucho para la evaluación del estado ecológico de los sistemas dunares al proponerse un índice multimétrico para la evaluación del estado de conservación y un sistema semicuantitativo de evaluación de presiones y amenazas. Para otros muchos tipos de HIC se dispone básicamente de un listado de posibles variables de estructura-función, sin una tipología precisa de estados de conservación y sin procedimientos integrados de evaluación de la

estructura y función a escala local. En ningún caso se establecen procedimientos desarrollados a escala de región biogeográfica (tampoco en lo que concierne al elemento de distribución).

El primer proceso del Nivel 2 describe la evaluación de la integridad de cada espacio mediante cinco elementos básicos: a) distribución espacial de los tipos de HIC y de las EIC; b) análisis de la conectividad; c) función diferencial de cada espacio en relación al conjunto de la Red Natura 2000; d) Evaluación conjunta del estado de conservación de los tipos de HIC y EIC que han motivado su designación y e) análisis de la representatividad de la diversidad biológica. El segundo proceso comprende dos elementos principales como son la vulnerabilidad y el aislamiento. La vulnerabilidad se asocia a las tasas de cambio en los usos del suelo y el aislamiento se define en función de la existencia de gradientes marcados entre el territorio de cada ZEC y la matriz territorial que la rodea. El proceso de establecimiento de medidas se fundamenta en el elemento de desarrollar adecuados instrumentos de gestión y en el de aplicar una metodología adecuada de evaluación de planes y proyectos.

El proceso de evaluación de la coherencia ecológica o global de la Red Natura 2000 supone al menos tener en consideración cuatro elementos principales: a) la representatividad de cada tipo de HIC y de cada EIC; b) la delimitación de Zonas de Alta Conectividad (ZAC) y su representatividad en la Red Natura 2000; c) el mantenimiento de la integridad de los espacios y d) el análisis de la representatividad de la diversidad biológica de la región. El proceso de determinación de presiones y amenazas en el Nivel 3 implica considerar las fuerzas motrices que están originando una pérdida generalizada de biodiversidad. Hay que considerar por tanto factores demográficos, macroeconómicos, sectoriales, tecnológicos, sociales-culturales y políticos. Del mismo modo, el establecimiento de medidas de conservación supone un desarrollo óptimo de la Ley 42/2007, coordinando la política de conservación de la biogeodiversidad con las diferentes políticas sectoriales y coordinando las competencias de la administración general del estado con las de las Comunidades Autónomas y las de las entidades locales, en un marco de colaboración con los compromisos internacionales y, sobre todo, comunitarios.

Sistema de indicadores por nivel

Siguiendo el pliego de prescripciones técnicas para este proyecto, sobre esta estructura en tres niveles se ha tratado de acoplar un modelo FPEIR diferente para cada nivel mediante dos procedimientos. El primero, partiendo de una revisión de los sistemas más relevantes y acordes con la problemática ambiental que conlleva la Directiva 92/43/CEE. El segundo, más específico y directo, mediante el análisis y la propuesta formal de un conjunto de seis indicadores relacionados estrechamente con varios de los elementos y procesos que caracterizan el Sistema Red Natura 2000. Sin embargo, no se ha abordado en este trabajo un análisis de relaciones entre los indicadores incluidos. Hay que avanzar todavía mucho para describir correctamente el Sistema Red Natura 2000, por lo que estamos aún lejos de ser capaces de

generar un sistema de indicadores coherente e integrado, que a su vez proporcione información sintética contrastada a un sistema de indicadores de más amplio alcance como es el de desarrollo sostenible.

Nivel 1

El análisis de adecuación del marco FPEIR a los elementos del Nivel 1 se ha subdividido en tres análisis independientes, uno para cada uno de los tres grupos de tipos de HIC. En ningún caso se ha concebido la posibilidad de generar un esquema FPEIR para cada tipo de HIC ya que conceptualmente no es consistente tratar de vincular el estado de conservación con descriptores (o indicadores) socio-económicos globales (especialmente para tipos de HIC azonales de reducida extensión). Además, tal como se ha comentado anteriormente, los resultados del proyecto de BEGHE ponen de manifiesto la dificultad de cuantificar el efecto de presiones e impactos sobre el estado de conservación de los tipos de HIC, lo cual amplifica el problema de definir buenos indicadores en las categorías de presión, impacto y, especialmente, respuesta.

Por otra parte, hay que ser especialmente prudente a la hora de proponer indicadores ecológicos adecuados a la categoría de “*Estado*”, ya que los sistemas ecológicos se definen por elementos estructurales y por procesos que operan a escalas espacio-temporales distintas, los cuales dificultan considerablemente una descripción formalizada de su funcionamiento. Los indicadores empezaron siendo herramientas de consumo interno para los propios científicos, y sólo los ecólogos de medios acuáticos consiguieron independizar una rama compacta que enseguida pudo ser asumida por los gestores.

