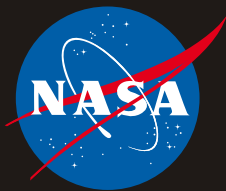


ambienta

Evaluación de los ecosistemas del milenio en España



n.º 98
Marzo
2012
3 €



Eventos John Nurminen y UAU en colaboración con Kansas Cosmosphere presenta

LA AVENTURA DEL ESPACIO

LA EXPOSICIÓN

Más de 300 piezas originales y 2.500 m² de historia

Pabellón XII Recinto Ferial Casa de Campo

A partir del 16 de diciembre de 2011

www.laaventuradelespacio.es

Entradas a la venta en www.entradas.com
en el 902 585 125 y en taquilla de la exposición

20% de descuento para el personal del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino



Con la colaboración de:

JOHN NURMINEN
EVENTS

ArtStation

UAU
www.uau.pt

COSMOSPHERE
KANSAS COSMOSPHERE & SPACE CENTER

Trigion

U.S. Space &
Rocket Center

MADRID
1978-2011

afroWada

EL MUNDO...
ORBYT.

SEB

H
HISTORIA

Quo

ambienta**98 / Marzo 2012**

Edita:
Secretaría General Técnica
Ministerio de Agricultura,
Alimentación y Medio Ambiente

Directora de la Revista:
Maribel del Álamo Gómez

Portada:
Roberto Anguita

Redacción:
Plaza de San Juan de la Cruz, s/n.
28071 Madrid
Tel.: 91 597 67 96

Consejo Asesor:
Presidente:
Adolfo Díaz-Ambrona
Secretario General Técnico

Vocales:
José Abellán Gómez
Maribel del Álamo Gómez
Miguel Ángel Álvarez Areces
Aladino Fernández García
Josefina Gómez Mendoza
Antonio Gómez Sal
José Luis González Rebolgar
Esteban Hernández Bermejo
Jaime Izquierdo Vallina
Domingo Jiménez Beltrán
Fernando Martínez Salcedo
Ángel Menéndez Rexach
Eduardo Moyano Estrada



i **IBERSAF**
INDUSTRIAL

Diseño, impresión, distribución
y publicidad:
Ibersaf Industrial, S. L.
Calle Huertas, 47 bis. 28014 Madrid
Tel.: 91 429 95 34 - Fax: 91420 39 48
Publicidad: Safel Imagen
E-mail: jose.pardo@ibersaf.es

Depósito Legal: M-22694-2001
ISSN: 1577-9491
NIPO: 280-12-014-3

Esta Publicación no se hace
necesariamente solidaria con
las opiniones expresadas en las
colaboraciones firmadas.
Esta revista se imprime en papel 100%
reciclado.



02 **La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Del equilibrio entre la conservación y el desarrollo a la conservación para el bienestar humano**
Carlos Montes, *et al.*

14 **Escriben en este número de Ambianta...**

18 **Agroecosistemas: opciones y conflictos en el suministro de servicios clave**
Antonio Gómez Sal

32 **Una aproximación a la evaluación de los servicios de las aguas subterráneas al ser humano en España**
M. Manzano Arellano y L. J. Lambán Jiménez

42 **Los bosques atlánticos. Principales resultados y mensajes clave**
M. Á. Álvarez García y L. G. de la Fuente

52 **Bosque y matorral esclerófilo mediterráneo**
Francisco Díaz Pineda y Belén Acosta Gallo

66 **Bosques y matorrales mediterráneos continentales**
Alfonso San Miguel, *et al.*

74 **Reflexiones sobre la EME en Canarias**
Giuseppe Nerilli y José María Fernández-Palacios

82 **Lagos y humedales en la evaluación de los ecosistemas del milenio en España**
C. Borja, A. Camacho y M. Florín

92 **La evaluación de los ecosistemas del milenio en el litoral español y andaluz**
J. A. Chica, M. L. Pérez y J. M. Barragán

106 **Ecosistemas marinos. ¿Es el mar de un azul infinito?**
L. Royo, M. Ferriz, y C. M. Duarte

116 **La conservación de la montaña alpina y el bienestar humano**
F. Fillat, A. J. Aguirre, F. Pauné y C. Fondevilla

134 **Ecosistemas ríos y riberas: conocer más para gestionar mejor**
M.ª L. Suárez Alonso y M.ª R. Vidal-Abarca Gutiérrez

144 **Ecosistemas urbanos**
Juan Carlos Barrios

154 **Los ecosistemas de la zona árida (EZA)**
Juan Puigdefábregas

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España. Del equilibrio entre la conservación y el desarrollo a la conservación para el bienestar humano

Carlos Montes, Fernando Santos, Berta Martín-López, José González, Mateo Aguado, César López-Santiago y Javier Benayas

Laboratorio de Socioecosistemas. Departamento de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid

Antonio Gómez Sal

Departamento de Ecología. Universidad de Alcalá. Madrid

El Programa internacional Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA) (www.maweb.org), promovido por una Alianza de Agencias de Naciones Unidas, Convenios Internacionales y ONG, fue lanzado en 2001 por el entonces Secretario General Kofi Annan, con la finalidad de crear una línea base de información científica interdisciplinaria sobre las relaciones entre ecosistemas, biodiversidad y bienestar humano. Supuso la ecoauditoría más importante realizada hasta la fecha, sobre el estado de conservación de los ecosistemas y la bioersidad del planeta. Su objetivo último no fue otro que evaluar las implicaciones que la destrucción de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad tienen en el bienestar de la población del planeta (Montes y Salas, 2007 y Montes y Lomas, 2010).

Para ello 1 360 científicos y expertos provenientes de diferentes campos de las ciencias ecológicas y sociales trabajaron durante cuatro años para demostrar, con datos empíricos, que el futuro de la humanidad depende del buen estado

de conservación de los ecosistemas acuáticos y terrestres, ya que los servicios que generan condicionan nuestro desarrollo no solo económico sino también social, cultural y político, comprometiendo asimismo el bienestar de las generaciones futuras (MA, 2005).

El mensaje fue muy claro: en los últimos 60 años, la humanidad ha modificado ecosistemas y erosionado biodiversidad de forma más rápida e intensa que en cualquier otro periodo comparable de su historia. Las alteraciones son tan intensas que si no se toman, en diferentes ámbitos, medidas drásticas y profundas para revertir esta tendencia, la situación se agravará, probablemente siguiendo una dinámica no lineal, y la humanidad se acercará a un colapso de proporciones sin precedentes (Carpenter, 2009 y Rockström, 2009).

En este contexto la Evaluación de los Ecosistemas de España (EME) se erige como la respuesta de la Administración Pública Ambiental

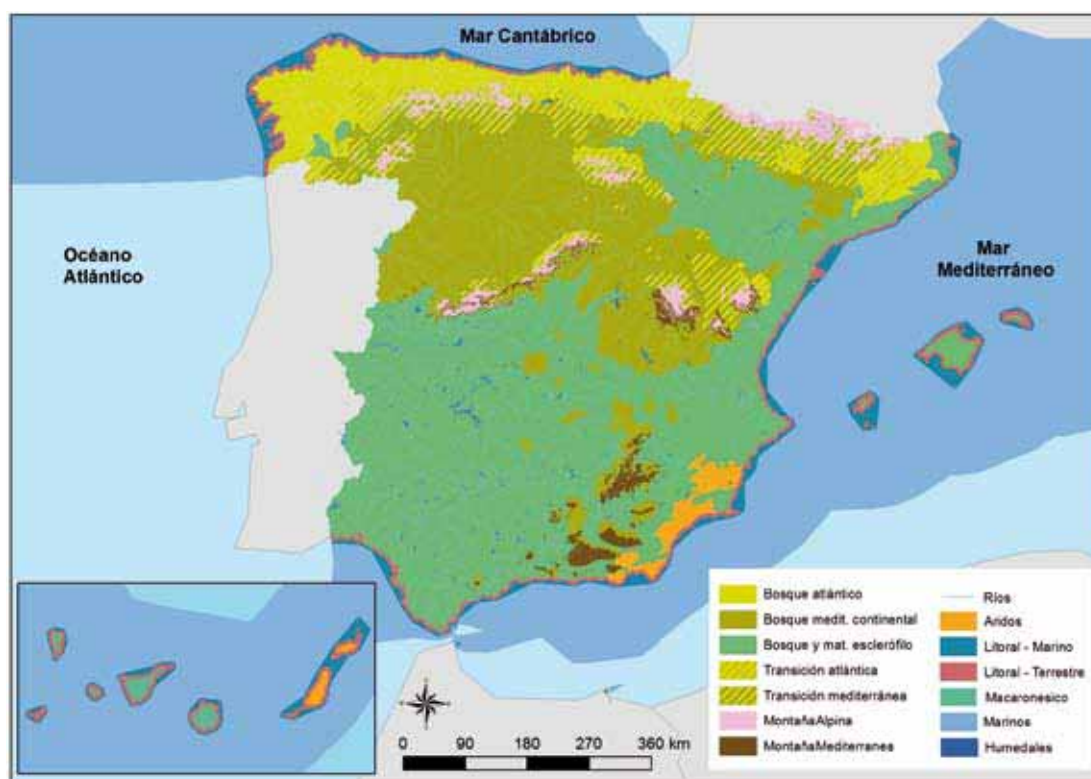


Figura 1. Área potencial de los distintos tipos de ecosistemas que desde un punto de vista operativo o práctico han sido evaluados en el proyecto EME. El mapa presenta el resultado de aplicar los criterios bioclimático, altitud/complejidad y aridez, así como las zonas húmedas y costeras. Sobre esta base, los usos humanos modifican la estructura potencial de los ecosistemas y generan distintos tipos de agroecosistemas y ecosistemas urbanos, grupos que no han sido representados para facilitar claridad en la visión de conjunto. Debido a que el criterio aplicado para la definición de *áreas de montaña* ha sido estrictamente altitudinal, se señalan dos zonas de transición entre estas (en particular la montaña de tipo alpino) y los bosques de tipo atlántico y mediterráneo continental respectivamente.

a diferentes normativas, programas y convenios asumidos por nuestro país para el cumplimiento de una serie de obligaciones internacionales. En la actualidad, EME ha sido reconocido por la Secretaría General de la Red Internacional para las evaluaciones globales (SGA: www.ecosystemassessments.net) como una evaluación integral del Milenio Internacional.

La Evaluación se puso en marcha en abril de 2009 promovida por la Fundación Biodiversidad y coordinada por investigadores de las Universidades Autónoma, Alcalá y Complutense de Madrid. En el proyecto han intervenido más de 60 investigadores provenientes de distintos campos de las ciencias ecológicas y sociales. Su objetivo general ha sido evaluar y suministrar a la sociedad (especialmente ONG, gestores ambientales y sector empresarial), información interdisciplinaria sobre las consecuencias que el

cambio en los ecosistemas de España y la pérdida de la biodiversidad tienen sobre el bienestar de la población española.

Ha tratado de visibilizar con datos concretos, procedentes del conocimiento experimental y experiencial, que los ecosistemas españoles y su biodiversidad son, en gran parte, la base de nuestro bienestar y constituyen el capital natural que sustenta al resto de capitales de origen humano (social, económico, etc.). Finalizada su primera fase en marzo de 2011, se presentó en septiembre del mismo año una síntesis de los resultados www.fundacionbiodiversidad.org. En este monográfico de *Ambienta* se muestran algunos de los resultados más relevantes de la evaluación global, así como de cada uno de los tipos de ecosistemas considerados. EME ha evaluado los estrechos vínculos existentes entre 22 servicios de 14 tipos operativos de ecosistemas y su relación

con el bienestar de la población española. Una información más detallada puede encontrarse en la web del Proyecto: www.ecomilenio.es.

Considerando los servicios de los ecosistemas como su contribución directa o indirecta al bienestar humano, EME ha utilizado para la evaluación más de 800 indicadores biofísicos, socioeconómicos y culturales. El Proyecto ha permitido apreciar sostenibilidad o insostenibilidad del uso que las políticas actuales hacen de 7 servicios de abastecimiento (suministro de alimentos, agua dulce, materias primas de origen biótico, materias primas de origen geotérmico, energías renovables, acervo genético, medicinas naturales), 8 servicios de regulación (climática, calidad del aire, hídrica, control de la erosión, fertilidad del suelo, perturbaciones naturales, control biológico, polinización) y 7 servicios culturales (conocimiento científico, conocimiento ecológico local, identidad cultural y sentido de pertenencia, disfrute espiritual y religioso, disfrute estético de los paisajes, actividades recreativas, educación ambiental).

Para el logro de los objetivos descritos, era especialmente importante la decisión práctica sobre los tipos de ecosistemas que deberían ser evaluados, con objeto de abarcar de forma efectiva la diversidad de ecosistemas (ecodiversidad) presentes en España. Las características del proyecto MA limitan las posibilidades de evaluación a un número reducido de tipos (lo habitual en distintos países ha sido entre 8 y 12) para ganar claridad en los mensajes que persigue el objetivo pedagógico del proyecto.

Siguiendo estas indicaciones, EME ha seleccionado un conjunto de tipos generales de eco-

sistemas de carácter operativo o práctico, es decir, apropiados para desarrollar un proyecto concreto, ajustados a sus objetivos. Se trató de identificar los principales ámbitos de expresión de la naturaleza de nuestro país, definidos por las condiciones ambientales más generales, cuya influencia sobre la estructura y composición de los ecosistemas es suficientemente conocida y contrastada (Blanco, 1997; Rivas, 2008 y Gómez Sal, 2011). El nombre escogido para los diferentes tipos responde a rasgos descriptivos generales, pero no limita las posibilidades de un análisis de mayor detalle dentro de ellos (configuraciones o subtipos). Como ejemplo, el término *bosque atlántico*, no implica que se analicen únicamente las formaciones arbóreas complejas propias de dicho clima, sino el conjunto de alternativas que alcanza la naturaleza en el ámbito de expresión potencial de dicho tipo bosque, como pueden ser sistemas silvopastorales, pastizales, cultivos maderables, etc. Cada una de estas configuraciones implica cambios en el carácter e importancia de los servicios evaluados.

TIPOS DE ECOSISTEMAS EVALUADOS

Las consideraciones que orientaron la propuesta de tipos operativos, fueron las siguientes:

- Su número debe ser suficiente para recoger de forma eficaz y sintética el carácter y originalidad de la naturaleza de España. La diversidad es superior a la de otros países europeos.
- La selección debe considerar la importancia de los servicios que los tipos seleccionados

Ecosistema	Características generales
Montaña alpina	Ambientes con alto grado de naturalidad y baja densidad de población. Los usos dominantes son la ganadería de montaña y el turismo.
Montaña mediterránea	Mosaico de usos agrícolas, ganaderos y forestales, con límite de poblamiento en los en 1 700 m, en las vertientes sur. Clima de mediterráneo de montaña (parte de los pisos supra y oromediterráneo).
Islas Canarias con fuerte desnivel altitudinal (ecosistemas macaronésicos)	Coincidencia de diferentes tipos de ecosistemas en secuencia altitudinal, en un territorio reducido. Afectos de los servicios que prestan se asemejan a áreas de montaña.
Zonas áridas	Productividad aleatoria y fragilidad. En gran medida explotados de forma desordenada para subvenir a intereses ocasionales de la población.

prestan para el bienestar de la población y ser representativa del capital natural del país.

- La diferenciación de los tipos a evaluar considera como principales determinantes las condiciones geofísicas y la modificación humana de los ecosistemas.

De acuerdo con lo anterior, la definición de los tipos operativos de ecosistemas se basó en la aplicación de los criterios que se exponen a continuación.

ECOSISTEMAS TERRESTRES

Criterio altitud y aridez

Por su orografía, altitud y carácter singular –isla respecto al territorio circundante–, las **montañas** representan un ámbito o circunstancia ecológica que en gran medida proporciona de forma conjunta (como tal montaña) los servicios para el bienestar humano. En EME se han considerado dos tipos de montaña: **alpina** y **mediterránea**. La definición práctica de los ambientes de montaña se realiza por criterio de altitud, tomando un límite inferior de referen-

cia en 1 500 m. De forma similar, los ecosistemas **áridos** quedan definidos por la escasez de precipitaciones, considerando como límite los 300 mm de precipitación media anual. A esta condición climática responden zonas del sudeste peninsular y las dos islas orientales de Canarias.

Las islas Canarias de mayor altitud (las cinco **islas occidentales**), expuestas a la acción de los vientos alisios, pueden verse como montañas-isla, por el bandeo de tipos de vegetación existente en ellas en un espacio reducido. Se ha considerado también la singularidad de formar parte de la región biogeográfica Macaronésica.

Criterio macroclima

La división entre las regiones bioclimáticas mediterránea y eurosiberiana (subregión atlántica) y, dentro de la mediterránea, entre el sector más continental (definido por más de tres meses de heladas), y el resto del territorio, con exclusión de los ambientes áridos, nos permite diferenciar tres tipos de ecosistemas que en conjunto abarcan la mayor parte de la superficie de España.

Ecosistema	Rasgos esenciales que lo definen
Bosque y matorral esclerófilo	Pisos bioclimático mesomediterráneo (continentalidad moderada) y termomediterráneo (sin heladas, proximidad del mar). Especies con hojas persistentes y coriáceas.
Bosque mediterráneo continental	Continentalidad elevada, con al menos tres meses de helada. Piso supramediterráneo.
Bosque atlántico	Región atlántica. Ausencia de sequía estival. La humedad regula las fluctuaciones de temperatura.

Criterio usos humanos

Según el carácter del uso dominante, se han diferenciado, por una parte, los agroecosistemas

(incluye tanto los dominados por usos agrícolas diversificados y ganadería extensiva, como los de agricultura convencional e industrial) y, por otra, los ecosistemas urbanos.

Ecosistema	Rasgos esenciales que lo definen	Límites para la cartografía
Agroecosistemas	Ecosistemas modificados y gestionados por los seres humanos con el objetivo de obtener alimentos, fibras y otros materiales de origen biótico.	Ampliamente distribuidos en medio terrestre.
Urbanos	Ambientes urbanos con alta densidad de población.	Superficies artificiales ligadas a los núcleos urbanos.

ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Dentro de este grupo se han distinguido entre **ecosistemas acuáticos: marinos, ríos y ribe-**

ras, lagos y humedales de interior y acuíferos.

Ecosistema	Rasgos esenciales que lo definen
Marinos	Antigüedad de los procesos. Elevada conectividad entre elementos, los ciclos que lo conforman y el medio acuoso que los sustenta. Tridimensionalidad.
Ríos y riberas	Conectan y cohesionan las cuencas de drenaje. Presión alta de usos humanos, asociados a la agricultura de regadío.
Lagos y humedales de interior	Se incluyen los lagos y humedales con cubetas cuya génesis no está vinculada a procesos morfogénicos costeros.
Ecosistemas asociados a la dinámica de aguas subterráneas (acuíferos)	Se generan por infiltración del agua, sistemas de transporte por gravedad y disipación de energía a gran escala.

TIPO DE ECOSISTEMAS LITORALES

Ocupando una posición intermedia entre el continente y el mar, los ecosistemas litorales re-

presentan un ambiente de transición donde se mezclan ecosistemas frágiles con una alta presión demográfica y una de las mayores demandas de servicios por parte de la sociedad.

Ecosistema	Rasgos esenciales que lo definen	Límites para la cartografía
Litoral	Reflejan la interacción entre el medio terrestre y las actividades humanas en ámbitos con presencia o influencia del mar.	Litoral terrestre: llanura costera, islas e islotes. Litoral intermareal y de borde costero. Litoral marino: aguas someras y aguas confinadas y semiconfinadas.

LA PRESIÓN SOBRE LOS ECOSISTEMAS Y LA BIODIVERSIDAD DE ESPAÑA LIMITA SU CAPACIDAD DE GENERAR SERVICIOS

La caracterización de las funciones de los ecosistemas es fundamental para entender su capacidad de generar servicios para la sociedad. Por tanto, para asegurar un flujo sostenible de contribuciones al bienestar humano, es esencial gestionar las funciones, con preferencia a los servicios disfrutados por la sociedad. EME ha evaluado el estado y tendencias de conservación de los tipos de ecosistemas de España, para llegar a la conclusión de que, a excepción de los tipos considerados como bosque, el resto de ecosistemas han visto reducida o alterada, en algunos casos de forma dramática, su superficie. Los ecosistemas litorales y los humedales son los más degradados, pero son las riberas de los ríos y las praderas marinas de Posidonia

los más amenazados de desaparición. Se estima que solo queda un 7% de las llanuras de inundación de nuestros ríos ocupadas por vegetación de ribera bien conservada.

Por otra parte, la urbanización del litoral ha alterado o destruido alrededor de un 70% de los humedales costeros, y solo el 20% de los sistemas dunares asociados se encuentra en buen estado. En general, se considera que se ha perdido alrededor del 60% de la superficie original de lagos y humedales españoles.

Como consecuencia de esta alteración o pérdida de una superficie tan importante de ecosistemas, España no ha logrado alcanzar la meta establecida por el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) de reducir las tasas de erosión de la biodiversidad para el año 2010. EME evidencia que la Biodiversidad de España está sufriendo un significativo proceso de degradación ya

que entre el 40% y el 68% de las especies silvestres registradas se encuentran amenazadas. Igualmente preocupante es el desplome de la diversidad genética asociada a la ganadería, ya que el 75% de las razas autóctonas están en peligro de extinción. Todo indica que la merma de biodiversidad sigue una dinámica no lineal, por lo que, si se mantiene la pérdida de especies, en especial la de los grupos taxonómicos más relacionados con funciones clave (diversidad funcional, incluidos componentes de agrobiodiversidad), puede sobrepasarse un umbral de cambio que nos lleve a un colapso del flujo de servicios.

Es evidente que las transformaciones que han sufrido durante los últimos 50 años la mayoría de los tipos de ecosistemas de España han reducido su capacidad de generar servicios (Figura 2).

Se ha constatado que el 45% de los 22 servicios evaluados se están degradando o gestionando de forma insostenible. Este porcentaje es menor que el calculado en el MA (60%), pero ma-

yor que el del Milenio del Reino Unido (30%) (UKNEA, 2011). La explicación podría encontrarse en el diferente modelo de desarrollo económico que han seguido Reino Unido y España. La política económica que en nuestro país promovió los comportamientos especulativos en el uso del suelo, ha traído consigo las mayores tasas de artificialización del territorio de un país europeo (Prieto *et al.*, 2010), en especial sobre ecosistemas acuáticos continentales (ríos y riberas, humedales), ecosistemas macaronésicos y litorales. De especial relevancia es la pérdida de la capacidad de generar servicios de estos últimos, teniendo en cuenta la longitud de costa en nuestro país. Su destrucción tendrá con mayor intensidad en el futuro importantes repercusiones negativas en el bienestar de la población española. Los servicios de regulación son cruciales por el carácter transicional de los ambientes litorales, su situación límite entre la litosfera e hidrosfera salada.

Del mismo modo ocurre con la degradación de los ríos y sus riberas. Son ecosistemas estratégicos por los servicios de regulación hídrica, el

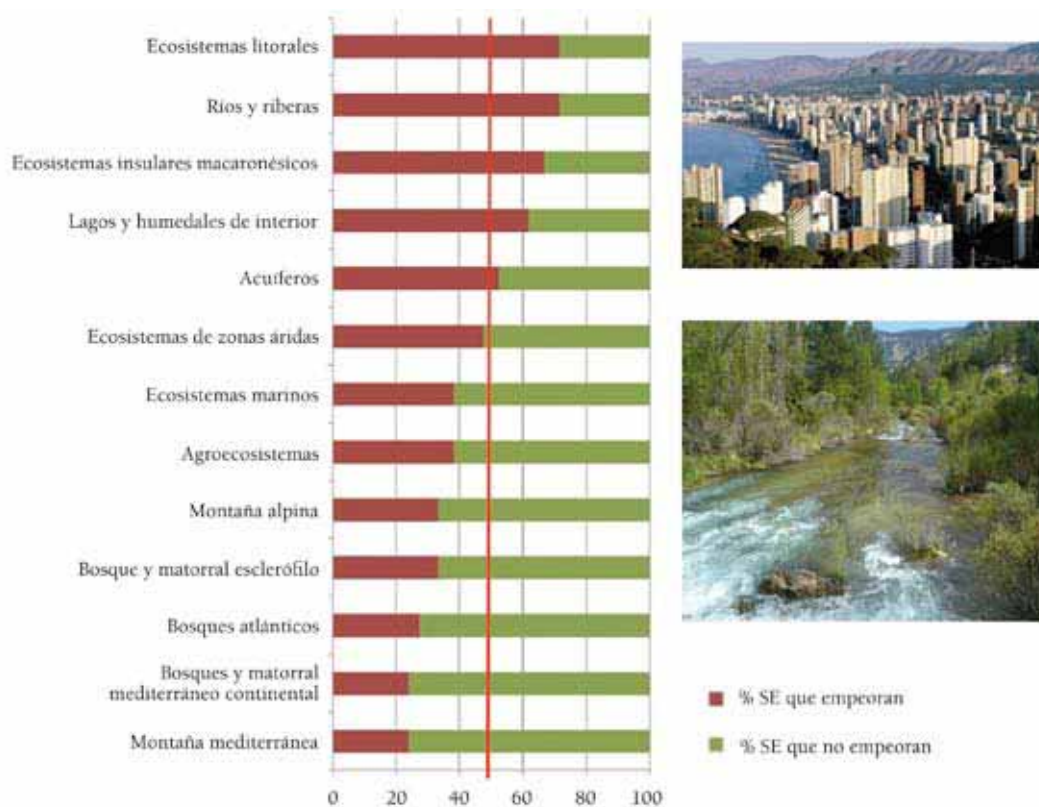
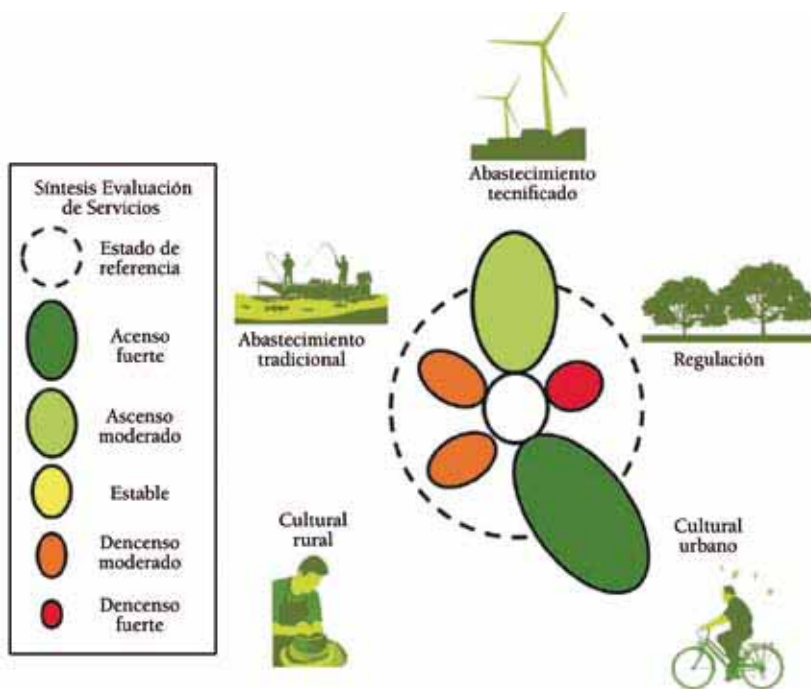


Figura 2. Existe una clara relación entre la alteración de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas de España y su capacidad de generar servicios, expresada en el porcentaje de servicios que se han degradado o se están gestionando insosteniblemente y los que se mantienen o mejoran.

Figura 3. El descenso de los servicios de regulación, de abastecimiento tradicional y los culturales asociados al medio rural están incrementando la vulnerabilidad de España ante perturbaciones naturales o crisis socioeconómicas internacionales. La línea punteada representa el estado de referencia para el periodo considerado (1960-2010).



abastecimiento de agua potable, además de la de uso industrial y el regadío. Por su papel de conexión son esenciales en el mantenimiento de las tramas socioecológicas del territorio.

La Figura 3 muestra una síntesis de la evaluación en cinco tipos de ecosistemas que discriminan los servicios de abastecimiento entre tradicional y tecnificado, según se empleen o no subsidios energéticos (maquinaria, fertilizantes, plaguicidas) y los culturales en urbanos o rurales dependiendo de si los beneficiarios viven en la ciudad o el medio rural.

Se evidencia como las demandas procedentes de una población mayoritariamente urbana están promoviendo la explotación insostenible de servicios de abastecimiento tecnificados, así como de los servicios culturales relacionados con la recreación y el turismo de naturaleza. Asimismo disminuyen los servicios de regulación y, en conjunto, afectan a la capacidad del medio rural para prestar servicios culturales.

De esta forma la práctica totalidad de los **servicios de regulación** evaluados se están degradando, en especial los relacionados con el ciclo del agua o la fertilidad de suelo. La gravedad de

este hecho radica en que tanto los servicios de abastecimiento como los culturales dependen en último término de los de regulación. España, por las características biogeofísicas de su territorio, su situación geográfica y su modelo económico, es uno de los países más vulnerables de la UE ante la intensificación de los eventos extremos, consecuencia del cambio global.

Por otro lado la pérdida de **servicios culturales** asociados al medio rural que son esenciales para el mantenimiento de un nivel de integridad y la resiliencia en la práctica totalidad de los ecosistemas, se debilita por la pérdida del conocimiento ecológico local o la identidad cultural y sentido de pertenencia de buena parte de la población rural. La desaparición de los modelos tradicionales de gestión pone en peligro la conservación de la biodiversidad y de los servicios que brindan a la sociedad los agroecosistemas.

A pesar de que los servicios de abastecimiento de los alimentos y el agua parecen estar asegurados con creces, ello se produce con un importante coste en la pérdida de capacidad de generar servicios de otros ecosistemas, especialmente los acuáticos. El modelo de agricultura

y ganadería intensivas muy subsidiadas, ineficientes energéticamente y altamente exigentes en el abastecimiento de agua afecta a acuíferos y es causa de contaminación de aguas y suelos.

En cualquier caso España no es autosuficiente respecto al suministro de los materiales y la energía que su modelo económico demanda, y depende a día de hoy en aproximadamente un 30% de los recursos geóticos procedentes de otros ecosistemas del mundo. Sobrepasando nuestros límites biofísicos y territoriales estamos realizando una doble presión sobre otros ecosistemas fuera de nuestras fronteras, que ejercen tanto de abastecedores de servicios como en algunos casos de sumidero de nuestros residuos. Esta dependencia lleva consigo repercusiones ecológicas y sociales y, por tanto, conflictos ecológicos distributivos que incrementan, al igual que otros países desarrollados, nuestra deuda ecológica con los países del sur.

LOS CAMBIOS DE USOS DEL SUELO SON EL PRINCIPAL IMPULSOR DIRECTO DEL CAMBIO DE LOS ECOSISTEMAS DE ESPAÑA

EME ha evaluado seis impulsores directos de cambio (cambios de usos del suelo, cambio

climático, contaminación de aguas, suelos y aire, especies exóticas invasoras, cambios en los ciclos biogeoquímicos, sobreexplotación de servicios) que inciden directamente sobre la capacidad de generar servicios de los ecosistemas de España (Figura 4).

En contra de lo que se difunde insistentemente en los medios, el cambio climático no es el responsable más importante de la degradación de los ecosistemas de España, sino los cambios drásticos en los usos del suelo, vinculados a un modelo de desarrollo económico de nuestro país. Dos procesos aparentemente contrarios (intensificación y abandono) han actuado y siguen actuando de forma sinérgica sobre el territorio impulsando la transformación de usos que afectan a la capacidad de generar servicios de los ecosistemas. Por un lado, la artificialización del suelo (la superficie artificial se ha incrementado un 54% entre 1987 y 2005) y la intensificación agropecuaria para la producción tecnificada de alimentos generan impactos difíciles de mitigar, y por otro el abandono rural que conlleva la pérdida de servicios culturales ligados a los saberes locales relacionados con los modelos tradiciones de gestión.

La contaminación de aguas, suelo y aire y la sobreexplotación de servicios de abastecimientos

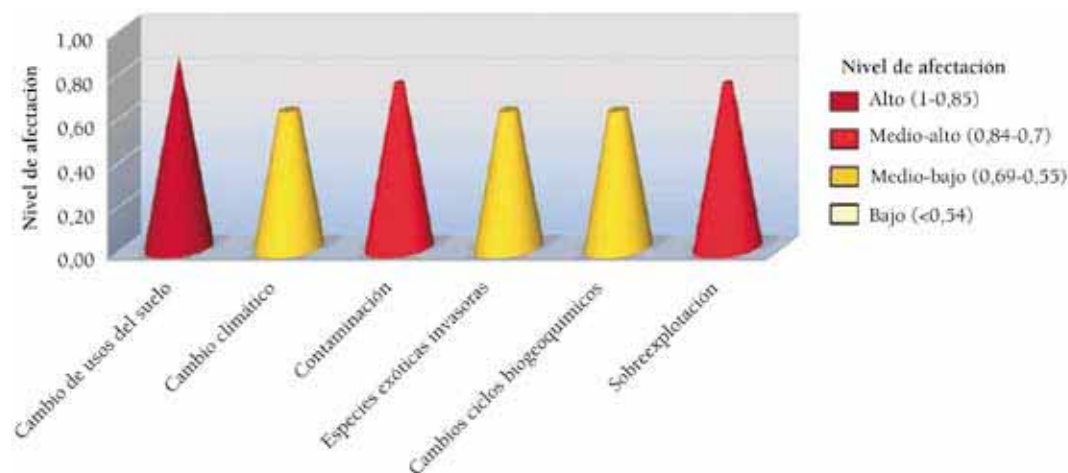


Figura 4. Los cambios en los usos del suelo producidos en las últimas décadas por el modelo económico adoptado han sido el principal impulsor directo de cambio de todos los ecosistemas, seguido en importancia por la contaminación y la sobreexplotación de servicios de abastecimiento. Es importante tener en cuenta que los seis impulsores directos de cambio considerados actúan de forma sinérgica, por lo que los planes de gestión para minimizar sus impactos deben integrar las interacciones complejas que se establecen entre ellos y llevarse a cabo desde un pensamiento sistémico.

para satisfacer las demandas de alimentos, agua dulce y materias primas de origen biótico, son los otros impulsores directos con efectos más importantes sobre los ecosistemas españoles. El cambio climático actúa como un impulsor transversal al afectar al resto de impulsores directos potenciando sus consecuencias. Ya se han registrado efectos importantes en los ecosistemas de montaña; en el resto de ecosistemas, su incidencia es moderada aunque con tendencia a incrementarse.

En la década de los sesenta del pasado siglo se inician una serie de medidas para afianzar, liberalizar y abrir al exterior la economía española en favor de la industria, construcción y, sobre todo, del sector de servicios, que iniciaron un proceso de profunda pérdida de población en el medio rural. Superada esta primera fase de cambio de las relaciones naturaleza-sociedad en España, se produce una gran aceleración (Figura 5) del modelo de economía convencional adoptado en el que han jugado un papel fundamental tanto las tendencias internas (*boom* inmobiliario, elevado consumo energético) como las externas (mayor inserción internacional de la economía española tanto en el ámbito europeo como internacional). En la segunda mitad de los años ochenta

se traspasa el segundo umbral de cambio que consolida en España un modelo de economía de la adquisición. El cambio se produce desde una economía de la *producción*, apoyada fundamentalmente en la utilización de los servicios renovables de los ecosistemas, a una economía de *adquisición* que, a día de hoy, se abastece básicamente de recursos geóticos no renovables (combustibles fósiles, minerales) procedentes tanto de ecosistemas de España como del resto del mundo (Carpintero, 2005).

El proceso urbanizador se ha producido con dinámicas tanto centrifugas como centrípetas provocando el tránsito de la población desde el medio rural a las ciudades y desde el interior a la periferia de los ecosistemas litorales.

Todo esto pone de manifiesto la creciente insostenibilidad socioecológica de la economía española fundamentada en un proceso de terciarización y europeización económica que tiene importantes repercusiones en el flujo de servicios al sobrepasar los límites biofísicos de los ecosistemas.