En ecología terrestre, el concepto de indicador como variable que pudiera resumir el estado de ecosistemas complejos a diversos niveles jerárquicos fue formalizado hace no mucho por Noss (1990). Su trabajo ofrece conjuntos de variables relevantes para todas las combinaciones de niveles jerárquicos de organización (genético, poblaciones monoespecíficas, comunidades multiespecíficas y paisaje regional) y atributos (composición, estructura, función y métodos para el inventario y seguimiento). En sentido estricto, dicho trabajo es más un catálogo estructurado de variables ecológicas, y por ello muchas requieren de un indicador propio en vez de ser indicadores por sí mismas. Es el caso de la conectividad (paisaje regional x estructura) o biomasa y productividad (comunidad x función).

La utilidad de ese catálogo de indicadores seminales prevalece, y muchos de los desarrollos posteriores todavía encuentran una explicación en el marco que establece. Sin embargo, estimar valores significativos para las variables correspondientes se ha demostrado como una tarea grande y difícil, si no imposible al tratar con los grandes territorios y las reducidas incertidumbres que requiere la gestión ambiental. En gran parte de los casos ello ha tenido lugar mediante modelos cuyo objetivo básico era la propia comprensión del proceso o estructura por parte de los científicos. El desarrollo paralelo de sistemas geomáticos de información ambiental ha estimulado al menos que dichos modelos fuesen aplicables a territorios considerables, pero también que los propios científicos generasen abundantes surrogados para acomodar sus necesidades de datos. El caso de integrar valores de NDVI para aproximar la

Productividad Primaria Neta epigea es un ejemplo paradigmático. El propio Noss, quince años más tarde (Noss 2004), reconocía esta complejidad proponiendo reducir los objetivos potenciales de conservación siguiendo tres tipos de criterios: validez intrínseca, disponibilidad y uniformidad de los datos existentes, y complementariedad entre objetivos.

Frente a los indicadores individuales, los índices multimétricos representan, al menos de momento, un método de evaluación más integrado y seguro para evaluar la histéresis de los ecosistemas. Por estas razones, no se ha considerado productivo elevar a la categoría de indicadores las variables o parámetros propuestos, en el proyecto de BEGHE, para cada tipo de HIC, aunque hay algunas que quizá podrían entrar en dicha categoría por su posible valor de integración. Entre ellas cabe mencionar la cantidad de madera muerta (para determinados tipos de hábitats boscosos), el área basimétrica, el fitoplancton (clorofila-a) para los ecosistemas leníticos, los macroinvertebrados acuáticos para los ríos, la composición florística para desprendimientos y laderas (hábitats rocosos) o la cobertura vegetal para los sistemas dunares. Estas variables, además, se describen en los documentos del proyecto BEGHE por lo que se ha considerado más relevante analizar en qué media encajan los sistemas existentes en el sistema Red Natura 2000. No obstante, y como una primera aproximación a la propuesta futura de indicadores específicos, se han incluido para los tipos de HIC forestales la “deposición de contaminantes atmosféricos” y el “Índice de Diversidad Liquéncia Epifítica” (IDLE). El IDLE se incluye específicamente en este trabajo por dos razones fundamentales. Primera, porque no se ha propuesto en el proyecto de BEGHE (2009). Segunda, porque ha sido formalizado por sus autores en el contexto explícito de la evaluación del estado de conservación en aplicación de la Directiva 92/43/CEE. Ello ha supuesto un análisis de la relación del estado de conservación de determinados tipos de bosques con, por ejemplo, la intensidad de manejo. Este tipo de análisis relacional presión-estado queda pendiente de llevarse a cabo para mostrar la bondad de la multitud de parámetros o variables propuestos para los tipos de HIC.

Para el grupo de los HIC forestales (medio terrestre) se ha tomado como referencia fundamental los criterios e indicadores de desarrollo forestal sostenible, sobre todo los generados en el Proceso de Montreal que afectan a los bosques europeos. Para el medio acuático continental se ha revisado el informe de sostenibilidad del agua y funcionamiento de las cuencas elaborado por el Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE). En relación al medio marino y costero se ha revisado el sistema de objetivos e indicadores generado en el marco de la Gestión Integrada de Zonas Costeras, que se ha validado a través de Proyecto Interreg IIC-Sur DEDUCE (Développement durable des Côtes Européennes).

Para comentar de forma coherente el análisis de adecuación en cada grupo de tipos de HIC, se ha considerado adecuado responder a varias cuestiones concretas: a) la adecuación con el modelo FPEIR, b) la adecuación a los elementos del Nivel 1, c) la adecuación al concepto de indicador o al concepto de descriptor y d) el número de hábitats de interés comunitario que quedan representados o englobados. En ningún caso se ha pretendido una valoración

de cada indicador en función de los criterios que pudiese cumplir para ser considerado un buen indicador. Una valoración de este tipo, hasta cierto punto deseable, se escapa lógicamente del ámbito de este proyecto ya que requeriría la opinión de numerosos expertos. En conjunto, para el Nivel 1 se proponen ocho indicadores, tres de ellos originales para el grupo de los tipos de HIC forestales.