La respuesta institucional principal frente a este escenario no deseado, se relaciona con

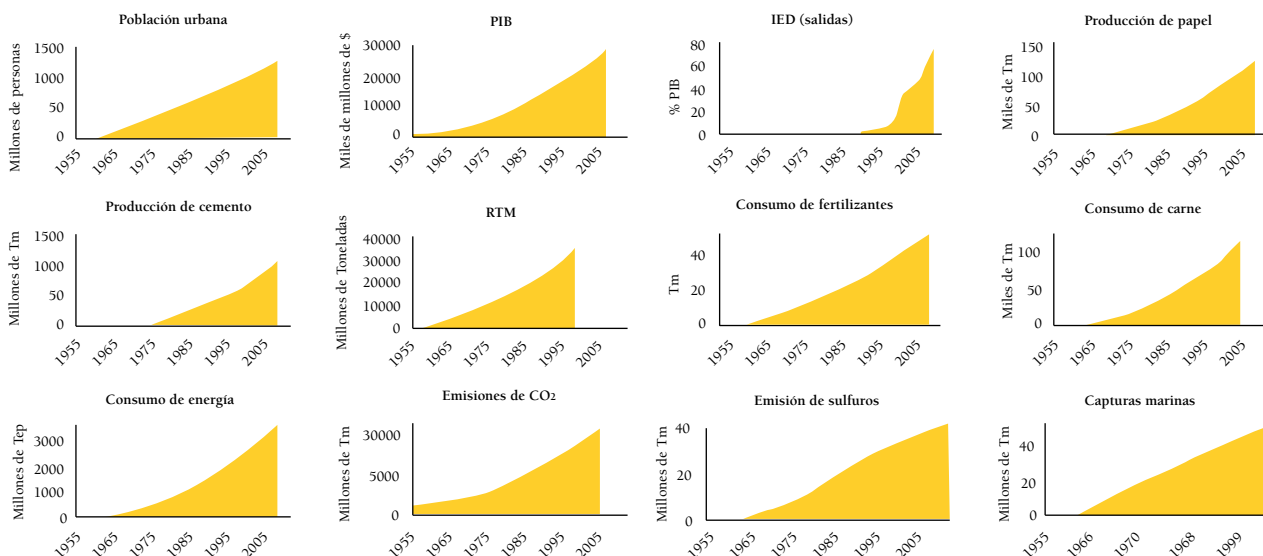


Figura 5. El modelo económico de España ha incrementado en los últimos 50 años de forma alarmante el impacto sobre sus ecosistemas comprometiendo su capacidad de generar servicios. La economía española usa cuatro veces más energía y materiales por unidad de PIB que en 1960. La huella ecológica se ha más que duplicado.

dos líneas de actuación principales centradas en especies amenazadas y áreas protegidas. Desde finales de los años noventa han aumentado linealmente el número de Estrategias Nacionales de Conservación, las cuales según la Ley 42/2007, se deben desarrollar para todas las especies en peligro de extinción presentes en más de una comunidad autónoma. Por otro lado, en las últimas dos décadas la superficie de los espacios naturales protegidos y su número ha aumentado de manera exponencial, lo que ha convertido a España en el país que más superficie protegida aporta a la Red Natura 2000. Sin embargo, este proceso no ha supuesto una mejora en el estado de conservación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad.

El mensaje general que se deduce de esta realidad es que, a pesar del ingente esfuerzo que se está realizando, la respuesta institucional no ha sido la adecuada debido a que la eficacia de las estrategias implantadas para hacer frente a la degradación de ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y de los servicios que proveen, se han focalizado en minimizar, generalmente de forma independiente, los efectos de los impulsores directos de cambio y no en gestionar las causas o impulsores indirectos de cambio (demográficos, económicos, sociopolíticos, género, ciencia y tecnología y culturales).

EL BIENESTAR HUMANO DE LA POBLACIÓN DE ESPAÑA HA DISMINUIDO COMO CONSECUENCIA DE LA DEGRADACIÓN DE SUS ECOSISTEMAS Y LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

Existe una confusión tradicional en España entre nivel de vida (acumular y comerciar con bienes y servicios) y calidad de vida (vivir bien) que durante las últimas décadas ha tenido serias repercusiones sobre la conservación de los ecosistemas. El incremento de la *calidad de vida* no debe tener repercusiones negativas sobre los ecosistemas, sin embargo, la defensa del *nivel de vida* realmente está degradando la capacidad

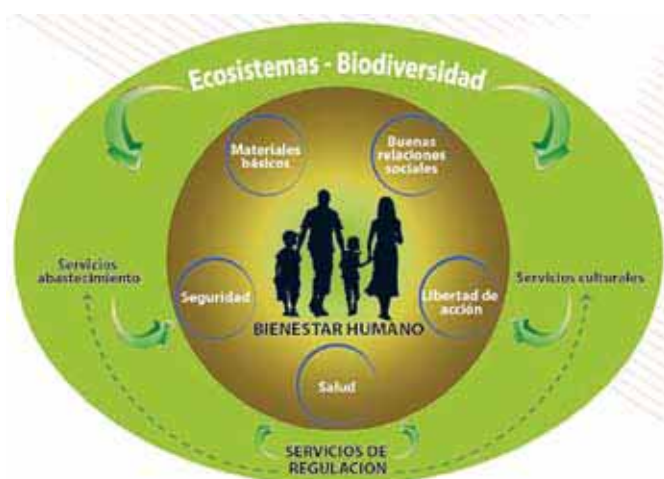


Figura 6. Las cinco dimensiones del bienestar humano según la visión de MA dependen, en mayor o menor medida y de forma directa e indirecta, de los tres tipos de servicios que son proporcionados por los ecosistemas y su biodiversidad. Alcanzar un bienestar humano sostenible exige que el sistema socioeconómico respete la finitud de los ecosistemas.

de generar servicios de los ecosistemas en España, sin que esto se traduzca en incrementos del bienestar humano.

Hay conexiones claras entre los servicios de los ecosistemas y las diferentes dimensiones del bienestar o calidad de vida (Figura 6).

Los resultados del análisis multidimensional llevado a cabo en EME para evaluar el bienestar humano en España, muestran como éste ha sufrido un deterioro durante las últimas décadas ante el progresivo proceso de degradación que están experimentando los servicios de sus ecosistemas.

Mientras que algunos aspectos del bienestar –como la educación o la protección social– han mejorado notablemente, muchos otros, más intangibles –como las buenas relaciones sociales o la salud psíquica– se han visto negativamente afectados. Las aproximaciones al bienestar humano, basadas en el nivel de vida, han inducido estilos poco sostenibles en términos socioecológicos que sobrepasan claramente los límites biofísicos de los ecosistemas. La alternativa a la insostenibilidad que el actual modelo de crecimiento económico ha provocado dependerá, en buena medida, de la capacidad

que tengamos como sociedad para transformar nuestro estilo de vida.

LA CRISIS ACTUAL ABRE UNA OPORTUNIDAD DE INICIAR EL CAMINO DE LA TRANSICIÓN A LA SOSTENIBILIDAD

Actualmente la sociedad española está constataando realidades socioecológicas no deseadas, a las que nos ha conducido el modelo de crecimiento económico por el que se ha apostado durante las últimas cinco décadas. EME ha puesto de manifiesto que todavía queda suficiente “capital natural” en España como para proporcionar a esta y a las próximas generaciones un futuro prometedor que tome como referencia el bienestar de sus habitantes. Pero advierte asimismo de la urgencia de medidas necesarias que detengan y reviertan la degradación de ecosistemas y la pérdida de biodiversidad.

Con la pérdida de “capital natural”, nuestro país será cada vez más vulnerable frente a crisis socioeconómicas al incrementar su dependencia de ecosistemas fuera de nuestras fronteras para servicios de abastecimiento. También será más débil frente a perturbaciones naturales extremas asociadas a escenarios de cambio climático.

La crisis financiera actual, que ha generado quebrantos en el sistema económico, ofrece la posibilidad de impulsar un cambio en nuestro modelo de desarrollo socioeconómico e iniciar una verdadera transición hacia la sostenibilidad. Es necesario impulsar procesos de creación, innovación y experimentación, que fomenten las capacidades de los ecosistemas, los individuos, la sociedad y sus instituciones para evitar los mismos errores del pasado y poder gestionar el cambio.

El gran desafío está en lograr una gestión del territorio que gestione de forma sostenible, la capacidad de los ecosistemas de suministrar servicios a la sociedad, conservando su integridad

y resiliencia, es decir, su capacidad adaptativa frente a sorpresas o perturbaciones de origen natural o antrópico, como la única forma de asegurar el bienestar de sus habitantes ante los desafíos que plantea el cambio global.

Desde la demanda de intentar buscar soluciones mediante estrategias de pensamiento y acción innovadoras, EME quiere poner los cimientos sólidos para una aproximación a lo que puede ser un nuevo tipo de políticas de conservación basadas en la gestión de los vínculos entre los ecosistemas, la biodiversidad y el bienestar humano, pretende mostrar la sociedad con datos empíricos que los ecosistemas y la biodiversidad de España son la base de nuestra subsistencia. Trata, en definitiva, de romper el tradicional conflicto entre conservación y desarrollo que ha venido dominando los foros conservacionistas y los discursos políticos, por la nueva propuesta de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad para el bienestar humano. ❀

REFERENCIAS

- Blanco Castro *et al.* (eds.) 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta, Barcelona.
- Carpenter, S. *et al.*, 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(5): 1305-1312.
- Carpintero, O., 2005. *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955- 2000)*. Fundación César Manrique.
- Gómez Sal, A., 2011. Entender la naturaleza ibérica. Los ecosistemas humanizados. Informe Especial Bosques. Observatorio de la Sostenibilidad en España. Fundación Biodiversidad. Universidad de Alcalá. MAyMA. 392-396.
- MA (Millenium Assesment) 2005.
- Montes, C. y Sala, O., 2007. “La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano”. *Ecosistemas*, 2007/3. URL: www.revistaecosistemas.net/pdfs/512.pdf.
- Montes, C. y Lomas, P., 2010. “La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Ciencia y política para el beneficio de la sociedad y la naturaleza”. *Ambienta*, 91: 56-75.
- Prieto, F.; Campillos, M. Y. y Díaz-Pulido, J. M. (2011). “Tendencias recientes de la evolución del territorio de España (1987-2005); causas y efectos sobre la sostenibilidad”. *Ciudad y Territorio*, 168: 261-278.
- Rivas Martínez, S. *et al.*, 2008. *Thermotypes of the Iberian Peninsula. Computerized Maps*. www.Globalbioclimatics.org.
- Rockström *et al.*, 2009. “A safe operating space for humanity”. *Nature*, 461/24: 472-475.
- www.fundacionbiodiversidad.es/images/stories/recursos/proyectos/biodiversidad/2008/fgua/ecomilenio.pdf.

El universo de nuestras soluciones



Soluciones energéticas que se adaptan a cada cliente

Nuestra prioridad es **satisfacer las necesidades** energéticas de nuestros clientes de la forma **más eficiente y sostenible posible**.

Generamos valor aplicando **soluciones innovadoras** a través de nuestro firme **compromiso con la eficiencia energética**, así como con la **reducción de emisiones** de gases de efecto invernadero y contaminantes.

Invertimos en compromisos a largo plazo **ofreciendo confort y ahorro**, más que energía y tecnología.

Para más información:
eficienciaenergetica@gasnaturalfenosa.com
902 209 101

gasNatural 
fenosa



Belén Acosta Gallo

Es doctora en Ecología por la Universidad Complutense de Madrid. Profesora de esa materia en esta Universidad, colabora actualmente en el programa de seguimiento e investigación de la Red de Parques Nacionales españoles en el Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Miembro de la red World Initiative for Sustainability Pastoralism (WISP-IUCN). Coordina trabajos de I+D en la Fundación Matrix, Investigación y Desarrollo Sostenible. Trabaja en restauración de servicios ecosistémicos en la REDD (Reducción de Emisiones debidas a Deforestación en países en Desarrollo), estudia sumideros de carbono en pastizales mediterráneos y modelos silvopastorales y procesos de naturalización transccontinental de pastizales en la región patagónica de Aysén.



Ángel Javier Aguirre

(Madrid, 1965) Doctor ingeniero agrónomo por la Universidad Politécnica de Madrid (2010). Profesor ayudante Doctor del Área de Ingeniería Agroforestal en la Escuela Politécnica Superior de Huesca (Universidad de Zaragoza). Desde 1993 participa, de distintas formas, en el estudio de las relaciones ecológicas y tecno-económicas que las comunidades rurales establecen con su entorno, mediante sistemas de producción agropecuarios ligados al medio natural y socioeconómico en el que viven.



Miguel Ángel Álvarez García

Doctor en Biología y profesor titular de Ecología de la Universidad de Oviedo, desarrolla su docencia en asignaturas de Ecología y Medio Ambiente en la Facultad de Biología, en la Escuela de Ingeniería Forestal y en la Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Adscrito al INDUROT (Instituto de carácter interdisciplinar de la Universidad, que dirige desde el año 2004), ha participado en 17 proyectos de investigación de convocatorias públicas, en 5 de ellos como investigador principal y ha intervenido y/o dirigido más de 200 contratos de asistencia científico-técnica con la Administración Pública y empresas, sobre todo con el Principado de Asturias, Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Confederación Hidrográfica del Cantábrico y Dirección General de Costas. Cabe destacar su participación en el PORNA (Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Asturias), POLA (Plan de Ordenación del Litoral Asturiano), varios PRUG de Espacios Naturales Protegidos (Somiedo, Ubiñas-La Mesa), Directrices Sectoriales de Ordenación del Territorio para el Aprovechamiento de la Energía Eólica, Estrategia de ahorro y uso responsable del agua en Asturias, Estrategia de actuación integral en la lucha contra los incendios forestales en Asturias, Sistema de indicadores de sostenibilidad en Asturias y para Somiedo y Redes. Ha colaborado en los documentos técnicos que han servido para la declaración de las Reservas de la Biosfera de Somiedo y Muniellos y, en 2007, junto con el IBADER, en el documento de declaración de la Reserva de la Biosfera del río Eo, Oscos y Terras de Burón; asimismo es coordinador del Grupo de Trabajo Bosques atlánticos en el Proyecto "Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España, Fase I y II".



J. Manuel Barragán Muñoz

Es catedrático en la Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales de la Universidad de Cádiz, doctor en Geografía (Universidad de Sevilla), responsable de las enseñanzas e investigación sobre "Planificación y gestión litoral y del medio marino", coordinador del Máster Gestión Integrada de Áreas Litorales de la Universidad de Cádiz y director del Grupo de Investigación "Gestión integrada de áreas litorales" (www.gestioncostera.es). Además de en España, ha trabajado en otros 14 países: Reino Unido, Francia, Portugal, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, República Dominicana, Perú, Uruguay, Cuba, Puerto Rico, México, Marruecos, Filipinas, Costa Rica...



Juan Carlos Barrios Montenegro

Es licenciado en Ciencias Biológicas, especialidad Biología Ambiental por la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid, obtuvo asimismo el Diploma de Estudios Avanzados en Ecología por el Departamento Interuniversitario de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid. Colaborador del Equipo de Investigación en Participación y Educación Ambiental de la Universidad Autónoma de Madrid, en distintos proyectos con el objetivo de desarrollar estrategias de actuación con distintos agentes sociales y en distintos ámbitos, ha coordinado el Plan de Formación de la Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2008-2011. También fue coordinador del Grupo de Investigación en Ecosistemas Urbanos

en la "Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España", 2009-2011, y coordinador de los cursos de formación on-line de la Universidad Autónoma de Madrid: "Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local" y "Urbanismo Ecológico". 2012.



César Borja Barrera

Profesor titular de Universidad del Departamento de Geografía Física y AGR (Universidad de Sevilla) y doctor en Geografía (Geografía Física) por la Universidad de Sevilla. Máster en Conservación y Gestión del Medio Natural por la Universidad Internacional de Andalucía. Becario FPI del Ministerio de Educación y Ciencia (Programa Nacional de Formación de Personal Investigador, Subprograma de Ayudas al Intercambio de personal investigador entre industrias y organismos públicos de investigación). Autor/coautor de libros (5), artículos (10), capítulos de libro (48), aportaciones a congresos (55) y otras publicaciones de carácter científico-técnico (35) (informes, dictámenes, material docente, etc.). Investigador responsable de un Proyecto de Investigación e investigador colaborador en otros once. Investigador responsable en diez contratos de Investigación (Aos LOU 68 y 83) e Investigador Colaborador en otros 23. Miembro de Comité Expertos en Humedales (CEHUM-Fundación Biodiversidad-MARM).



Antonio Camacho González

(Valencia, 1965) Es Doctor en Ciencias Biológicas y Profesor Titular de Ecología de la Universitat de Valencia. Especialista en lagos y humedales, actualmente pre-

side, por elección, la Asociación Ibérica de Limnología, entidad científica que agrupa a casi 500 científicos y profesionales de España y Portugal que trabajan en ecosistemas acuáticos epicontinentales, siendo miembro electo de la Academia Europea de Ciencias. Es autor de más de un centenar de publicaciones científicas en revistas indexadas y libros especializados, ha dirigido seis tesis doctorales y, actualmente, dirige otras diez. Ha realizado diversas estancias de investigación en países como Estados Unidos, Francia, Holanda, Austria, y cinco campañas de investigación en la Antártida, y ha actuado como asesor externo de diversas administraciones y empresas, habiendo dirigido veintitrés proyectos de investigación financiados en convocatorias públicas o por medio de contratos Universidad-Empresa.



J. Adolfo Chica Ruiz

Es profesor contratado Doctor en la Universidad de Cádiz, Doctor en Geografía (Universidad de Sevilla), máster universitario en Conservación y Gestión del Medio Natural (Universidad Internacional de Andalucía) y especialista en Ordenación del Territorio y Medio Ambiente (Universidad Politécnica de Valencia). Coordinador del Área de Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Cádiz, es responsable de la asignatura "Ordenación del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente", así como miembro del grupo de investigación "Gestión integrada de áreas litorales" (www.gestioncostera.es) y miembro de Subcomité de la Zona Litoral del programa LOICZ.



Francisco Díaz Pineda

Catedrático en la Universidad Complutense de Madrid, donde enseña Ecología, estudió en

la Universidad de Sevilla, fue profesor en la Autónoma de Madrid y técnico de la Comisión de Planificación Territorial de Madrid (COPLACO). Ha realizado sucesivas estancias en centros de Montpellier (Francia), Roma, Londres, Wageningen (Países Bajos) y Córdoba (Argentina). Es miembro fundador del Centro Europeo de Conservación de la Naturaleza (Ecnc), presidente de WWF-España, miembro del International Board WWF y de varios otros comités de expertos en temas ambientales, así como autor y editor de libros y monografías especializadas. Cuenta con numerosas publicaciones científicas y proyectos de Ecología aplicada, la mayoría realizados por encargos nacionales e internacionales. Entre otras distinciones tiene el Premio Nacional de Medio Ambiente.



Carlos Manuel Duarte Quesada

Actualmente comparte la responsabilidad de profesor de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados y de director del Oceans Institute en la University of Western Australia. Es miembro del comité científico del *European Research Council*, colaborador en el Programa de Medio Ambiente de la Naciones Unidas, así como de la FAO y desempeñó el cargo presidente de la Sociedad Americana de Limnología y Oceanografía. Tiene más de 400 artículos publicados en revistas científicas incluidas en el SCI, es editor del *Estuaries and Coasts* y editor asociado de otras tres revistas. Su índice H es de 57. Ha participado en múltiples proyectos internacionales: el último, la expedición de circunnavegación global Malaspina, 2010. Ha sido nombrado doctor honoris causa en 2010 en la Universidad de Québec a Montréal (Canadá) y, en 2012, en la de Utrecht (Países Bajos). Sus intereses en investigación se orientan a entender los efectos del cambio global en los ecosistemas acuáticos, tanto los marinos como los de agua dulce; el desarrollo de estrategias para el uso sostenible de los océanos, así como la conservación y restauración tanto de ecosistemas costeros como profundos.



José María Fernández-Palacios

Es catedrático de Ecología de la ULL desde diciembre de 2010. Además es el coordinador del Grupo de Investigación de Ecología y Biogeografía insular de dicha Universidad, que cuenta con una quincena de miembros. Es autor de unos 70 artículos científicos publicados en revistas internacionales de impacto, así como autor o editor de una decena de libros referidos a la Ecología y Medio Ambiente de Canarias, en particular, y de las islas en general, e investigador principal de diferentes proyectos de investigación competitivos. Es asimismo editor de la revista *Journal of Biogeography* y director académico del máster universitario en Biodiversidad Terrestre y Conservación en Islas.



Inmaculada Férriz Murillo

Finalizó la licenciatura en Biología en la Universidad de Barcelona y el máster en Espacios Naturales Protegidos (FGB, UAM, UCM, UJA). Ha acumulado experiencias diversas a lo largo de los años, desde la educación ambiental, la comunicación y la divulgación de temas de interés para la conservación de la naturaleza, a consultorías relacionadas con este tema. Es miembro desde hace una década del proyecto The Albufera International Biodiversity Group (TAIB), del que es coordinadora, con base en el PN de s'Albufera de Mallorca, dedicado a la investigación y formación aplicada a la gestión de espacios protegidos. Paralelamente, viene realizando estudios de diversa índole de manera independiente o asociada a alguna institución. Siente un profundo respeto por el entorno natural,

terrestre y marino y, por eso, es una firme defensora de la necesidad de una nueva cultura de la sostenibilidad, como única manera de preservar los valores universales que nos proporcionan una vida digna a todos los habitantes del planeta.



Federico Fillat

(El Pont de Suert, Lleida, 1943) Es doctor ingeniero agrónomo por la Universidad Politécnica de Madrid y científico titular de los OPI, con destino en el Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Departamento de Conservación de la Biodiversidad y Restauración de Ecosistemas (www.ipe.csic.es). Entre 1972 y 1986 realizó diferentes colaboraciones con organismos nacionales e internacionales: CSIC, Banco Mundial, CID-Santander e Instituto Pirenaico de Empresarios Agrarios (IPEA), y desempeñó actividad profesional como ingeniero agrónomo. Desde 1987 ha participado en más de 30 proyectos de investigación y coordinado equipos españoles en proyectos de la UE (Fondos de Gobierno de Aragón, Gobierno de Navarra, ICONA, DGICYT, CEE-UE -DG XII, DG VI, DG Investigación, Fondos FEDER-). Es autor de más de 100 artículos sobre prados, pastos y ganadería extensiva. Ha participado en unos 120 congresos nacionales e internacionales y ha colaborado con diversas universidades nacionales y extranjeras y con varias organizaciones españolas (asociaciones locales, de ganaderos, de desarrollo rural, etc.).



Cristian Fondevilla Moreu

Es ingeniero de Montes (2007) e ingeniero técnico forestal (2005) por la Universidad de Lleida. Cursó el máster universitario

de Investigación en Sistemas y Productos Forestales (2009) en la misma universidad, como parte formativa de su doctorado. Desde septiembre de 2010 es personal investigador en formación de la Universidad de Lleida donde realiza su tesis doctoral. Ha participado en diversos proyectos relacionados con la ecología de los pastos alpinos y subalpinos. Su línea de investigación es la modelización de ecosistemas naturales de alta montaña mediante sistemas bioinspirados.



Laura García de la Fuente

Licenciada en Economía por la Universidad de Oviedo en 2001, obtuvo el Diploma de Estudios Avanzados y la Suficiencia Investigadora en 2005. Vinculada profesionalmente al Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT) de la Universidad de Oviedo desde 2002, es coordinadora del Área de Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales del Instituto desde 2006. Sus principales líneas de investigación se han orientado al análisis económico aplicado a la gestión de diferentes recursos naturales (agua, recursos pesqueros, cinegéticos, forestales), así como al seguimiento y valoración económica de diversos aspectos ambientales en el contexto cantábrico (espacios naturales protegidos, riesgos naturales, desarrollo de indicadores de sostenibilidad). En los últimos años, ha coordinado dentro del INDUROT proyectos como la estrategia de ahorro y uso responsable del agua en Asturias, la elaboración de un sistema de información ambiental y socioeconómica de los Parques Naturales de Asturias –Indicadores de desarrollo sostenible–, el análisis de información preliminar necesaria en la elaboración de los planes de gestión del riesgo de inundaciones según la Directiva Europea de Inundaciones, el proyecto europeo PRESPO –Desarrollo Sostenible de las Pesquerías Artesanales del Arco Atlántico–. Asimismo, destaca su contribución a otros estu-

dios y proyectos, como el desarrollo y reciente actualización del sistema de información de las zonas inundables y de avenida torrencial del Principado de Asturias, la elaboración del Perfil Ambiental de Asturias y el diagnóstico y desarrollo de una estrategia de aprovechamiento de la biomasa forestal en el Principado.



Antonio Gómez Sal

Antonio Gómez Sal es catedrático de Ecología en la Universidad de Alcalá de Henares desde 1994. Ha sido investigador científico del CSIC (en Madrid y León) y Director de Instituto Pirenaico de Ecología CSIC (Zaragoza y Jaca). Entre los cargos desempeñados cabe destacar el de presidente de la Asociación Española de Ecología Terrestre y vicerrector de Calidad Ambiental y Campus en Universidad de Alcalá. También ha sido secretario para España del Scientific Committee of Problems of Environment (SCOPE) (1990-1994) y ha colaborado en el Comité Español de programa Hombre y Biosfera (MaB) de UNESCO, y del Comité directivo de la European Ecological Society. Desde su puesto de vicerrector Campus y Calidad Ambiental ideó y coordinó la creación en la Universidad de Alcalá del Observatorio de la Sostenibilidad en España, y desde entonces es presidente del Comité Científico del OSE. En su labor de formación podemos destacar la dirección de 12 tesis doctorales y su participación habitual en cursos y conferencias sobre ecología, agricultura y sostenibilidad. Inició y dirigió el Programa de Doctorado sobre Cambio Global y Desarrollo Sostenible, de la UAH, que obtuvo el reconocimiento de "Excelencia" por parte de la Comunidad de Madrid y, posteriormente, el de Doctorado de Calidad por el Ministerio de Educación. Cabe destacar asimismo su actividad en América Latina, donde desde hace 15 años dirige cursos de maestría y trabajos sobre desarrollo, gestión de recursos y sostenibilidad.



Luis Javier Lambán Jiménez

Licenciado en Geología por la Universidad de Zaragoza y doctor en Ciencias Geológicas por la Universidad Politécnica de Cataluña (1999), desde 1999 es investigador del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y actualmente es investigador Titular de Hidrogeología y Calidad Ambiental en la oficina del IGME en Zaragoza. Cuenta con veinte años de experiencia investigadora, y sus principales líneas de investigación son la evaluación de recursos hídricos subterráneos, de su calidad natural y de las presiones e impactos a los que están sometidos; seguimiento de acuíferos sometidos a fuertes presiones antrópicas y aplicación de indicadores de su sostenibilidad; evaluación del impacto del cambio climático sobre la recarga de acuíferos y caracterización de la hidrología de humedales. Es vicepresidente del Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos.



Marisol Manzano Arellano

Es licenciada en Geología por la Universidad de Barcelona (1984) y doctora en Ciencias Geológicas por la Universidad Politécnica de Cataluña (1993). Desde 2001 es profesora titular de la Universidad Politécnica de Cartagena, y también imparte clases de máster y doctorado en varias universidades españolas y de Iberoamérica. Tiene más de treinta años de experiencia docente e investigadora. Sus líneas principales de investigación, desarrolladas en proyectos nacionales e internacio-

nales, son la hidrogeología de humedales y su caracterización y clasificación hidrológica, la hidrogeoquímica de aguas subterráneas, el fondo natural y la contaminación de aguas subterráneas y el uso de técnicas hidroquímicas, isotópicas e hidrodinámicas para conocer el funcionamiento de acuíferos.



Carlos Montes

Catedrático de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid, presidente de la Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernaldez para los espacios naturales y director del Aula de Sostenibilidad de la Universidad Internacional de Andalucía, dirige el Laboratorio de Socioecosistemas en la UAM, centrado en el análisis desde el pensamiento complejo de la interfase naturaleza-sociedad.



Giuseppe Nerilli

Es doctorando en Ecología insular en la ULL y miembro del equipo investigador de dicha universidad para la Evaluación del Milenio de los Ecosistemas Canarios. Ha realizado diversas consultorías para sociedades y ONG en Marruecos, Mauritania, Níger, Palestina, Líbano, Italia, entre otros, en el ámbito del desarrollo rural participado y el turismo sostenible, y es referente, en este ámbito, de la red de ONG italianas que se ha ocupado de desarrollar el Programa de Apoyo a la Sociedad Civil en el marco de la Iniciativa Nacional de Desarrollo Humano de Marruecos, promovida por el PNUD. En Italia, ha coordinado el Grupo Movilidad Sostenible para el proceso Agenda Local 21 de la ciudad de Módena, y ha redactado el Plan de Movilidad Sostenible de la ciudad.



Ferran Pauñé

(Barcelona, 1967) Es Ingeniero Técnico Agrícola por la Universidad Politécnica de Catalunya, Biólogo por la Universidad de Barcelona y doctorando en la Universidad de Lleida. Entre el 1990 y el 2000 trabajó en el Centro de Investigación y Desarrollo (CSIC) y en el Centre Tecnològic Forestal de Catalunya y, desde 1985, ha colaborado con la Universidad de Barcelona y el Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Es autor de más de treinta publicaciones y ha participado con diversas universidades y organizaciones españolas. En conservación de la naturaleza y desarrollo sostenible ha trabajado para el World Wildlife Fund, el Conseil International Associatif pour la Protection des Pyrénées, el Mediterranean Mountain Forum y el Centre de Natura i Desenvolupament Sostenible dels Pirineus. Actualmente es director de Ferran Pauñé Consultor Ambiental, y colabora con diversas administraciones autonómicas y locales en proyectos de gestión integrada del territorio.



María Luisa Pérez Cayero

Profesora ayudante del Área de Análisis Geográfico Regional en el Departamento de Geografía, Historia y Filosofía de la Universidad de Cádiz, licenciada en Ciencias del Mar y máster en Gestión Integrada de Áreas Litorales por la misma universidad, es miembro del grupo de investigación Gestión Integrada de Áreas Litorales (www.gestioncostera.es). A lo largo de sus siete años de experiencia investigadora se ha especializado en planificación y gestión de áreas litorales, gestión de espacios naturales protegidos y participación pública para la gestión integrada del litoral.



Juan Puigdefábregas Tomás

(Barcelona 1940) Ingeniero técnico agrícola y doctor en Ciencias Biológicas. Actualmente profesor *ad Honorem* del CSIC en la Estación Experimental de Zonas Áridas, Almería. Ha desempeñado labores directivas y de asesoramiento en el CSIC y en organizaciones internacionales (Convenios Desertificación y Cambio Climático de la ONU), Ministerios de Medio Ambiente y de Exteriores. Participó en el IPCC (1995) y en el Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ha coordinado proyectos nacionales y europeos entre los que destacan DeSurvey (A Surveillance System for Assessing and Monitoring Desertification) EU 2005-2011. Sus intereses incluyen la degradación de tierras, la desertificación, la erosión de suelos y la ecología del paisaje. Ha trabajado en ecosistemas de montaña y de zonas secas en diversas regiones del mundo (Maghreb, Sahel, Mongolia Interior, Mediterráneo, Patagonia y borde del Atacama).



Laura Royo Mari

Es licenciada en Ciencias del Mar por la Universidad de Vigo con la orientación de medio ambiente y contaminación marina. Su experiencia en investigación procede de proyectos relacionados con la gestión de la zona costera en el IMEDEA, como la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) y la UGIZC (Unidad de Gestión Integrada de la Zona Costera). Ha participado en la caracterización ecológica los hábitats -1160: Grandes Calas y Bahías poco profundas, y 1210: Vegetación anual sobre desechos marinos acumula-

dos- y en la elaboración de un protocolo para medir su estado de conservación. Ha colaborado con diversos espacios naturales en las Islas Baleares y es parte del equipo The Albufera International Biodiversity group (TAIB), un programa de investigación y formación en zonas húmedas. Sus intereses recalcan en los impactos humanos sobre la calidad de la aguas, en el uso y la gestión de los servicios de los ecosistemas naturales y la comunicación entre la ciencia y la sociedad.



Alfonso San Miguel Ayanz

Doctor ingeniero de Montes y catedrático de Universidad (ETS Ingenieros de Montes, UPM), cuenta con treinta y tres años de experiencia en gestión forestal y agroforestal, sobre todo orientada a la conservación. Es presidente de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos y del Grupo de trabajo que elaboró los Estándares Españoles de Certificación Forestal FSC (2002-2005), miembro del Comité Científico de Parques Nacionales (2003-2006) y coordinador UPM de Cambio Global y Nuevas Energías, Campus Excelencia Internacional Moncloa, 2010. Participa en proyectos de conservación de especies (lince ibérico, águila imperial ibérica, buitre negro, cigüeña negra, oso pardo, urogallo) y hábitats (Natura 2000) amenazados. Autor de 19 libros y 147 artículos o capítulos de libro, ha dirigido 14 tesis doctorales y 101 proyectos fin de carrera.



María Luisa Suárez Alonso

Profesora de Ecología en la Universidad de Murcia, im-

parte docencia en Ecología de Aguas Continentales (Limnología).

Como investigadora responsable del Grupo de igual nombre, lleva dedicada treinta años al empeño por conocer el funcionamiento de ríos, arroyos, ramblas y humedales de regiones áridas y semiáridas. Tras este tiempo, y después de haber publicado los resultados de su investigación tanto en revistas científicas como en diferentes medios de divulgación, se ocupa de mantener intercambios científico-culturales con otros centros de investigación de México y Chile, en los que poder llevar a cabo iniciativas de formación y desarrollo de trabajos en el ámbito de los ecosistemas acuáticos temporales y de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, en los que desarrolla su actividad en la actualidad participando en proyectos regionales, nacionales y europeos.



M.ª Rosario Vidal-Abarca Gutiérrez

Catedrática de Ecología de la Universidad de Murcia. Es especialista en Ecología de ecosistemas de aguas continentales de regiones áridas y semiáridas. Ha participado en 35 proyectos de investigación subvencionados, de los que en 14 ha sido investigadora principal. Destacan los relacionados con aspectos del funcionamiento de ríos temporales y la Aplicación de la Directiva Marco del Agua en cuencas Mediterráneas. Es autora de más de 80 publicaciones científicas y de divulgación, directora de 13 tesis de licenciatura y doctorales y ha participado en más de 90 congresos nacionales e internacionales. Ha disfrutado de varias estancias en el extranjero (Arizona State University; EEUU; Universidad de Concepción; Chile; Universidad Autónoma de Baja California Sur; México). Es miembro fundador de la Fundación Nueva Cultura del Agua. En la actualidad trabaja en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España.

Agroecosistemas: opciones y conflictos en el suministro de servicios clave

Antonio Gómez Sal

Catedrático de Ecología. Universidad de Alcalá

Los seres humanos modifican los ecosistemas con el objetivo del obtener alimentos, fibras y otros materiales de origen biótico. Considerando los objetivos de la agricultura actual, es evidente que en los agroecosistemas prevalecen los *servicios de abastecimiento*. Pero si atendemos también a la vocación de permanencia que orientaba la actividad agraria tradicional –cuyos efectos y configuraciones son aún reconocibles en muchos paisajes actuales–, es asimismo claro que, en estos casos, los agroecosistemas han incorporado estructuras y procesos que ayudan a mantener un cierto nivel de integridad ecológica, lo que acredita su capacidad para prestar *servicios de regulación*. La mayor diferencia con los ecosistemas poco intervenidos radica en su depen-

dencia del manejo humano (productividad, recuperación de fertilidad, disponibilidad de agua, etc.), lo que les confiere características propias, muy originales (agrobiodiversidad, control cultural, infraestructuras con un papel regulador de los procesos productivos, paisaje agrario...).

Por lo anterior, el papel e importancia de los seres humanos, tanto como especie biológica –consumidor, trasiego de energía y materiales– como por su entidad cultural, en la estructura y funcionamiento de los agroecosistemas es consustancial e ineludible. Los agroecosistemas están enriquecidos con *numerosos elementos culturales* y constituyen paisajes originales que responden bajo diferentes condiciones a objetivos específicos de

Considerando los objetivos de la agricultura actual, es evidente que en los agroecosistemas prevalecen los servicios de abastecimiento. Pero si atendemos también a la vocación de permanencia que orientaba la actividad agraria tradicional –cuyos efectos y configuraciones son aún reconocibles en muchos paisajes actuales–, es asimismo claro que los agroecosistemas han incorporado estructuras y procesos que ayudan a mantener un cierto nivel de integridad ecológica, lo que acredita su capacidad para prestar servicios de regulación. La mayor diferencia con los ecosistemas poco intervenidos, radica en su dependencia del manejo humano, lo que les confiere características propias, muy originales

producción y persistencia (Gómez Sal; Montserrat). En este sentido, determinadas versiones de la agricultura que se plantean como alternativa al dominio de la industria agraria, pueden entenderse como una opción de vida, abierta a la relación más directa con los procesos de producción naturales, al manejo de la productividad primaria y la agrobiodiversidad. Enriquecidos por legado tanto construido como intangible –saberes adaptativos, visión integradora sobre la naturaleza, valores simbólicos– el contenido cultural de los agroecosistemas es en general muy apreciado por la sociedad actual, mayoritariamente urbana.