En lo que concierne al grupo de los tipos de HIC forestales, además de los sistemas de Gestión Forestal Sostenible se han incluido en el análisis los indicadores utilizados en el Tercer Inventario Forestal de España y los propuestos en un trabajo (tesis doctoral) concreto sobre sostenibilidad forestal en Asturias. Un esquema básico para el grupo de los bosques debería estructurarse en cuatro bloques de indicadores: relativos al área, relativos a la estructura y a la función, indicadores de riesgo y amenaza e indicadores de protección. Los indicadores relativos al área podrían configurarse entorno a tres parámetros básicos: el tamaño de los parches-teselas de hábitat, la forma de los parches (relación área-perímetro) y el grado de aislamiento de cada parche con respecto a los demás. Indicadores estructurales pueden ser: composición de especies dominantes en el dosel, distribución de tamaños de las especies arbóreas, distribuciones de edad o heterogeneidad estructural del dosel. Entre los indicadores de función cabe destacar: el régimen de perturbación, la cantidad y clase de madera muerta sobre el suelo, patrones de crecimiento (ligado a el régimen de perturbación) o sensibilidad al estrés ambiental. En cuanto a indicadores de presión y amenaza habría que tener en consideración los siguientes parámetros: presencia de especies introducidas, utilización comercial, efectos de la actividad ganadera-herbivoría, efectos de la polución atmosférica, efectos de plagas y enfermedades, efectos de las actividades recreativas, longitud y área influida por vías de comunicación o líneas de alta tensión o distancia a explotaciones mineras, núcleos urbanos o áreas industriales.

Como indicadores de protección (indicadores de respuesta) hay que considerar algunos parámetros sencillos como son: superficie forestal protegida, superficie forestal ordenada o superficie forestal con certificación forestal.

De este esquema sintético y su adecuación a los procesos y elementos que describen el Nivel 1 se obtienen varias conclusiones. Con respecto a la evaluación del estado de conservación, no hay ningún indicador o variable relacionada con el elemento Área de Distribución o "range". Por el contrario, hay numerosos parámetros y algún índice que pueden servir para caracterizar la estructura y la función de una tesela de diferentes sistemas forestales (sobretudo bosques y en menor medida pastizales, brezales y matorrales). Sin embargo, no hay datos empíricos que sugieran que cualquiera de estas variables puede ser un indicador fiable del estado de conservación de un determinado tipo de hábitat en un enclave concreto. Este problema no es ajeno al hecho de que es muy complicado formalizar lo que debe o puede entenderse como un ecosistema en buen estado de conservación (estado favorable). En lo que respecta a las perspectivas futuras, apenas hay datos sobre el efecto recurrente o no en el tiempo de las diferentes presiones y amenazas, por lo que también es muy difícil encontrar variables de presión-amenaza cuyas tasas de

cambio se correlacionen significativamente con el grado de deterioro de un determinado tipo o grupo de hábitats.

Para contribuir a mejorar esta problemática, este equipo de trabajo propone tres indicadores originales. El primero permite estimar la variación del área de distribución en relación a la superficie ocupada. Se basa en la utilización de un modelo que predice, de forma muy ajustada, el área de distribución que puede ocupar un hábitat a partir de la superficie actual observada. Este indicador se ha diseñado de forma específica para evaluar el elemento de “área de distribución” y resuelve razonablemente bien la necesidad de estimar posibles cambios en el área de distribución (range). El segundo y tercer indicador se basan en el estado de conservación de la cubierta vegetal (IECCV). El IECCV proporciona tres elementos para la conservación de la cubierta vegetal en el terreno en que se ubica un determinado hábitat: estado, tendencia ordinal, y tendencia cualitativa. El IECCV informa del porcentaje de terreno ocupado por un hábitat que presenta un estado degradado, también informa del porcentaje de terreno que presenta una tendencia a la reducción de biomasa, y por último cuantifica la magnitud de esta tendencia en la reducción de biomasa. El estado degradado puede utilizarse como una primera aproximación para evaluar el elemento de estructura y función. La tendencia y la magnitud de la tendencia en la reducción de la biomasa pueden utilizarse como una aproximación a la evaluación del elemento “perspectivas futuras”,

En lo que concierne al proceso de evaluación de las medidas de conservación propuestas, no se ha encontrado ningún indicador adecuado aunque sí algunos descriptores como son la superficie forestal sujeta a ordenación o sujeta a un proceso de certificación forestal. Se incluyen en el sistema de descriptores (Capítulo 4).

Con respecto al grupo de tipos de HIC ligados al medio acuático continental, el conjunto de variables propuesta en el informe de funcionalidad de las cuencas (OSE) se adecua al modelo FPEIR y permite formalizar una base sólida de información para abordar la cuestión de la sostenibilidad del agua. Sin embargo, es necesario analizar de forma explícita el grado de correlación de muchas variables de factor determinante, de estado, de presión y de respuesta con un dato básico como es el de la superficie de HIC del medio acuático continental por cuenca en estado favorable y desfavorable, separando la superficie de ecosistemas lóticos (ríos) y leníticos (zonas húmedas). Teniendo en cuenta dicho grado de correlación, sería recomendable realizar un ejercicio de selección para obtener un conjunto reducido y selecto de indicadores. A este respecto habrá que ver la posibilidad de incluir algún indicador relacionado de forma más directa con la evaluación de los ecosistemas de aguas retenidas. Es aconsejable también tratar de incluir un descriptor (un indicador si fuese posible) relacionado directamente con el elemento de evaluación de la estructura y de la función.

Así mismo, es necesario estar al tanto de los resultados derivados de la aplicación de la Directiva Marco del Agua, los cuales implican no sólo una evaluación del estado ecológico de las masas de agua designadas por España

(más de cuatro mil) sino también una evaluación de las presiones e impactos a las que están sometidas.

Por tales razones, en esta memoria no se proponen indicadores para el medio acuático continental aunque en el Proyecto de BEGHE se han propuestos índices multimétricos basados en variables de carácter más o menos indicador para la evaluación del estado de conservación.

La Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC) es el marco estratégico principal para la planificación y gestión del medio costero. El Parlamento Europeo y el Consejo aprobaron el 30 de mayo 2002 la *Recomendación sobre la aplicación de la gestión integrada de zonas costeras* con el objetivo de promover la elaboración, antes de 2006, de estrategias de gestión integrada por orientar las zonas costeras de Europa hacia escenarios más sostenibles. En el marco de implementación de la Recomendación Europea, la Comisión Europea creó el Grupo de Expertos en Gestión Integrada de las Zonas Costeras en la Unión Europea (EU ICZM), el cual estableció un Grupo de Trabajo sobre Indicadores y Datos (WG-ID) con el objetivo de definir un sistema de indicadores que sirviera a las instituciones europeas y a los Estados miembros para evaluar y hacer el seguimiento de la costa en clave de sostenibilidad. El resultado de los trabajos del WG-ID ha sido una lista de veintiocho indicadores (45 parámetros) que se estructuran según los siete principales objetivos de la Recomendación Europea.

Los indicadores seleccionados para la GIZC no conforman un modelo FPEIR equilibrado aunque en conjunto, probablemente, cubren los principales factores que caracterizan el sistema de desarrollo humano ligado al medio costero-marino. Mantienen una relación directa con la aplicación de la Directiva 92/43/CEE al incluir de forma explícita el estado y las tendencias de los tipos de HIC y de los espacios de la Red Natura 2000. La determinación de presiones y amenazas podría estar razonablemente atendida por parámetros relacionados con la ocupación humana de la costa (población e infraestructuras –autopistas-, intensidad turística) y con el tráfico portuario. No obstante, se hecha en falta la relación con las masas de transición y costeras en aplicación de la DMA, sobre todo en lo que se refiere al estado ecológico y al factor de riesgo. El proceso de evaluación de la aplicación de medidas queda poco desarrollado por lo que sería conveniente explorar otros indicadores ligados al control del urbanismo, a la emisión de efluentes o incluso al tráfico marítimo (no sólo portuario). Aunque la guía de indicadores del Proyecto DEDUCE analiza la validez de los diferentes indicadores en función de varios criterios, queda pendiente definir objetivos de realización y valores umbrales así como plantear un análisis de la coherencia del conjunto de indicadores, basado en el estudio de la significación de sus relaciones causales. Se proponen en esta memoria tres indicadores de GIZC: la demanda de la propiedad en la costa, la superficie construida y el volumen de tráfico portuario.

Nivel 2

El objetivo de conservación en el Nivel 2 del Sistema es el mantenimiento de la integridad de los espacios RN2000, habiéndose identificado para la evaluación de dicha integridad, al menos los siguientes elementos: la distribución de hábitat y especies de interés comunitario (HIC y EIC), la conectividad, el estado de conservación de HIC y EIC, la función diferencial del lugar y la representatividad de la diversidad biológica. Algunos de estos elementos están representados en los otros dos niveles del Sistema RN2000, pero en este caso su análisis se realiza en el contexto espacial del lugar. En cuanto a las Fuerzas Motrices relevantes a este nivel, es probablemente el punto más débil de todo el sistema, al no haberse aplicado, como se indica más adelante, un sistema de indicadores completo con enfoque FPEIR a un área protegida individual. Respecto a las presiones e impactos, los elementos de aislamiento y vulnerabilidad del lugar parecen los más adecuados. Y a este nivel, los instrumentos de gestión activa y las medidas preventivas, concretadas estas últimas en la adecuada evaluación de afecciones, se muestran como las más efectivas.

Se han analizado, para detectar posibles indicadores aplicables a los procesos antes descritos, otros sistemas de indicadores centrados en las áreas protegidas, entre los que destacan: el sistema de indicadores de las áreas protegidas de Cataluña de la ICHN, el sistema de indicadores de la Red de Parques Nacionales y los indicadores de evolución del estado de los espacios naturales protegidos del Estado español de EUROPARC-España. Sobre su contenido y adecuación al Sistema de Indicadores propuesto para RN2000, se realiza un resumen a continuación. También se ha analizado unos de los escasos trabajos en los que se ha aplicado el enfoque FPEIR para la gestión de las áreas protegidas, en este caso marinas, desarrollado por un equipo español y recientemente publicado en la revista *Ocean & Coastal Management*

En general, estos indicadores, como otros muchos que se han analizado, pero que no se incluyen para no hacer extenso y tedioso el trabajo, están más enfocados a la caracterización de redes o grupos de espacios, que a los lugares en sí. Tan solo en el trabajo desarrollado por la ICHN para el sistema de áreas protegidas de Cataluña, se pueden encontrar indicadores aplicables, más o menos, directamente a este nivel del Sistema Red Natura.