La naturaleza extremadamente abierta de los agroecosistemas, dependientes del manejo humano para regular o viabilizar los procesos ecológicos de los que depende el equilibrio entre estabilidad y productividad, condiciona su capacidad para prestar servicios para el bienestar humano. Podemos considerarlos, por tanto, como sistemas

frágiles, expuestos en mayor medida que el resto de los sistemas terrestres evaluados por el proyecto EME, a cambios en las condiciones de contexto tanto geofísicas como socioeconómicas.

En el presente capítulo, las conclusiones de la evaluación de los agroecosistemas se presentan organizadas en torno a un conjunto de problemáticas relacionadas con el futuro del espacio rural y su capacidad para responder a las demandas de la sociedad actual. Las tablas explicativas, los indicadores y bibliografía complementaria pueden encontrarse en la publicación electrónica de cada capítulo, disponible en la Fundación Biodiversidad.

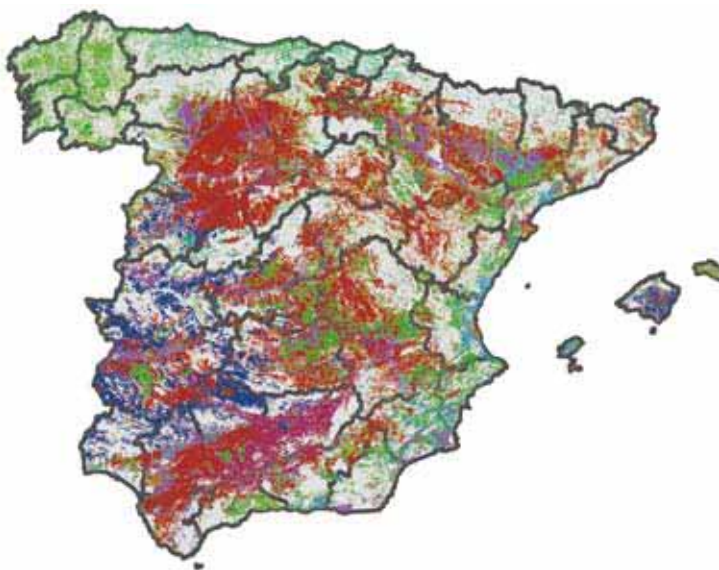
TIPOS DE AGROECOSISTEMAS Y SU EXPRESIÓN EN EL TERRITORIO

Las principales diferencias entre los tipos de agroecosistemas considerados, proceden del

Tabla 1. Principales grupos de agroecosistemas que han sido considerados para el análisis del estado y tendencias de sus servicios. El criterio de agrupación ha sido la función ecológica dominante (la más destacada o preservada), que se relaciona con la importancia con los compartimentos y procesos del ecosistema. Se indica su relación con las clases Agronómicas (MA y MA)

Tipo	Función ecológica dominante.	Subtipo	Coincidencia aproximada con las Clases Agronómicas (Ministerio de Agricultura, A y MA)
I. Sistemas con elementos leñosos dominantes	Estructuras persistentes, con baja tasa de renovación. Funciones de soporte, transporte y regulación. Doseles productivos a distintas alturas. En ocasiones suelo orgánico, funcional	I.a Silvopastorales (dehesas arboladas, castañares, carballeiras, sabinars abiertos, etc.)	Monte abierto
		I.b Cultivos leñosos especializados (olivares, viñedos, frutales)	Tierras ocupadas por cultivos leñosos
II. Pastizales	Herbivoría, pastadores y ramoneadores, principalmente ungulados y lagomorfos. Suelos no roturados, ricos en materia orgánica. Servicios de regulación dependen del manejo	II.a Red de vías pecuarias y pastizales asociados	Pastizales
		II.b Matorrales, monte bajo pastado, pastizal mediterráneo	Pastizales
		II.c Pastizales de montaña	
III. Cultivos herbáceos monoespecíficos	Priorizan productividad primaria. Especialización y baja diversidad de plantas, esencialmente herbáceas. Escasa estructura. Reponer la fertilidad es el principal objetivo del manejo. Riesgo de degradación alto	III.a Secano extensivo. Estepas cerealistas	Tierras de secano; Barbechos y otras tierras no ocupadas:
		III.b Regadío extensivo	Tierras ocupadas por cultivos herbáceos
IV. Policultivos	Alta biodiversidad natural y doméstica (agrobiodiversidad), de tipos biológicos y parcelas. Estructura del paisaje compleja. Tramas y retículos de vegetación leñosa, conectividad alta	IV.a Huerta tradicional	Tierras ocupadas por cultivos herbáceos Tierras ocupadas por cultivos leñosos
		IV.b Mosaico mediterráneo	Tierras ocupadas por cultivos herbáceos Tierras ocupadas por cultivos leñosos
		IV.c Policultivo atlántico. Paisaje reticulado	Prados naturales
V. Agricultura industrial	Intensificación, altas tasas extractivas y artificialidad. Dependencia de insumos externos. Control preciso de los factores de producción. Servicios de regulación exigüos	V.a Cultivos bajo plástico	
		V.b Regadío intensivo industrial	
		V.c Praderas artificiales	Tierras ocupadas por cultivos herbáceos

Mapa 1. Imagen extraída de Corine Land Cover, en la elaboración del Proyecto EME. Se aprecia que algunos de los tipos de Agroecosistemas que hemos considerado tienen una representación nítida, mientras que otros, de estructura espacial más compleja, son difíciles de diferenciar por este procedimiento y a la escala adoptada. Entre los primeros aparecen el secano extensivo y el regadío, los silvopastorales, olivares y viñedos. Entre los segundos los frutales y el regadío incluyen también terrenos de huerta; lo mismo ocurre con los policultivos y retículos atlánticos y el mosaico mediterráneo, que aparecen mezclados. Se diferencian prados y praderas pero la fiabilidad de esta clase en el mapa es escasa —solo en parte recoge el sistema indicado—, por la complejidad de estructura y diferente extensión de los ecosistemas incluíbles en esta denominación.



Agroecosistemas

- Arrozales
- Cultivos anuales
- Cultivos de frutales (en regadío, asociados a huerta)
- Mosaico de cultivos (principalmente paisajes reticulares y mosaicos, tanto en la franja atlántica como en el interior)
- Olivares
- Prados y praderas (en el norte, franja de clima templado húmedo)
- Sistemas silvopastorales (tipo dehesa extremeña)
- Sistemas agrícolas pero con vegetación natural (paisajes reticulares)
- Tierras de labor en secano
- Tierras de regadío
- Viñedos

desigual papel e importancia que para su funcionamiento desempeñan los distintos procesos (asociados a compartimentos o subsistemas) que pueden reconocerse en su análisis estructural teórico. La importancia de estos compartimentos radica en su papel sobre el control del flujo de energía (producción) y la recuperación y almacenamiento de materiales (tanto nutrientes, como estructuras de soporte y organización). En la Tabla 1, se exponen los tipos considerados y en el Mapa 1 se representa la distribución en España de aquellos tipos que han podido ser reconocidos a partir de *Corine Land Cover*.

Los tipos I (sistemas con elementos leñosos), IV (policultivos) y parte de los II (pastizales) y III (cultivos herbáceos mono-específicos), contienen ejemplos que proceden de la agricultura tradi-

cional. El resultado son paisajes con contenidos valiosos, ya sea por la biodiversidad natural que les acompaña (riqueza específica, especies amenazadas), su biodiversidad inducida (variedades de plantas cultivadas y razas ganaderas) o por adoptar configuraciones en las que abundan elementos con baja tasa de renovación (árboles y matorrales con distinto grado de manejo, suelos no roturados, etc.). En conjunto, estos agroecosistemas tienen amplias posibilidades de prestar eficazmente servicios de regulación, si bien ello dependerá finalmente del tipo de gestión (sistema tecnológico o de producción) que se adopte en cada caso. Para todos ellos las principales amenazas de degradación —y, por tanto, de merma de la calidad de los servicios— proceden tanto del abandono de los usos como de la intensificación de los sistemas de producción, que suele

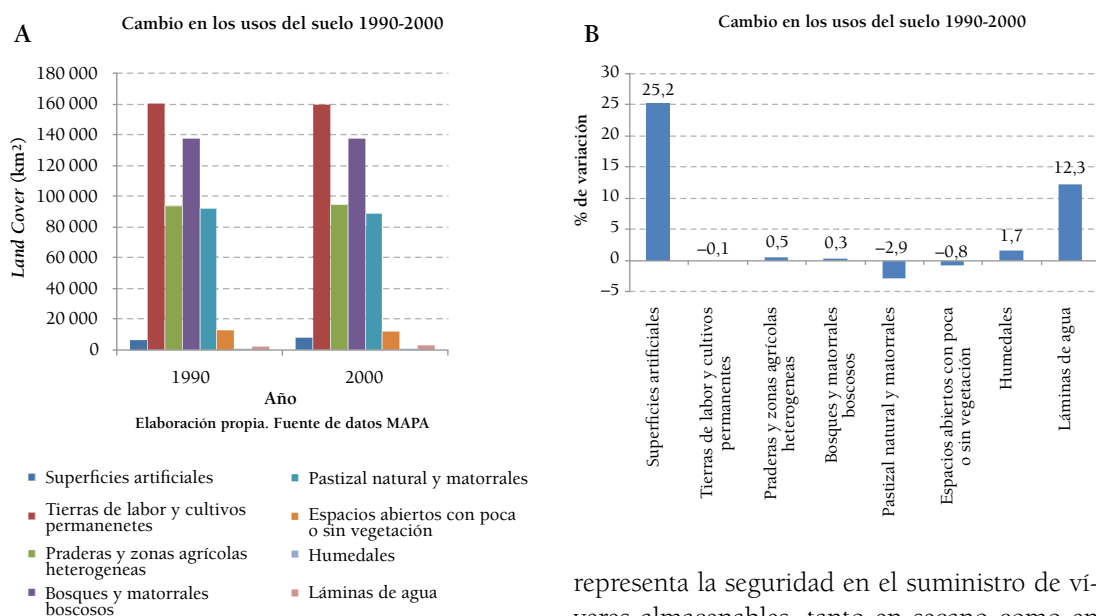


Figura 1. Cambios en los usos del suelo obtenidos a partir de Corine Land Cover. 1990-2000. A) Superficie B) Porcentaje de variación (Fuente: Datos MARM, OSE, 2006).

ir acompañada de la eliminación de elementos estructurales. La degradación de los servicios por pérdida de funcionalidad de sus componentes (debilitación de procesos relacionados con la recuperación de la fertilidad, agrobiodiversidad, podas, administración del agua, sistemas de riego adaptados, etc., normalmente asistidos por el control humano) puede producirse a pesar de que durante algún tiempo los agroecosistemas mantengan su apariencia externa.

La extensión y estructura general del espacio ocupado por agroecosistemas, estimado a partir de los tipos de uso de la tierra del MAyMA (MARM), se mantiene bastante estable en los últimos 20 años (Figura 1). La mayor proporción corresponde a la clase “Tierras de labor y cultivos permanentes”, que representa el 31,6% de la superficie del país. Este conjunto de tierras que incluye cultivos leñosos, cultivos herbáceos con su correspondiente barbecho,

representa la seguridad en el suministro de víveres almacenables, tanto en secano como en regadío, y afecta principalmente los tipos generales I (en particular zonas de olivar y viñedo) y III (cultivos herbáceos mono-específicos, secano y regadío cerealista). Durante los últimos 20 años ha disminuido su importancia aproximadamente en un 5% del total del territorio nacional (Tabla 2), lo que puede ser relevante por ser el sector que había mantenido una estructura más estable a lo largo del tiempo. En la superficie estrictamente agrícola –en la que ganadería tiene un papel complementario, por pastoreo de rastrojeras–, el regadío representa en ella el 27% respecto al secano. La tendencia más apreciable para el conjunto del sector es disminuir la superficie total de cultivos herbáceos y barbecho en secano.

La mayor merma de tierra cultivada se ha producido por transformación en superficies artificiales, principalmente para urbanización, transporte e industria (OSE, 2006). La única clase que experimenta un cambio elevado es “Super-

Tabla 2. Superficie de tierras de cultivo y porcentaje respecto al total del territorio. (MARM, 2010)

Año	Cultivos herbáceos Miles ha				Barbechos Miles ha				Cultivos leñosos Miles ha				Total tierras de cultivo Miles ha	% respecto al total de territorio
	Secano	Regadío	Total	%	Secano	Regadío	Total	%	Secano	Regadío	Total	%		
1990	8898,7	2274,4	11173,1	22,0	3979,1	183,2	4162,3	8,2	4095,6	741,4	4837,0	9,5	20172,4	39,76
1995	8116,1	2158,8	10274,9	20,2	3560,5	210,1	3770,6	7,4	3898,7	809,0	4707,7	9,3	18753,2	36,91
2000	7888,5	2289,9	10178,4	20,1	3115,6	106,5	3222,1	6,4	3892,5	1011,3	4903,8	9,7	18304,3	36,10
2008	7104,9	2019,8	9124,7	18,0	2904,3	458,3	3362,6	6,6	3572,0	1211,6	4783,6	9,4	17270,9	34,10

ficies artificiales”: con un 1,6% de territorio, ha cambiado un 25% y, en parte, incluye zonas de agricultura industrial. El segundo cambio en importancia es el abandono de usos agrícolas, de forma que el principal pulso, tanto en secano como en regadío, se mantiene entre los cultivos herbáceos –principalmente cereales– y las plantaciones para madera de crecimiento rápido.

Otras clases dominantes de usos del suelo son “Praderas y zonas agrícolas heterogéneas”, que con el 18,6% del territorio ha aumentado un 0,5% durante dicho periodo; se corresponde en buena medida con la clase de policultivos, paisajes reticulados y huertas tradicionales. Respecto a la clase “Pastizal natural y matorrales” que solo en parte son agroecosistemas –silvopastorales y pastizales de montaña–, ocupa el 17,6% y disminuye un 2,9%. Teniendo en cuenta el carácter mixto de esta clase cuya composición se debe en muchos casos a un manejo ganadero ancestral –con numerosos ecotipos semidomésticos de plantas herbáceas–, podemos estimar que la representación los agroecosistemas en el territorio español supera el 60%.

El resto de la superficie es la considerada como no agraria, incluye bosques y repoblaciones (27,18%), zonas con escasa vegetación (2,48%), humedales (0,22%) y láminas de agua (0,63%), si bien queda un margen porcentual para situaciones intermedias. Aumenta la superficie de monte, especialmente el maderable, pero también la superficie de monte abierto y monte leñoso, y de forma muy moderada aumentan los pastizales y los cultivos leñosos. No obstante los datos a la escala que permite *Corine Land Cover*, ocultan información sobre la calidad de las superficies forestales y el grado de exposición a riesgos.

LOS SERVICIOS DE LOS AGROECOSISTEMAS. ALGUNAS CONCLUSIONES

Un primer balance general

Aunque los bloques generales de uso de la tierra se mantienen bastante estables desde 1990, etapa

en la que ya ha concluido la fase principal de despoblación del medio rural, no ocurre igual con los servicios que aportan los agroecosistemas. Los conflictos entre los tres grupos de servicios considerados en la evaluación EME se manifiestan con claridad en estos ecosistemas tan demandados para distintos usos. Su capacidad para prestar servicios depende muy especialmente del tipo de manejo, por lo que es imprescindible contar con información sobre la intensidad, carácter y objetivos del sistema tecnológico (de producción o gestión) adoptado en cada caso. En la Tabla 3 se presentan los servicios que hemos incluido en la evaluación de los agroecosistemas.

La evaluación de los servicios abastecimiento, indica que se mantiene estable la capacidad de los agroecosistemas para aportar suficientes alimentos en calidad y variedad para la población española. No obstante dos servicios mejoran y cinco empeoran o muestran tendencia a empeorar. Mejoran la agricultura ecológica y el suministro energético, si bien en ambos casos y para el periodo analizado se parte de un nivel de base muy bajo en relación con su potencial desarrollo. Es posible que en el futuro sea necesario afrontar el conflicto territorial que se apunta entre estos dos servicios cuya evolución se ha producido de forma paralela, pero descoordinada. La influencia en la configuración y contenidos del espacio agrario de los métodos de producción ecológicos, entre ellos la recuperación en alguna medida de un paisaje diversificado y habitado, es aún poco apreciable.