Cabe concluir que probablemente sea necesario abrir una vía de reflexión y estudio sobre la necesidad de abordar el sistema de indicadores, con enfoque FPEIR a nivel 2, en función del marco territorial donde este inserto el lugar. Esto sobre todo es relevante para el caso de fuerzas motrices, presiones e impactos, ya que no es lo mismo un espacio RN2000 situado en una zona de agricultura intensiva, que en una zona periurbana o que en una zona rural en regresión poblacional.

Para último, señalar que en este nivel además del indicador seleccionado del sistema del ICHN de Cataluña referente a la *Continuidad ecológica*, se han desarrollado dos nuevos indicadores, denominados *Estado de la biodiversidad*

en ZEC (IEBZEC) y Representatividad ambiental de ZEC (IRZEC). Estos tres indicadores se describen con detalle en el apartado siguiente.

Nivel 3

La evaluación de la coherencia ecológica de la Red Natura 2000 implica al menos tomar en consideración los siguientes elementos: la suficiente representación de HIC y EIC, la evaluación conjunta de todos los hábitats y especies, la evaluación conjunta del grado de integridad individual, la representación de las Zonas de Alta Conectividad (ZAC) y la representatividad de la diversidad biológica. En lo que concierne a las fuerzas motrices que ocasionan pérdida de biodiversidad, es necesario considerar los elementos primarios que caracterizan el metabolismo de nuestro sistema de desarrollo y que son básicamente la extracción de materiales y la producción de energía. Para revertir los efectos del sistema de desarrollo sobre la biodiversidad se requiere aplicar medidas de política medioambiental y de conservación de los recursos naturales. Pero, sobre todo, parece necesario promover una coevolución entre el sistema económico y el sistema ecológico, restableciendo los circuitos de información social sobre los costes sociales y ambientales de nuestro actual metabolismo.

Para analizar hasta qué punto estos tres procesos están suficientemente tratados en los sistemas de indicadores ambientales o de desarrollo sostenible, se han consultado algunos sistemas actuales representativos de tres escalas territoriales: la comunitaria, la nacional (España) y la regional. No se ha considerado la escala local o municipal puesto que la problemática ambiental en este ámbito no tiene relación directa con la escala nacional, aunque la integración de datos municipales sí puede nutrir estadísticas nacionales. En el ámbito comunitario se ha tomado en consideración el conjunto de indicadores SEBI 2010 (Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators) y el conjunto principal de indicadores de la AEMA (EEA Core Set of Indicators). A escala nacional se ha consultado el Banco Público de Indicadores del MARM) y los indicadores de sostenibilidad utilizados por el Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE). En el ámbito regional se han consultado los Indicadores de Cabecera del País Vasco. Para el Nivel 3 se propone un indicador original denominado "Vulnerabilidad de la RN2000 frente a cambios de uso del suelo" (VULCUS).

En síntesis, puede decirse que para avanzar en un sistema de indicadores de nivel 3 es preciso abordar varios pasos:

a) Obtener información territorializada sobre variables o parámetros que puedan considerarse representativos de las fuerzas motrices y de las presiones que ocurren en el territorio español. Entre ellos hay que tomar en consideración los Requerimientos Totales de Materiales y el requerimiento de energía primaria por unidad de renta, no olvidándose que los efectos de desacoplamiento entre crecimiento económico y consumo de materiales pueden estar enmascarados por la importación de materias primas de otros países. Parámetros relacionados con los cambios en el uso del suelo, con la fragmentación del territorio o incluso con el riesgo de incendio forestal pueden

explorarse como descriptores de presión sobre los tipos de HIC en el medio terrestre y sobre la integridad del conjunto de los espacios Red natura 2000. La huella ecológica y otros índices globales como el Aprovechamiento Humano de la Productividad Primaria Neta pueden ser importantes como datos de entrada para confeccionar un análisis de coherencia o de integración del sistema de indicadores del nivel 3.

b) Es necesario conseguir datos globales, también territorializados, sobre el estado de conservación en conjunto de los tipos de HIC y sobre el estado de la integridad de los diferentes espacios de la Red Natura 2000. En el primer caso, a través de protocolos objetivos como los desarrollados en el Proyecto de BEGHE del MARM, o mediante procedimientos de teledetección como los utilizados en el indicador propuesto por el equipo de la EEZA sobre el estado de la cubierta vegetal. Para la evaluación de la integridad de cada espacio, será necesario desarrollar procedimientos y descriptores adecuados al Nivel 2 del Sistema Red Natura 2000, que puedan ser integrados en descriptores o indicadores más globales para el contexto de una región biogeográfica u otros sectores biogeográficos o socioeconómicos.

c) Con datos estandarizados sobre ambos tipos de temáticas (socioeconómicas y ambientales) será imprescindible diseñar un análisis multifactorial que permita detectar sinergias y/o solapamientos entre variables (descriptores-indicadores) y relaciones causales lo más inequívocas posibles entre fuerzas motrices y presiones sobre estado de hábitats y espacios y entre parámetros de respuesta y estado por un lado y entre parámetros de respuesta y fuerzas motrices-presión por otro. Es fundamental no olvidar que el núcleo central del Nivel 3 gira entorno a la coherencia de la Red Natura 2000, lo que implica mantener la integridad de cada espacio (atendiendo a su función diferencial) que descansa básicamente en el estado de conservación de los tipos de HIC y EIC que alberga.