En contraste con lo anterior los servicios de regulación, muestran un estatus más débil. No mejoran los más asociados al mantenimiento de procesos ecológicos esenciales, tanto los que podrían contribuir a moderar los efectos del cambio global (regulación climática, de la calidad del aire, de perturbaciones) como los que dependen de dinámicas biológicas (polinización, control de especies invasoras). Dos se deterioran claramente, la regulación de la fertilidad del suelo –aumenta la dependencia de materias primas minerales, en gran medida importadas–, y la regulación morfosedimentaria, debido al abandono de usos. Por último, he-

Tabla 3. Principales servicios para el bienestar humano que pueden proporcionar los agroecosistemas españoles

Tipo	Servicios	Ejemplos
Abastecimiento	Alimentación	Productos agrícolas y ganaderos. Se valoran por separado los de la agricultura convencional e industrial y los provenientes de la producción ecológica
	Agua dulce	Reservorios de agua: balsas para riego y charcas ganaderas. Consumo de agua para regadío
	Materias primas de origen biológico Tejidos, fibras y otros materiales bióticos	Madera para artesanía Algodón, Lana Productos medicinales, cosméticos
	Energías renovables	Producción de leña Huertos solares y parques eólicos en el espacio agrario Cultivos energéticos. Biocombustibles Biogás a partir de residuos
	Acervo genético	Agrobiodiversidad: Variedades de plantas cultivadas y razas ganaderas Variedades y razas autóctonas amenazadas Especies silvestres y semidomésticas asociadas a las áreas agrícolas, ecotipos en pastizales Custodia de semillas en la agricultura tradicional
	Medicinas naturales y principios activos	Especies silvestres y domesticas, vegetales y animales Productos de la ganadería y la agricultura (polen, miel, cortezas, raíces, hojas, etc.) Conocimientos tradicionales sobre utilidades y propiedades de las plantas
Regulación	Regulación climática local y regional	Evapotranspiración: Cobertura de especies leñosas. Setos y retículos en el paisaje Laminas de agua y sistemas de regadío Efectos de barrera y cortavientos. Efectos sobre la condensación de humedad y captación de agua (tempero, rocío, etc.). Amortiguación del estrés sobre los cultivos, de origen ambiental/físico
	Almacenamiento de Carbono Regulación Global	Almacenamiento de carbono en suelo Carbono acumulado en madera Dinámica del metano. Emisiones
	Regulación de la calidad del aire	Filtros de partículas en suspensión (polvo, etc.). Incorporación de contaminantes al suelo
	Regulación hídrica (y depuración de agua)	Sistemas de regadío Depósitos y acequias Cultivos de alto consumo. Regulaciones culturales sobre control del agua
	Regulación morfosedimentaria	Control de la erosión. Cambios en los relieves, terrazas y bancales. Cercas y paredes construidas. Setos y cercos vivos
	Regulación del suelo y nutrientes.	Incorporación de materia orgánica. Compostaje, rotaciones, pastoreo en rastrojera Intensidad y tipo de abonado químico Dinámica del Nitrógeno y el Fósforo. Emisión, contaminación
	Amortiguación de perturbaciones	Control de incendios, riadas, deslizamientos. Amortiguación del estrés ambiental de origen climático (fluctuaciones locales de humedad y temperatura)
	Control biológico	Control y dispersión de especies invasoras Control de plagas. Biorremediación
	Polinización	Mantenimiento y propagación de colmenas
Culturales	Conocimiento, Ciencia y Tecnología	Documentos técnicos y científicos relacionados con las actividades agrarias. Agricultura y ganadería. Agroecología. Sistemas agrarios
	Conocimiento tradicional y ecológico local	Saberes sobre servicios y prácticas agrarias. Conocimiento sobre los recursos, sus posibilidades y manejo. Documentación histórica y etnológica
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	Asociaciones de historia y cultura local o comarcal Fiestas y eventos tradicionales Mantenimiento del patrimonio construido Oferta de turismo cultural, gastronomía, artesanía
	Disfrute espiritual, asociado a percepciones o creencias.	Significados y valores espirituales, asociados a hechos históricos y creencias de carácter mitológico o religioso. Relacionados con especies, especímenes, construcciones y paisajes. Valores culturales y religiosos
	Paisaje. Función cultural, estética, educativa	Paisajes agrarios valiosos. Paisaje cultural, humanizado. Riqueza en elementos característicos. Multifuncionalidad. Posibilidades para otra opción de vida (en contacto con los recursos, rural, cooperativa, etc.). Infraestructuras de acogida e interpretación
	Actividades recreativas y ecoturismo	Caza, Pesca Caminos rurales y vías pecuarias. Caminos históricos Vías Verdes. Turismo rural. Deporte. Rutas a pie, en bicicleta o a caballo
	Educación y Educación Ambiental	Formación técnica y profesional para el fomento y mejora de las técnicas agrarias. Granjas-escuela Centros de interpretación ambiental

mos apreciado que tienden a mejorar la eficiencia en el uso del agua agrícola y los métodos de control de biológico.

En cuanto a los servicios culturales, la situación es contradictoria. Por una parte la población, mayoritariamente urbana, plantea una fuerte demanda de servicios en forma de actividades recreativas, deporte, disfrute estético y espiritual, educación, etc., asociadas al medio rural, de forma que cinco servicios aumentan su importancia. Sin embargo, ello ocurre a pesar de la pérdida del conocimiento ecológico local, de las prácticas agrarias originales y adaptadas y del deterioro de la identidad de las sociedades rurales. El peligro es una terciarización y mixtificación del espacio rural –que sigue un modelo tipo parque de ocio, con uniformización de contenidos– y la preponderancia de servicios desligados del carácter y función agraria de estos ecosistemas. Como síntoma de lo anterior, el acervo genético doméstico (las razas de ganado y las variedades de plantas cultivadas autóctonas) muestra un deterioro alarmante.

Grupo de Latxas de cara negra, raza especializada en la producción de leche, con la que se elabora el queso Idiazabal.

El resultado del balance general es preocupante. De los 25 servicios evaluados en los agroecosistemas españoles, 10 se deterioran (el 40%); 7 no cambian, pero pierden importancia relativa, y 9 aumentan. Entre los que aumentan se incluyen los servicios culturales, pero es principalmente debido a la demanda de la sociedad urbana poco propensa a diferenciar entre agroecosistemas y naturaleza silvestre. Esta situación no garantiza la trasmisión del legado de conocimientos propio de las sociedades rurales, el sentido de pertenencia y la identificación positiva y creativa con su entorno y sus recursos, factores de los que depende la funcionalidad de los agroecosistemas y su aportación al desarrollo sostenible.

¿QUÉ LE PIDE LA CIUDAD AL CAMPO?

Hemos visto que la capacidad de los agroecosistemas para aportar alimentos variados para la población española parece estar asegurada con creces, al producir un superávit importan-



te y especializado para exportación. No obstante, más allá de la importancia de disponer de alimentos abundantes y variados (seguridad de suministro), los servicios esenciales de abastecimiento deben incluir el manejo y conservación del legado genético y la seguridad alimentaria y dietética (alimentos saludables). Estos dos últimos servicios dependen de la agrobiodiversidad y pueden verse amenazados por la intensificación. Entre los temas más polémicos se cuentan la dependencia de semillas y variedades comerciales, entre estas OMG, el uso de agroquímicos en sanidad vegetal y el de piensos para alimentación animal que entrañen riesgo para la salud humana (FAO).

Como apunte de algunas las tendencias significativas en alimentación, se observa un mayor consumo de hortalizas y frutas frescas, mientras disminuye la ganadería de ovino, especialmente la basada en explotaciones extensivas, lo cual resulta significativo por la especial adaptación de esta ganadería a la naturaleza española y su papel ecológico e histórico. También se reduce la variedad en la oferta de forraje, en particular en el ámbito climático mediterráneo donde tiene mayor peso la ganadería de ovino. Por el contrario aumenta notablemente la producción de pienso, destinado a ganadería estabulada industrial, cuya materia prima son principalmente productos importados –soja y maíz, en su mayor parte OMG– (FAOSTATS, 2009).

El avance de la agricultura y ganadería ecológicas constituye un dato destacable, pero queda muy lejos del potencial que le corresponde en España por la extensión del territorio agrario y la diversidad de los productos del país. Su contribución podría ser relevante para asegurar los servicios de regulación. Para ello, es importante que el enfoque predominante, limitado a la escala de finca o parcela, se vea complementado por ámbitos de referencia superiores –paisaje, territorio rural–. A pesar de su todavía escasa representación, con un repunte importante a partir de 2005, es una de las mejores posibilidades para recuperar las funciones y servicios de los agroecosistemas si se acompaña del necesario apoyo con regulaciones adaptadas y

La capacidad de los agroecosistemas para aportar alimentos variados para la población española parece estar asegurada con creces, al producir un superávit importante y especializado para exportación. No obstante, más allá de la importancia de disponer de alimentos abundantes y variados (seguridad de suministro), los servicios esenciales de abastecimiento deben incluir el manejo y conservación del legado genético y la seguridad alimentaria y dietética (alimentos saludables). Estos dos últimos servicios dependen de la agrobiodiversidad y pueden verse amenazados por la intensificación

flexibles. El reconocimiento mundial de la dieta mediterránea como Patrimonio Intangible de la Humanidad, puede ayudar a consolidar la imagen positiva de los sistemas de producción ecológicos y abrir posibilidades de mercado (9).

Aumenta la ocupación del espacio agrario para abastecimiento de energía. Se ha producido un incremento de las energías eólica y termosolar; la solar fotovoltaica se estabiliza y no despegan las instalaciones para biomasa (biocombustibles) y residuos (biogás). El consumo tradicional de leña es muy fluctuante, debería asegurarse el suministro estable de este producto y de la actividad de poda, por su incidencia en servicios de regulación y culturales asociados a sistemas silvopastorales y manejo de bosques (limpieza de ramas, trasmochos, etc.). Se observa una creciente competencia en la ocupación

El avance de la agricultura y ganadería ecológicas constituye un dato destacable, pero queda muy lejos del potencial que le corresponde en España por la extensión del territorio agrario y la diversidad de los productos del país. Su contribución podría ser relevante para asegurar los servicios de regulación. A pesar de su todavía escasa representación, con un repunte importante a partir de 2005, es una de las mejores posibilidades para recuperar las funciones y servicios de los agroecosistemas si se acompaña del necesario apoyo con regulaciones adaptadas y flexibles. El reconocimiento mundial de la dieta mediterránea como Patrimonio Intangible de la Humanidad, puede ayudar a consolidar la imagen positiva de los sistemas de producción ecológicos y abrir posibilidades de mercado

Parajes solitarios, muy poco poblados son frecuentes en el medio rural español. Ofrecen oportunidades, múltiples servicios y actividades culturales, como el Camino de Santiago.

del espacio rural entre los nuevos usos energéticos y los basados en el aprovechamiento de la diversidad agraria (productos agrarios, opciones de vida, agroecología, paisaje, turismo rural), que puede crear conflictos por falta de planificación entre estos dos importantes ser-

vicios de abastecimiento. La planificación para la producción energética debe realizarse a la escala adecuada e incluir la coordinación entre administraciones (municipios, comunidades autónomas). Los efectos negativos de este conflicto incipiente se extienden asimismo a los



numerosos servicios culturales que dependen de un paisaje atractivo, el buen manejo y de la estructura de los agroecosistemas.

El aprovechamiento de los productos no maderables del monte es muy reducido, descien- de en diversidad y cantidad, si bien existe un mercado creciente, aún muy escaso, para plan- tas no alimentarias (usos cosméticos, especias, aromáticas).

La habilitación e indicación de caminos rura- les para el conocimiento y disfrute de la natu- raleza y el paisaje agrario, siguen desarrollan- do de forma continua su amplio potencial en España. Quedan por utilizar con fines educa- tivos y culturales infraestructuras como la extensa red de vías pecuarias –en este caso man- teniendo la diversidad de funciones posibles y su carácter esencialmente natural, pastizal, trocha de herbívoros– o la red de antiguos ca- minos carreteros. La importante tarea de res- tauración de patrimonio arquitectónico en el medio rural y en las pequeñas ciudades cabeza de comarca, realizada en las últimas décadas, es otro motivo de interés para el turismo cul- tural asociado a los agroecosistemas. De for- ma semejante es preciso realizar una labor de documentación y preservación del conjunto de elementos no construidos constitutivos de los paisajes agrarios, en especial los que deri- van del manejo racional de estructuras vivas (líneas de árboles, setos, trasmochos centena- rios, dehesas, etc.).

LA POBLACIÓN RURAL COMO REQUISITO

Los precios que reciben los agricultores y ga- naderos muestran fluctuaciones muy acusadas, por lo que las posibilidades de planificar con garantías en este sector productivo son difíciles y precarias. El aumento de los precios de los productos es menor que el incremento medio del coste de los factores de producción. En particular, la necesidad de incrementar el rendi- miento agrario queda reflejada por el aumento constante del uso de fertilizantes y un mayor

consumo energético. Como contraste, se apre- cia una mayor eficiencia en el uso del agua para regadío, aumenta el riego por goteo y bajan la aspersión y el riego por gravedad. Mantener la producción disminuyendo la superficie cul- tivada, obliga a un mayor gasto económico y reducción en la mano de obra, de esta forma el empleo en el sector agrícola mantiene su ten- dencia a disminuir (Burgaz, 2009).

Después de la fuerte caída de población rural ocurrida en el pasado siglo, los últimos años parecen indicar que la pérdida de población ha tocado fondo y a partir de 2000 aumenta lenta- mente, si bien con diferencias muy importantes entre territorios. Influye en ello la mejora de las comunicaciones (red viaria, internet, etc.) y los cambios positivos en la percepción del es- pacio rural como opción de vida. No obstante el bajo nivel de población rural dedicado a la agricultura no llega a compensarse con los nue- vos residentes. Las montañas del interior y las llanuras altas más continentales, son las zonas que presentan un mayor déficit poblacional y dificultades para mantener o recuperar servi- cios de los agroecosistemas.

Al tiempo que disminuye el número de agri- cultores y ganaderos, aumenta el tamaño de las explotaciones. Esta tendencia consolida el des- poblamiento del medio rural a la vez que debi- lita los servicios de regulación que prestan los agroecosistemas, cuya efectividad depende de que el manejo humano se mantenga con crite- rios de biodiversidad, estructura/funcionalidad y resiliencia.

LA NATURALEZA QUE SUSTENTA LA PRODUCCIÓN

Procesos ecológicos. El capital natural

Los servicios de regulación que aportan los agroecosistemas dependen del mantenimiento de niveles adecuados de integridad y funciona- lidad. El deterioro de estos servicios en los úl- timos años, posteriores a la fase de fuerte des- poblamiento, se debe más a la intensificación y

Después de la fuerte caída de población rural ocurrida en el pasado siglo, los últimos años parecen indicar que la pérdida de población ha tocado fondo y a partir de 2000 aumenta lentamente, si bien con diferencias muy importantes entre territorios. Influye en ello la mejora de las comunicaciones (red viaria, internet, etc.) y los cambios positivos en la percepción del espacio rural como opción de vida. No obstante el bajo nivel de población rural dedicado a la agricultura no llega a compensarse con los nuevos residentes. Las montañas del interior y las llanuras altas más continentales, son las zonas que presentan un mayor déficit poblacional y dificultades para mantener o recuperar servicios de los agroecosistemas

ausencia de un manejo integrado/orgánico que a cambios significativos en los usos del suelo. Ello afecta tanto a la pérdida de elementos relevantes constitutivos del paisaje agrario –con las consecuencias de uniformización y banalización del mismo– como a la eficacia de los procesos ecológicos que se mantenían activos por efecto del manejo humano, entre estos la recuperación la fertilidad –suelos orgánicos–, la herbivoría –papel de los herbívoros pastadores– o la gestión conservativa del ciclo del agua(2, 3).

El retorno de materia orgánica a los agroecosistemas como condición para mantener la estructura y fertilidad del suelo es muy in-

suficiente. Los datos de 2005 indican que la forma líquida de residuos de granjas (purines, con problemas de contaminación de acuíferos, exceso de N, anoxia en el suelo, etc.) supera en más de 10 veces al estiércol más elaborado, como compost agrícola. Un manejo racional exigiría la elaboración de compost mediante el procesado conjunto de los residuos de origen animal (purines, estiércol) y vegetal (esencialmente restos de cosechas y forestales), imitando en el ámbito comarcal, procesos que la agricultura tradicional realizaba en cada unidad productiva. Los datos generales sobre contenido de carbono –aún insuficientes– indican que los suelos de pastizales y matorral pueden acumular cantidades de C incluso superiores a las de los bosques en similares condiciones, por lo que el tipo de manejo es de nuevo decisivo (Rodríguez Murillo, 2001). En los suelos cultivados es donde los contenidos de C son menores, si bien la escala de los estudios realizados hasta ahora no permite diferenciar el papel de los diferentes tipos de humus, ni los contenidos de C propios de los métodos de cultivo basados en laboreo mínimo o no laboreo.

Para reforzar la resiliencia de los agroecosistemas y, por tanto, su capacidad para afrontar perturbaciones con posibles efectos catastróficos, es esencial el mantenimiento de algunos procesos biofísicos, como son la formación de un suelo funcional, con actividad orgánica y acumulación de humus estable, el papel de los herbívoros en la eliminación del exceso de biomasa combustible –cabe pensar en un pastoreo estratégico con dicho fin– y el manejo de un nivel adecuado de biodiversidad/complejidad estructural en la gestión forestal. El abandono y degradación de infraestructuras de terrazas y bancales es un factor desencadenante de erosión con efectos catastróficos.

Los métodos de control de plagas con técnicas de raíz biológica (control biológico, biofumigación) han aumentado notablemente y existe en España una producción comercial adecuada de agentes biológicos de control. Ello ha permitido sustituir a los pesticidas químicos

peligrosos (bromuro de metilo, etc.) y asegurar una producción más saludable (Barres *et al.*, 2006). El servicio de polinización se mantiene gracias a un importante número de colmenas, que sin embargo no aumenta en los últimos años (COAG, 2006).

VALORES Y PATRIMONIO

Los agroecosistemas son la factoría en la que se genera y mantiene la biodiversidad inducida por los usos humanos –agrobiodiversidad–. En su composición se cuentan las razas de ganado, las variedades de plantas cultivadas, las variedades y ecotipos semidomésticos de plantas de pastizales y prados, así como los paisajes culturales asociados a los usos agrarios. Existen en España un buen número de ejemplos de agroecosistemas que, por sus características de biodiversidad, manejo y adaptación, podrían ser considerados como Sistemas Ingeniosos del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM, según la categoría establecida por FAO). Estos ecosistemas son soporte de sistemas productivos originales, actualmente amenazados (Gómez Sal y González García, 2007), que podrían ser viables si se aprovechan las oportunidades que la PAC establece para desarrollo rural y se aplica de forma decidida y coordinada la legislación sobre conservación de la naturaleza, paisaje, desarrollo rural y salud pública, con la que contamos.

Sin embargo, como un síntoma/indicador alarmante del deterioro de los agroecosistemas originales adaptados a las variadas condiciones de nuestro país (potenciales SIPAM) sigue produciéndose la disminución de efectivos de nuestro patrimonio biológico doméstico. Las razas ganaderas y variedades de plantas amenazadas superan ampliamente en número a las especializadas, en la se centra la producción agraria. Se pierden también los conocimientos asociados a su manejo, cuyo principal sentido se encuentra en el marco de agroecosistemas específicos y constituyen un legado adaptativo difícilmente sustituible. Representa la pérdida de un acervo cultural y genético de enorme valor tanto por los servicios (de los tres grupos considerados) que



aún prestan, como por las posibilidades de incrementarlos en el caso de que estos ecosistemas humanizados se gestionasen con una visión conservacionista, de generación de empleo y opciones de vida más asociadas a los recursos.