Sistema de descriptores por nivel

En esta memoria consideramos como descriptor a una variable, parámetro o índice que se considera relevante para caracterizar un elemento de cualquiera de los tres niveles del Sistema Red Natura 2000. Se diferencia básicamente de un indicador porque no se le asocia un significado global que va más allá del valor que describe y porque no es necesario que vaya asociado a un valor objetivo o a unos valores umbrales que formalicen su interpretación. Los descriptores son necesarios para la caracterización de sistemas complejos como es el caso del Sistema red Natura 2000, cuya operatividad o eficiencia depende de multitud de factores científicos, técnicos, administrativos, sociales, económicos y políticos operando en cada uno de los tres niveles que caracterizan el sistema.

A lo largo del Capítulo 3 (Sistema de Indicadores por nivel) se ha puesto en evidencia la problemática de proponer indicadores adecuados a cada uno de los procesos y elementos que caracterizan cada nivel. No sólo por las dificultades en definir un buen indicador, sino también por la complejidad en

diseñar un sistema integrado y coherente así como por las especificidades del propio Sistema Red Natura 2000, cuyo núcleo central está constituido por la representación de los tipos de HIC y de las EIC en el territorio de cada una de las regiones biogeográficas.

Nivel 1

En el Nivel 1 es muy difícil encontrar, en los sistemas de indicadores revisados, parámetros que puedan ajustarse bien a un esquema tipo FPEIR y que se adecuen a la especificidad que representan los tipos de HIC. Esta problemática es debida a tres aspectos principales. Primero, que los tipos de HIC representan sólo un subconjunto más o menos amplio del conjunto de ecosistemas (incluyendo los agroecosistemas) que existen en el territorio. Segundo, que debe formalizarse una definición particular de estado de conservación favorable para cada tipo de HIC, teniendo en cuenta la posible variabilidad existente en el conjunto del área de distribución natural de cada región biogeográfica. Tercero, queda por realizar la evaluación del estado de conservación de las diferentes localidades para todos los tipos de HIC, aplicando los criterios definidos por la Comisión Europea para la aplicación el Artículo 17.

En este contexto, es necesario definir un descriptor básico de estado: la superficie de cada tipo de HIC, por región biogeográfica, que se encuentra en los cuatro posibles estados (favorable, desfavorable-inadecuado, desfavorable-malo y desconocido). Este descriptor, además, debe referirse a dos ámbitos territoriales distintos. Primero, el que comprende toda la superficie ocupada en cada región y segundo, la superficie ocupada dentro de los LIC-ZEC. Este descriptor es fundamental para establecer posibles relaciones causa-efecto con otros descriptores de fuerzas motrices, presión y respuesta.

En lo que se refiere a los tipos de HIC forestales, no parece existir un buen descriptor (y menos un buen indicador) de fuerzas motrices, aunque hay algún posible candidato como es la “contribución del sector forestal al PIB” o quizá el “consumo o el comercio de madera”. En ambos casos se observa la problemática mencionada en el párrafo anterior, sobre todo las particularidades de los diferentes tipos de HIC forestales. Efectivamente, la contribución de cada tipo de formación forestal al PIB o al comercio de madera es muy desigual por lo que a priori no parecen buenos parámetros para informar globalmente. Otros dos posibles descriptores de presión son “la superficie afectada por incendios forestales” y “daños en los bosques”, ya sea por deposición de contaminantes atmosféricos, ya sea por plagas o enfermedades. Como descriptores de respuesta menos específicos, y por tanto más valiosos, que pueden informar de forma más global hay que considerar “la superficie incluida en algún instrumento de ordenación forestal” (sobre todo los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales) y “la superficie forestal certificada”. Con respecto a la evaluación del estado de conservación a una escala de paisaje o de región, los indicadores ambientales de biodiversidad del País Vasco incluyen un indicador denominado “Índice de conectividad de Hábitats”, aplicable sólo a bosques autóctonos. Dicho índice se calcula como el valor

medio de las cuadrículas del mapa de costo-distancia y no se formaliza mediante valores objetivo o rangos. Se considera que este índice requiere un análisis más detallado para que pueda formalizarse como un indicador de conectividad, por lo que se incluye en este capítulo como un descriptor de estado (en origen está propuesto como indicador de presión).

En lo que concierne al medio acuático continental, los descriptores globales incluidos en el informe de sostenibilidad de las cuencas (OSE) son quizá menos representativos que en los tipos forestales, sobre todo en lo que respecta a la evaluación de los ecosistemas leníticos (zonas húmedas). En este sentido, parece razonable considerar que las demarcaciones hidrográficas deben ser unidades de referencia territoriales intermedias para establecer descriptores, sobre todo de fuerzas motrices tan relevantes como el consumo de agua (“índice de explotación y consumo de agua”). Con respecto a los ecosistemas de aguas retenidas hay que tener en cuenta su área de influencia local y el hecho de que un porcentaje importante depende para su régimen hídrico de las aportaciones de aguas subterráneas. Por estas razones es probable que descriptores globales (fuerzas motrices, presiones o respuesta) no se correlacionen con el estado de conservación de estos ecosistemas. Los ecosistemas lóticos son los que canalizan la mayor cantidad de agua de las cuencas, por lo que hay más posibilidades de que descriptores globales ofrezcan una información más útil. No obstante, también hay que considerar la estructura de la cuenca y el volumen de agua que circula por los ríos más principales y los afluentes de menor orden. Tomando este hecho en cuenta, es muy probable que datos globales no ofrezcan información sobre tramos o afluentes de menor entidad. Con estas limitaciones hay que considerar con prudencia descriptores de presión y respuesta como son la superficie de regadío o el consumo de fertilizantes y pesticidas, o la inversión en depuración o la eficiencia en el uso de agua urbano. Para mitigar estas posibles limitaciones quizá será necesario establecer descriptores de presión y de respuesta que se obtengan de trabajos de caracterización realizados a escala local, ya sea de gran parte o de la totalidad de las localizaciones o de una muestra significativa. En cualquier caso, se propone un primer descriptor para este grupo de tipos de HIC: “Masas de agua epicontinentales en riesgo de incumplimiento de los objetivos de la Directiva Marco del Agua”

Con respecto al medio costero y marino, se han propuesto como indicadores de fuerzas motrices tres parámetros obtenidos del Proyecto Deduce: dimensión y estructura de la población de la costa, porcentaje de ocupación del suelo según distancia con la costa y movimientos de mercancías en los puertos. Son variables (sobre todo las dos primeras) que quizá podrían considerarse descriptores ya que son factores directos en la caracterización del litoral, sobre los que será difícil proponer valores objetivo o valores umbrales en función de la capacidad de carga de los sistemas ecológicos existentes. Al igual que con los tipos de HIC forestales o con los acuáticos continentales, puede haber tipos costeros-marinos de reducida extensión como las praderas de *P. oceanica*, los llanos fangosos o determinados pastizales salinos que no respondan a pautas generales. También es probable que los parámetros de población y ocupación de la costa muestren más información con respecto a tipos de HIC costeros terrestres como son los sistemas dunares o los acantilados. Además, habrá

que considerar las diferencias ecológicas y de presión ambiental entre el Mar Mediterráneo y el Atlántico e incluso entre sectores o ecorregiones distintas.

Nivel 2

Los descriptores de Nivel 2 son muy abundantes en la literatura técnico-científica sobre áreas protegidas. Sin embargo, la mayor parte de ellos, como ya se ha señalado para los indicadores, están diseñados para ser aplicados sobre un conjunto de áreas protegidas. Son muy escasos los que permiten la evaluación de los procesos inherentes al lugar, y menos frecuente es aún la utilización de descriptores que se adapten al mantenimiento de la integridad del lugar, objetivo básico para este nivel en el Sistema de Indicadores Red Natura 2000 propuesto.

Por ello, finalmente se ha optado por proponer dos descriptores originales, uno para evaluar la integridad del lugar y otro para evaluar la eficacia de las medidas de gestión. Ambos se han desarrollado sobre conceptos y datos específicos de la Red Natura 2000, por lo que su adaptación al Sistema es muy elevada.

El descriptor básico de estado diseñado para evaluar el grado de integridad de cada espacio LIC-ZEC es el conjunto de superficie de tipos de HIC incluidos en cada lugar con valor favorable y desfavorable. Complementando el valor superficial debe utilizarse otro descriptor análogo, pero referido al número de tipos de HIC incluido en cada categoría (favorable, desfavorable-inadecuado, desfavorable-malo o desconocido). Ambos descriptores son necesarios por su complementariedad, ya que un porcentaje superficial alto con estado favorable puede enmascarar la presencia de tipos de HIC con poca relevancia superficial pero que se encuentran en un estado desfavorable..

El descriptor esbozado para evaluar la eficacia de los instrumentos de gestión, dentro del campo de los descriptores de respuesta, ha sido el denominado “Grado de adecuación de los instrumentos de gestión”. Con él se trata de evaluar si los instrumentos de gestión, ya sean estos planes específicos o medidas de gestión integradas en otros planes, sirven para alcanzar el objetivo primordial de este nivel, es decir el mantenimiento de la integridad del espacio protegido Red Natura 2000. Esto ayudará a evitar que los instrumentos de gestión se conviertan en meros trámites administrativos que se realizan exclusivamente para salvar el “imperativo legal”. También favorecerá el abandono de análisis simplistas de carácter binario, en los que únicamente cuenta el tener el plan aprobado, para engrosar las estadísticas, aunque las determinaciones del mismo no se apliquen.

Como apoyo y complementariedad del descriptor anterior, sería interesante desarrollar otros ligados al esfuerzo presupuestario – a semejanza del indicador propuesto en el SEBI 2010 denominado Financiación de la gestión de la biodiversidad – y a la asignación de medios materiales y humanos, que permitiesen realizar una evaluación más realista de los medios dedicados al mantenimiento de la integridad de un lugar.