Llanuras cerealistas y dehesas arboladas son los tipos de agroecosistemas españoles que mantienen un mayor papel como soporte de fauna silvestre amenazada (MARM/SEO, 2004). La pertenencia de los agroecosistemas a la Red Natura 2000 nos revela que un 39% de la superficie agraria incluida en la Red Natura corresponde a cultivos herbáceos (estepas), un 37% es pasto arbolado (modelo dehesa extremeña) y un 15% a pastizales. Los olivares (5%), viñedos (1%) y frutales (3%) contribuyen también a las áreas agrícolas incluidas en la Red Natura. Si consideramos las especies de aves amenazadas como indicador

Seguramente la gastronomía tradicional es uno de los servicios culturales que la población urbana más aprecia en los agroecosistemas. Bacalao al ajillo arriero.

de biodiversidad, el 17,5% de las mismas están asociadas a pseudoestepas cerealistas y el 5% a espacios agrícolas con alta diversidad (huertas, cultivos arbóreos en regadío, etc.). Junto a estas funciones positivas para algunas especies, los agroecosistemas tienen también efectos negativos sobre la conservación de la biodiversidad, por ejemplo, los cultivos agrícolas y los ambientes de márgenes de cultivos y caminos, son el cauce principal de entrada y dispersión de las especies invasoras.

LA VIDA EN EL CAMPO COMO ALTERNATIVA

Durante los últimos años se está produciendo un cambio de tendencia en los motivos por los que la población se acerca al medio rural. El número de alojamientos e infraestructuras que contribuyen a reforzar los servicios culturales de los agroecosistemas aumenta claramente. Tal es caso del turismo rural, los centros de interpretación, la oferta de actividades deportivas y de conocimiento de los recursos (vías verdes, recolección de setas, observación de aves, etc.). Por el contrario el número de licencias de caza y pesca muestra un descenso continuo.

Se aprecia asimismo un incremento del interés por formarse en temas relacionados con el desarrollo en entornos locales, que incluye agricultura ecológica y agroecología (Bello *et al.*, 2009), y abarca los distintos aspectos sociales y ecológicos, culturales y económicos concernidos. Lo local se contempla como un ámbito adecuado/legítimo para avanzar hacia la sostenibilidad (Gómez Sal, 2009). Aumenta el número de alumnos matriculados en cursos no universitarios relacionados con el sector agrario. Dichos cursos son, en su mayoría, de tipo convencional e incluyen tanto las explotaciones agrarias intensivas y tecnificadas, como los modelos de ganadería extensiva. Los cursos sobre agricultura y ganadería ecológicas y agroecología, desarrollo local sostenible, gestión de servicios, se ubican especialmente en enseñanzas de postgrado y en España han

sido escasamente incorporados a estudios de grado. ❀

REFERENCIAS

- Barres M. T. *et al.*, 2006. La eliminación del bromuro de metilo en protección de cultivos como modelo mundial para la conservación del medio ambiente. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Bello, A. *et al.*, 2009. "Agroecología e investigación participativa. Enfoques frente a la crisis para la producción agraria". *La Tierra del agricultor y el ganadero*, 14: 32-37, UPA.
- Burgaz, 2009. *Red de seguridad de los ingresos agrarios: aspectos preliminares*. Presentación ENESA. www.upa.es/_documentos/jornada_seguros/Red-seguridad-ingresos-dic-09.pdf.
- COAG. 2006. Anuario Sector Apícola.
- FAOSTATS, 2009. www.fao.org/economic/ess/publications-studies/statistical-yearbook/fao-statistical-yearbook-2009/b-agricultural-production/en.
- (FEFAC, 2008).
- Gómez Sal, A., 2011. "Entender la naturaleza ibérica. Los ecosistemas humanizados". *Informe OSE. Especial Bosques*.
- Gómez Sal, A., 2009. "Veinte años desde Brundtland. Razones para una ciencia de la sostenibilidad". *Ambienta*, 88: 28-45. Ministerio Medio Ambiente, Rural y Marino. Madrid.
- Gómez Sal, A., 1997. "El paisaje agrario desde la perspectiva de la ecología. En *Ciclo de Agricultura y Ecología*. Fundación Bancaixa. Valencia, pp. 145-182.
- Gómez Sal, A. y González García, A., 2007. "A comprehensive assessment of multifunctional agricultural land-use systems in Spain using a multi-dimensional evaluative model". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120: 82-91.
- <http://dad.fao.org>.
- MARM, 2010a. *Anuario de estadística 2009*. Secretaría General Técnica, Subdirección General de estadística. Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino. Madrid.
- MARM, 2010b. *Avances: Superficies y Producciones Agrícolas*. Secretaría General Técnica. Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino. 75 pp.
- MARM/SEO, 2004. *Libro Rojo de las Aves de España*. Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad, Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Monserrat, P., 2009. La cultura que hace el paisaje. Escritos de un naturalista sobre nuestros recursos de montaña. La Fertilidad de la Tierra Ediciones, Estella (Navarra).
- OSE, 2006. *Cambios de Ocupación del Suelo en España*. Observatorio de la Sostenibilidad en España, Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.
- Rodríguez Murillo, J. C., 2001. "Organic carbon content under different types of land use y soil in Peninsular Spain". *Biology and Fertility of Soils*, 33: 53-61.



TAN LEJOS COMO EL AGUA NOS LLEVE

Nuestra razón de ser es estar siempre en movimiento y llegar más lejos.
Porque el agua nos mueve, nos da vida.

Desde Agbar, aportamos nuestra tecnología y nuestro conocimiento del agua para fomentar un uso más racional al servicio de las personas, las instituciones, la industria y la agricultura, en favor del desarrollo de ciudades más humanas y sostenibles.

En 2010, la ONU reconoció el acceso al agua potable como un derecho universal. Agbar garantiza este derecho a más de 26 millones de personas, en cuatro continentes. De Chile a La Habana, de Bristol a China, de Orán a Huelva.

Tan lejos como el agua nos lleve.



www.agbar.es

Una aproximación a la evaluación de los servicios de las aguas subterráneas al ser humano en España

Marisol Manzano Arellano

Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas, Universidad Politécnica de Cartagena

Luis Javier Lambán Jiménez

Instituto Geológico y Minero de España, Oficina de Zaragoza

Los acuíferos constituyen valiosos ecosistemas acuáticos en sí mismos, los cuales están formados por el sustrato geológico, el agua que ocupa los poros y grietas de ese sustrato (agua subterránea) y los organismos que viven en el agua. Los elementos mejor conocidos de estos ecosistemas son el sustrato geológico y el agua, mientras que el conocimiento existente sobre la ecología de las aguas subterráneas es aún muy escaso. Sin embargo, una buena parte de los servicios más relevantes que las aguas subterráneas proporcionan al ser humano se debe en gran medida a la existencia y características de la biota presente en ellas.

Los acuíferos proporcionan multitud de servicios básicos para el bienestar humano. Los servicios más obvios e identificables son los de provisión de bienes básicos para la vida tales como agua de buena calidad y la posibilidad de generar alimentos mediante riego; o los de regulación hídrica, singularmente el de proporcionar agua para beber y cultivar en época seca o en caso de cambio climático. Entre los servicios menos evidentes están el abastecimiento de madera, fibras y turba,

sales y minerales, principios activos y medicinas; la regulación de la calidad de las aguas de ríos, manantiales y humedales, así como de los efectos de inundaciones y del cambio climático; o la generación de oportunidades para la educación ambiental, la recreación, el turismo, la identidad cultural y las relaciones sociales y el disfrute espiritual.

Adicionalmente a las funciones que tienen lugar en el propio acuífero, las aguas subterráneas son el soporte de otros ecosistemas acuáticos de superficie muy valiosos (ríos, riberas, humedales, manantiales, bosques freatófiticos, praderas), muchos de cuyos servicios dependen del aporte de agua subterránea, o bien deben parte de su valor al aporte de agua subterránea en cantidad y calidad adecuadas.

Este es el primer trabajo realizado en España que aborda las aguas subterráneas de un país en su conjunto desde el punto de vista de los ecosistemas. Con anterioridad a este trabajo había algunos estudios centrados en caracterizar parte de la ecología de acuíferos concretos



En muchas zonas la disponibilidad de agua subterránea solo es posible ya mediante extracción en pozos cada vez más profundos, lo que en bastantes casos hace inaccesible el agua por motivos económicos. Foto: Carlos Valdecantos. CENEAM. MAGRAMA

de nuestro país. El trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de la Fundación Biodiversidad *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España*, y ha consistido en identificar, de forma sistemática, los servicios que ofrecen las aguas subterráneas al ser humano en nuestro país y en realizar una primera evaluación del estado de dichos servicios.

ASPECTOS RELEVANTES DE LOS ACUÍFEROS Y DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SUS SERVICIOS Y DE SU ESTADO DE FUNCIONALIDAD

Aunque los estudios de caracterización ecológica de las aguas subterráneas son aún escasos

incluso en el ámbito internacional, es de suponer que los ecosistemas de las aguas subterráneas sean ambientes muy heterogéneos, en función de las siguientes variables principales: la *velocidad del flujo de agua* (energía), cercana a la de los flujos superficiales en acuíferos karstificados, pero extremadamente pequeña (entre décimas de milímetro a algunos milímetros por día, lo que favorece la interacción de muchos organismos con los solutos y gases que transporta el agua) en acuíferos porosos; la *cantidad de materia orgánica* (aportada por el flujo de agua o por los sedimentos); el *oxígeno disponible* (atmosférico, procedente de solutos oxidados o de la molécula del agua); la *cantidad de solutos disueltos* (materia) y la *mineralogía del medio sólido* (reacciones biogeoquímicas de interacción con el medio sólido). Adicionalmente, a la

Los acuíferos proporcionan multitud de servicios básicos para el bienestar humano. Entre los servicios menos evidentes están el abastecimiento de madera, fibras y turba, sales y minerales, principios activos y medicinas; la regulación de la calidad de las aguas de ríos, manantiales y humedales, así como de los efectos de inundaciones y del cambio climático; o la generación de oportunidades para la educación ambiental, la recreación, el turismo, la identidad cultural y las relaciones sociales y el disfrute espiritual. Además, las aguas subterráneas son el soporte de otros ecosistemas acuáticos de superficie muy valiosos (ríos, riberas, humedales, manantiales, bosques freatófiticos, praderas), muchos de cuyos servicios dependen del aporte de agua subterránea, o bien deben parte de su valor al aporte de agua subterránea en cantidad y calidad adecuadas

complejidad natural de estos ecosistemas hay que sumar la *variabilidad natural* y la que *induce el ser humano* sobre las *condiciones de la recarga y la descarga* y sobre las *características físico-químicas* del agua de recarga.

Una característica muy relevante de las aguas subterráneas que es necesario conocer y te-

ner en cuenta a la hora de caracterizarlas y de evaluar sus servicios, es que, debido a la habitualmente pequeña magnitud de su velocidad, los cambios naturales (climáticos, eustáticos, geológicos) o antrópicos (deforestación, manipulación de los flujos superficiales o subterráneos) cuyos efectos negativos sobre la recarga a los acuíferos y el funcionamiento de los ecosistemas de las aguas subterráneas (y de otros ecosistemas que dependen de las aguas subterráneas) se están observando en la actualidad, pueden haber ocurrido hace décadas o siglos e, incluso, milenios, en el caso de cambios geológicos. Del mismo modo, hay que tener en cuenta que algunos impactos negativos sobre el funcionamiento de los acuíferos que producirán los cambios de usos del suelo y del agua, las modificaciones de los flujos hídricos, el cambio climático o el cambio global que se están produciendo en la actualidad, serán observables en las próximas décadas y probablemente en los próximos siglos.

Otro aspecto importante a considerar es que conocer la cantidad de agua subterránea que se puede utilizar en un acuífero dado no es fácil. En primer lugar hay que cuantificar la recarga y la descarga, y evaluar la cantidad de agua que se renueva cada año; luego hay que establecer unos objetivos respecto a los servicios de ese acuífero que se desean potenciar, mantener o recuperar, en su caso. Respecto al primer paso, un ejemplo de la incertidumbre asociada a las cuantificaciones a realizar son los valores oficiales que se manejan acerca de la recarga total en España, unos 30 000 Mm³ (MMA, 2000). Esta cifra está subestimada por varias razones, la más relevante porque se evaluó considerando que los acuíferos no estaban explotados, cuando en la realidad la mayoría de los acuíferos de nuestro país están explotados y en muchos de ellos el balance entre entradas y salidas no está en equilibrio. Además, aun teniendo en cuenta esta incertidumbre en las estimaciones, en la realidad la cantidad de agua que se podría usar de un acuífero dado es menor que la renovable, debido a limitaciones medioambientales, a situa-

ciones de salinización en acuíferos costeros e islas, a interferencias con aguas superficiales que ya están contabilizadas, etc. (Custodio *et al.*, 2009). Por tanto, es necesario disponer de buenas estimaciones tanto de los volúmenes almacenados como de los renovables, lo cual requiere realizar estudios detallados e individualizados. Asimismo, para conocer con el necesario nivel de detalle y confianza los efectos de la extracción de aguas subterráneas en una zona y poder decidir qué grado de explotación se está dispuesto a aceptar, es imprescindible realizar observaciones sistemáticas bien orientadas y en redes de observación adecuadamente construidas (Manzano *et al.*, 2009), generar un buen conocimiento del funcionamiento del acuífero y realizar cálculos y simulaciones apoyados en herramientas confiables.

Pero también es importante transmitir que, aunque desde el punto de vista técnico no es fácil evaluar con el detalle –muchas veces necesario para la gestión– cuáles son o van a ser los efectos sobre los servicios de una u otra actuación sobre las aguas subterráneas, la incertidumbre no es un obstáculo para la gestión. Algunos de los más reputados especialistas en el tema sostienen que las actuaciones que se han de realizar en el marco de la gestión integrada tendrían que ser específicas para cada acuífero o masa de agua subterránea, deberían integrar la incertidumbre como parte integral de la gestión y deberían obedecer a compromisos consensuados entre todos los actores sociales que son usuarios de los servicios del agua subterránea. También propugnan que la gestión debería ser adaptable y debería poderse cambiar a lo largo del tiempo en función de las condiciones hidrológicas, meteorológicas, ecológicas y socioeconómicas de la zona de trabajo en cada momento.

Por último, dado que los tiempos necesarios para observar el efecto de una determinada acción sobre la cantidad y la calidad de las aguas subterráneas son largos, las actuaciones de gestión que se decidan deberían ponerse en marcha lo antes posible.

LOS ACUÍFEROS Y LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ESPAÑA: DEL ENFOQUE BASADO EN EL SUSTRATO FÍSICO AL ENFOQUE ECOSISTÉMICO

En 2007, el entonces Ministerio de Medio Ambiente identificó un total de 740 masas de agua subterránea, si bien en textos posteriores aparecen cifras algo distintas (Figura 1). Las masas de agua subterránea son la unidad de aplicación de las Directivas Europeas Marco de Aguas y Para la Protección de la Aguas Subterráneas; aunque su definición no coincide estrictamente con la de *acuífero*, a efectos de este texto, los matices no son relevantes. Esas 740 masas de agua cubren unos 350 000 km², alrededor del 70% del territorio nacional. Para definir las se usaron los límites físicos significativos tales como bordes impermeables o cauces de ríos efuentes y, en algunos casos, se consideraron los límites de influencia de la actividad humana. El tamaño de las masas de agua subterránea en España varía entre menos de 2,5 km² y más de 20 000 km².

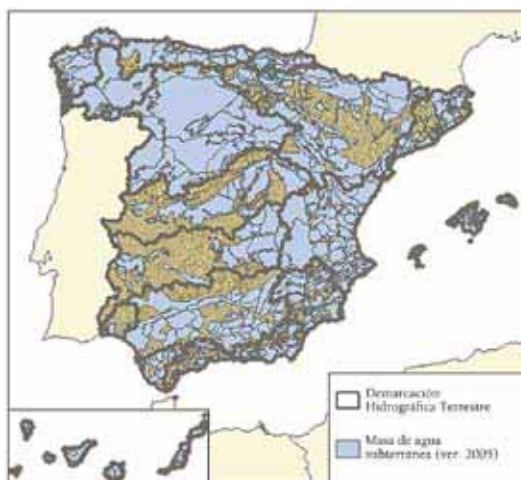


Figura 1. Masas de agua subterránea definidas en España (MMA, 2007).

Una definición genérica de los acuíferos con perspectiva ecológica se podría basar en los siguientes rasgos distintivos:

- Son ecosistemas subterráneos cuya existencia genera servicios incluso allí donde no hay agua superficial.

En 2007, el entonces Ministerio de Medio Ambiente identificó un total de 740 masas de agua. Esas 740 masas de agua cubren unos 350 000 km², alrededor del 70% del territorio nacional. Para definir las se usaron los límites físicos significativos tales como bordes impermeables o cauces de ríos efluentes y, en algunos casos, se consideraron los límites de influencia de la actividad humana. El tamaño de las masas de agua subterránea en España varía entre menos de 2,5 km² y más de 20 000 km²

- Se originan debido a la infiltración del agua (lluvia, escorrentía, excedentes de riego) por la superficie del terreno; transportan agua, materia y energía, por debajo de la superficie del terreno, desde zonas altas de las cuencas a zonas más bajas; de forma natural descargan a la superficie tanto en forma líquida (a través de manantiales, arroyos, ríos, humedales o al mar) como en forma gaseosa (a través de evaporación y evapotranspiración), lo

que genera condiciones para la existencia de muchos ecosistemas superficiales; también salen a la superficie al ser extraídas por el ser humano a través de pozos, sondeos, galerías y drenes.

- La delimitación cartográfica de los acuíferos con perspectiva ecológica se realizaría combinando límites geológicos, hidráulicos y ecológicos: límites de formaciones geológicas porosas o fracturadas cuya permeabilidad permite el paso del agua de forma adecuada para su explotación por el ser humano, o bien para abastecer a otros ecosistemas (ríos, bosques, prados, humedales, manantiales) de manera eficiente para los mismos; cauces y humedales efluentes (zonas de descarga) o líneas de costa que son áreas de descarga.
- En régimen natural (es decir, no perturbado por la acción humana o por procesos geológicos o climáticos que supongan cambios en las entradas de agua) las condiciones de cantidad (flujo circulante por los acuíferos) y calidad (condiciones favorables para la vida que se derivan de las características físico-químicas) son muy regulares, hecho que está en la base de muchos de los servicios que generan.
- Por último, suelen estar intensamente utilizados por el ser humano, principalmente para agricultura de regadío y para abastecimiento doméstico, y este uso intensivo ha modificado el funcionamiento natural de sus ecosistemas y de los servicios que generan.