Como en el caso de los indicadores, no se han seleccionado descriptores de fuerzas motrices, debido a la dificultad para determinar fuerzas motrices generales que afecten a los lugares. Parece razonable pensar que, al igual que con el nivel 1, es necesario realizar unas tipologías de lugares en función del medio socioeconómico en el que estén insertos. Podría pensarse en espacios de montaña, costeros, fluviales, en entorno agrícola intensivo, periurbanos, lo que permitiría identificar adecuadamente las fuerzas motrices que están poniendo en peligro la integridad de los espacios protegidos RN2000, en este Nivel 2.

Nivel 3

Hay descriptores (considerados indicadores en la fuente original) propuestos a escala europea sobre la suficiente representación de HIC y EIC en la propuesta de Red Natura 2000 y sobre la evaluación conjunta del estado de conservación de hábitats. Con respecto a la representación de HIC y EIC, el indicador 8 del conjunto SEBI-2010 se denomina “Sitios designados por las Directivas UE de Hábitats y Aves” y se calcula mediante el Índice de Suficiencia. Para el seguimiento del estado de conservación de los HIC y EIC el conjunto SEBI-2010 incluye el indicador 3 “Especies de Interés Europeo” y el indicador 5 “Hábitats de Interés Europeo”.

Por otra parte, no hay descriptores propuestos en los sistemas revisados que evalúen la representatividad de las ZAC en el conjunto de la Red Natura 2000 así como su significado y relevancia espacial en el mantenimiento de la coherencia global. No obstante, los resultados del trabajo de la EEZA realizado para el MARM sobre el “Análisis de la conectividad del paisaje para Hábitat de Interés Comunitario en España peninsular”, podrían integrarse para delimitar dichas ZAC y definir un descriptor sencillo como es el cociente entre la superficie ZAC incluida en espacios de la Red Natura 2000 y el total de superficie ZAC para cada Región Biogeográfica. Valores del cociente próximos a 1 indicarían un alto nivel de representación de las ZAC y una mayor contribución al mantenimiento de la coherencia. Dicho cociente informa sobre el grado de representatividad pero no informa sobre la relevancia de cada zona y su contribución a la conectividad global de la red. Además, será preciso diseñar un análisis de la función diferencial de cada espacio Red Natura 2000 para determinar también su contribución distinta a la coherencia ecológica.

Como ejemplo de primera aproximación a la evaluación conjunta de la coherencia, se propone un descriptor de estado que informa sobre la superficie del conjunto de LIC-ZEC por región biogeográfica, diferenciada según el porcentaje de superficie de tipos de HIC que se encuentran en estado favorable y en estado desfavorable (inadecuado o malo) para cada espacio LIC-ZEC.

Descriptores de fuerzas motrices que podrían resultar relevantes para evaluar el grado de presión ambiental sobre el conjunto de los tipos de HIC y sobre las EIC, así como sobre los espacios Red Natura 2000 son los Requerimientos Totales de Materiales o la Intensidad Energética de la economía, ambos propuestos en el Informe de Sostenibilidad realizado por el OSE (2008). En cualquier caso, será necesario explorar otros descriptores de presión o de

impacto basados en los efectos del cambio climático (o cambio global), por ejemplo las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero), o basados en cambios significativos en los patrones o regímenes de precipitación y temperatura, por ejemplo mediante un índice de aridez. En el medio terrestre, desde luego, parece necesario seguir avanzando en la obtención de descriptores que informen sobre el grado de fragmentación del paisaje así como sobre los cambios en los usos del suelo (especialmente en el proceso de artificialización, ya sea por urbanismo o por infraestructuras). En este aspecto, no sólo hay que mantener una escala de ámbito comunitario mediante el CORINE LANDCOVER sino analizar cambios a una escala de mayor resolución a través del SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España), coordinado por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.

Es también necesario abordar la selección de descriptores de respuesta de Nivel 3, no sólo en lo que concierne al objetivo fundamental de conseguir un desacople entre crecimiento económico y consumo de recursos, sino también en factores tan básicos como la cantidad de recursos económicos que las administraciones públicas dedican a la conservación del patrimonio natural en relación con otros sectores.

Hay que explorar también la formulación de otros descriptores de respuesta basados en el grado de aplicación de la Ley 42/2007 sobre Patrimonio Natural y Biodiversidad. Por ejemplo, mediante el control del grado de cumplimiento de las obligaciones inherentes a dicha ley como son: la creación del inventario nacional (con sus diferentes inventarios), la redacción del Plan Estratégico Estatal y de las directrices de ordenación de los recursos naturales o de la Red natura 2000, la puesta en marcha de las medidas para la conservación de los tipos de HIC o la realización de las Estrategias y Planes de conservación y restauración. Con respecto a la redacción obligada de los Planes Sectoriales, es muy conveniente definir descriptores que informen sobre las tendencias de políticas y sectores económicos especialmente impactantes sobre el medio natural. Cabe destacar el sector del transporte (por su alto consumo de energía a través de combustibles fósiles y por el efecto vertebrador que produce sobre el medio terrestre el transporte por carretera y el de Alta Velocidad), el de la energía (fracción obtenida de fuentes renovables), el de ordenación del territorio (Ley del suelo), el de la Política Agraria (insumos) o incluso el de la política de desarrollo rural (mejora de la calidad de vida y relación con sistemas agrarios más acordes a las capacidades de carga de los ecosistemas).