Figura 2. Tipos de acuíferos en función de la presión hidrostática del agua contenida en ellos y tiempos tránsito del agua subterránea (orientativo) (IGME, 2001).

Para clasificar los acuíferos desde el punto de vista tradicional se usan criterios texturales, hidráulicos y litológicos. Algunos de estos criterios tienen connotaciones importantes para la ecología de las aguas subterráneas, lo cual facilita el estudio y caracterización de las aguas subterráneas desde este punto de vista. Por ejemplo:

- Según el tipo de porosidad los acuíferos pueden ser *granulares*, *fracturados* o por *disolución*. El agua suele circular más lentamente por poros entre granos que por fracturas y conductos de disolución, y las velocidades pequeñas aumentan el tiempo de contacto de los organismos con los nutrientes, solutos, gases y con la matriz mineral, lo que genera oportunidades para la ocurrencia de muchas reacciones.
- Si los materiales que constituyen el acuífero están expuestos directamente a la atmósfera, el acuífero se denomina *libre*; si están separados de la atmósfera por otras formaciones geológicas de menor permeabilidad, se denomina *confinado* (Figura 2). Los acuíferos libres reciben la recarga directa de la lluvia y contienen la zona no saturada del terreno; por ello están expuestos a la entrada directa de contaminantes, pero también de aire, lo que propicia la ocurrencia de ciertas reacciones (muchas de ellas en la zona no saturada) cuyo resultado práctico es la mejora de la calidad del agua. Los acuíferos confinados reciben agua por transferencia vertical o lateral (generalmente lenta) a través de otras formaciones, por lo que los contaminantes de origen antrópico y la materia orgánica que se incorporan con la recarga suelen quedar retenidos antes de que el agua llegue a ellos; el agua que contienen está a presión mayor que la atmosférica y no tienen una zona no saturada, razón por la cual con frecuencia el ambiente es anóxico. Este favorece las condiciones de vida de organismos que para vivir pueden usar el oxígeno de especies químicas tales como sulfatos, nitratos, fosfatos o materia orgánica, lo que da como resultado una mejora de la calidad del agua.

También el origen geológico de los materiales que forman la matriz sólida y la mineralogía pueden tener connotaciones ecológicas.

LOS SERVICIOS QUE PROPORCIONAN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS AL SER HUMANO EN ESPAÑA Y SU ESTADO

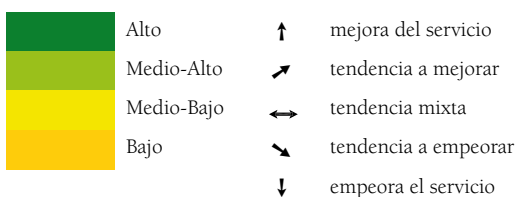
En este estudio se han aplicado a las aguas subterráneas los mismos criterios que se han aplicado a los otros ecosistemas identificados. Obviamente, se trata de una primera aproximación que debe ser revisada, completada y mejorada, ya que, entre otras cosas, se ha realizado en base a la información disponible en publicaciones científicas y en informes y sitios web de organismos públicos, organizaciones profesionales, ayuntamientos, ONG, diarios, agrupaciones culturales y otros. La información que ha resultado útil no es abundante, a veces no está fácilmente localizable, o resulta incompleta por ser su enfoque muy ajeno al de este contexto. En muchos aspectos la carencia de información de apoyo para evaluar el estado de un servicio concreto se ha suplido con el conocimiento y la experiencia personal de los autores, que obviamente tienen carencias.

Los servicios evaluados para el conjunto de los ecosistemas de España se agrupan en tres tipos: *servicios de abastecimiento*, *servicios de regulación* y *servicios culturales*. No todos los ecosistemas ofrecen todos los posibles servicios identificados dentro de cada grupo. Para las aguas subterráneas, los servicios que se han identificado y una valoración preliminar del estado cualitativo de funcionamiento de los mismos en nuestro país, elaborados con la información ya mencionada, se muestran en la Tabla 1.

A modo de síntesis se puede decir que muchos de los servicios básicos para el bienestar humano están deteriorados o se están deteriorando en amplias zonas de nuestro país como consecuencia de las múltiples presiones que afectan a la cantidad y la calidad del agua subterránea, aunque otros están mejorando. Por ejemplo:

Tabla 1. Evaluación global del estado de los servicios de las aguas subterráneas en España y tendencias de evolución

Tipo de servicio	Servicio		Situación
ABASTECIMIENTO	Alimentos	Agricultura	↔
		Acuicultura	↔
		Recolección de plantas y frutos silvestres	↘
	Agua de buena calidad	Agua para todo uso	↘
	Materias primas de origen biológico	Turba/madera/leña	↓
	Materias primas de origen mineral	Sales y carbonatos	↘
		Agua mineral	↗
		Metales	↔
	Energías renovables	Energía hidráulica	↓
		Energía geotérmica	↑
Medicinas naturales y principios activos			↑
REGULACIÓN	Regulación climática local y regional	Mantenimiento de vegetación	↘
		Almacenamiento de CO ₂	↗
	Regulación hídrica	Aumento de la disponibilidad	↓
		Mejora de la calidad	↘
	Regulación morfosedimentaria		↘
	Formación y fertilidad del suelo		↘
	Regulación de las perturbaciones naturales		↘
CULTURALES	Conocimiento científico		↑
	Conocimiento ecológico local		↓
	Identidad cultural y sentido de pertenencia		↗
	Disfrute espiritual y religioso		↗
	Paisaje-Servicio estético		↗
	Actividades recreativas y ecoturismo		↑
	Educación ambiental		↑



- Los servicios de abastecimiento se han visto alterados significativamente en los últimos años. Entre las décadas de 1960 y 1990 el servicio de proporcionar agua para la agricultura aumentó extraordinariamente, y se multiplicó por más de 600 la extracción de aguas subterráneas para regadío. Y aunque en estos últimos años

la superficie de cultivo de riego en España ha disminuido en cifras globales (entre 1987 y 2006 han desaparecido 36355 ha), en algunas zonas del país aún se ha producido un aumento significativo de la superficie agrícola regada con aguas subterráneas: entre 1987 y 2006 han aparecido 67444 ha de olivar de regadío,

la mayor parte (97,5%) en Andalucía, habiendo convertido terrenos de secano en regadío mediante la explotación de aguas subterráneas antiguas (OSE, 2010).

- Los *servicios de regulación* también han empeorado de manera global. Las causas son principalmente dos: el manejo de los flujos del ciclo hídrico y los cambios de los usos del suelo, singularmente la conversión de terreno natural (agrícola o forestal) en terreno antropizado. El manejo de los flujos superficiales (encauzamientos, impermeabilizaciones, extracciones para usos agrícolas, industriales y urbanos, almacenamiento de grandes volúmenes en zonas puntuales, detrayendo caudales de otras zonas, drenaje de zonas encharcables y humedales, etc.) y subterráneos (extracciones) ha inducido la reducción de las descargas naturales de agua subterránea en muchos lugares, lo que disminuye la disponibilidad hídrica para la vegetación y la biota, incluido el ser humano. En muchas zonas, la disponibilidad de agua subterránea solo es posible ya mediante extracción en pozos cada vez más profundos, lo que en bastantes casos hace inaccesible el agua por motivos económicos.
- Los *servicios culturales* en general están mejorando, tal es el caso del conocimiento científico y la generación de oportunidades para la educación ambiental o para las actividades recreativas.

En el trabajo también se ha intentado identificar cuáles son los principales *impulsores directos de cambios* en los servicios de las aguas subterráneas en nuestro país. Ordenados de mayor a menor relevancia de su impacto, estos factores son los siguientes:

1. La **explotación intensiva**. Con frecuencia concentrada espacialmente, induce cambios en la red de flujo las aguas subterráneas que tienen impactos directos sobre los servicios de abastecimiento y regulación principalmente: disminución de la magnitud de los flujos de descarga natural, descenso de la cota de los niveles piezométricos, aumento de los gradientes hidráulicos verticales descendentes, movilización de aguas subterráneas salinas, etc.
2. La **contaminación**, singularmente la *difusa*, que puede afectar a grandes volúmenes de agua subterránea y es más difícil de atenuar que la puntual. Induce impactos directos principalmente sobre los servicios de abastecimiento: provisión de agua de buena calidad, aporte de materias primas de origen biológico, provisión de medicinas naturales y de principios activos. Además, en muchos casos la contaminación influye sobre la regulación de la fertilidad del suelo, pues muchos contaminantes inducen cambios de condiciones oxidantes a reductoras en partes del terreno que deberían ser oxidantes.
3. Los **cambios de usos del suelo**. Los cambios que producen modificaciones en la red de flujo y en la hidroquímica de las aguas subterráneas que, a su vez, inducen impactos directos sobre los servicios de abastecimiento, regulación y culturales, suelen estar localizados en las zonas de recarga de los acuíferos. Las actividades con mayor impacto son la deforestación, la sustitución de vegetación natural por cultivos de regadío, la sustitución del riego en lámina libre por riego localizado, la sustitución de la vegetación natural por otra con distintos requerimientos de agua y de nutrientes, la pavimentación y la urbanización. En España hay algo más de 1 Mha artificiales, la mayor parte concentrada a lo largo de la costa mediterránea, donde el clima es semiárido, lo que supone una disminución considerable de la superficie disponible para infiltración del agua de lluvia y de escorrentía y la recarga a los acuíferos.
4. La **manipulación de los flujos del ciclo hídrico** por el ser humano tiene efectos directos sobre las aguas subterráneas e induce impactos sobre los servicios de abastecimiento, regulación y culturales de forma más o menos directa, en función del tipo de acción y de su ubicación respecto a la red de

flujo de agua subterránea. Los cambios de servicios más frecuentes afectan al balance y al régimen hídrico y a la calidad de las aguas subterráneas, y se derivan de actuaciones tales como la extracción intensiva y sostenida de aguas subterráneas, la recarga artificial de acuíferos, la modificación del trazado de la red de flujo superficial y el almacenamiento de agua superficial en embalses y presas.

5. El **cambio climático**. A pesar de la incertidumbre que aún existe sobre las previsiones de sus efectos en el área mediterránea, es necesario tener en cuenta algunas posibles situaciones que tendrían un efecto notable sobre los servicios de abastecimiento, regulación y culturales de las aguas subterráneas. El principal impacto previsible en nuestra latitud es el descenso de los niveles piezométricos como consecuencia de la disminución de la recarga, que ocasionaría la reducción de la descarga a muchos manantiales y de las descargas difusas a ríos, arroyos, humedales y costas, y haría desaparecer esos ecosistemas y también bosques de vegetación freatofítica; también provocaría subsidencia e intrusión salina en muchos acuíferos. Además, el aumento de la aridez induciría un incremento de la concentración en solutos de las aguas de lluvia, superficiales (antes de infiltrarse) y subterráneas (durante la infiltración), lo que originaría aguas subterráneas más salinas. Adicionalmente, el cambio previsto en la regularidad e intensidad de los eventos lluviosos induciría cambios en la magnitud de los procesos de recarga y descarga y también en la entrada de materia orgánica y contaminantes en los acuíferos.
6. **Cambios en los ciclos biogeoquímicos** como consecuencia de la entrada en el agua subterránea de muchos productos (derivados de la actividad agrícola, urbana e industrial) por encima de la capacidad natural de la biota para degradarlos, fijarlos y reciclarlos. El servicio más afectado es el de provisión de agua de buena calidad para los distintos usos.

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LAS NECESIDADES DE GESTIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS SERVICIOS QUE PROPORCIONAN AL SER HUMANO

Un gran número de masas de agua subterránea en España tiene ecosistemas superficiales asociados que dependen de ellas, y su inventario, estudio y protección están incluidos en la legislación hídrica vigente. Según MMA (2007), habría que considerar las necesidades hídricas de estos ecosistemas como una limitación a la cantidad de agua disponible para extracción directa de agua subterránea. Pero, además, están los ecosistemas subterráneos presentes en las propias masas de agua y/o acuíferos, poco o nada conocidos en nuestro país. Los ecosistemas subterráneos son responsables de buena parte de los servicios de abastecimiento y regulación de las aguas subterráneas, por lo que las necesidades hídricas de estos deberían ser incluidas en las restricciones de extracción.

Cualquier actuación de gestión de las aguas subterráneas debería tener en cuenta la estrecha relación existente entre cantidad y calidad. Debería ser imprescindible considerar una calidad insuficiente o un riesgo de deterioro de la misma como un límite a la cantidad disponible para extracción o para recarga. La aprobación del RD 1514/2009 ha supuesto un avance muy significativo en materia de protección de la calidad de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro, sin embargo, esta norma no contempla el relevante papel de la biota de las zonas no saturada y saturada de los acuíferos en la calidad del agua subterránea y del agua superficial que se genera en las zonas de descarga.

La provisión de servicios por parte de las aguas subterráneas requiere mantener un cierto umbral de funcionalidad en los flujos hídricos y en su calidad. Estas condiciones son propias de cada acuífero e, incluso, pueden variar a lo largo del tiempo, por lo que es necesario realizar estudios de caracterización y revisarlos periódicamente. No obstante, una situación muy generalizada, tanto en nuestro país como en el resto del mun-

Cualquier actuación de gestión de las aguas subterráneas debería tener en cuenta la estrecha relación existente entre cantidad y calidad. Debería ser imprescindible considerar una calidad insuficiente o un riesgo de deterioro de la misma como un límite a la cantidad disponible para extracción o para recarga. La aprobación del RD 1514/2009 ha supuesto un avance muy significativo en materia de protección de la calidad de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro, sin embargo, esta norma no contempla el relevante papel de la biota de las zonas no saturada y saturada de los acuíferos en la calidad del agua subterránea y del agua superficial que se genera en las zonas de descarga

do, es la de acuíferos cuyo régimen está significativamente alterado principalmente por explotación intensiva y por manipulación de los flujos del ciclo hídrico, y cuya calidad, al menos en sectores relevantes de los acuíferos, se está deteriorando por contaminación directa o inducida. La combinación de ambas situaciones supone el deterioro de muchos de los servicios de las aguas subterráneas, así como de los servicios de otros ecosistemas que dependen de aguas subterráneas, incluso aunque los flujos circulantes sean suficientes desde el punto de vista cuantitativo.

En opinión de los autores, para tomar decisiones acerca de los flujos circulantes por los acuíferos

sería necesario conocer la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas de las aguas subterráneas y valorar los servicios que estos proporcionan. La valoración de todos los servicios, tanto los más directos como los menos evidentes, debería ser realizada en términos económicos y tendría que ser la base para el establecimiento de los objetivos de gestión y las prioridades de actuación, ya sea para proteger, remediar o fomentar determinados servicios de cada acuífero o masa de agua subterránea frente a otros. La valoración de los costes de los servicios del agua subterránea no es una tarea trivial, pero es necesaria. La creciente consciencia acerca de los servicios del agua subterránea debería inducir que las instituciones europeas y nacionales evaluaran cuáles son los medios necesarios para asegurar el mantenimiento de esos servicios, incluyendo los mecanismos de valoración económica.

Identificar y evaluar los servicios de los ecosistemas del planeta supone avanzar hacia una gestión integrada de los mismos. La aplicación de este enfoque a las aguas subterráneas es una oportunidad única para racionalizar la gestión de todos los ecosistemas relacionados con el ciclo hídrico, los cuales se encuentran entre los más relevantes del planeta por los servicios que proporcionan al ser humano. ❀

REFERENCIAS

- Custodio, E.; Llamas, R.; Hernández-Mora, N.; Martínez, L. y Martínez, P., 2009. "Issues related to intensive groundwater use". En Garrido, A., R. Llamas (eds.), *Water Policy in Spain*. CRC Press, pp. 143-162.
- IGME, 2001. *Las aguas subterráneas un recurso natural del subsuelo*. Fundación Marcelino Botín e Instituto Geológico y Minero de España.
- Manzano, M.; Custodio, E.; Montes, C. y Mediavilla, C., 2009. "Groundwater quality and quantity assessment through a dedicated monitoring network. The Doñana aquifer experience (SW Spain)". En Fouillac, A. M.; Grath, J. y Ward, R. (eds), *Groundwater quality assessment and monitoring*. Philippe Quevauviller. John Wiley and Sons, Ltd., pp. 273-287.
- MMA, 2000. *Libro blanco del agua en España*. Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. Madrid, pp. 1-637.
- MMA, 2007. *Síntesis de los estudios generales de las Demarcaciones Hidrográficas en España*. Programa A.G.U.A. Dirección General del Agua. Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua.
- OSE, 2010. *Sostenibilidad en España 2010*. Observatorio de la Sostenibilidad en España.

Los bosques atlánticos. Principales resultados y mensajes clave

Miguel Ángel Álvarez García

Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT) y Área de Ecología del Departamento de Biología de Organismos y Sistemas de la Universidad de Oviedo

Laura García de la Fuente

Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT) de la Universidad de Oviedo

Los ecosistemas forestales son uno de los ecosistemas terrestres con mayor importancia superficial en todo el mundo y generan un gran número de servicios para la sociedad, considerando las distintas escalas de usuarios existentes (locales, regionales, globales), tal y como han puesto de relieve las distintas evaluaciones de servicios de los ecosistemas que se han hecho en los últimos años (Pereira *et al.*, 2004; Watson y Albon, 2010). En los últimos tiempos, el concepto de *Servicios de los Ecosistemas* ha ido ganando importancia (de Groot *et al.*, 2002) al reconocerse su trascendencia para el bienestar humano (Constanza *et al.*, 1997). Actualmente, estos ecosistemas cumplen un papel clave respecto a la diversidad biológica, los ciclos biogeoquímicos y la regulación climática (representan uno de los sumideros de carbono más importantes a escala global), además de ser una fuente de servicios fundamentales para el bienestar humano (Shvidenko *et al.*, 2005).

A continuación se recogen las principales ideas alcanzadas por el Grupo de Trabajo Bosques Atlánticos, integrado dentro de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME), cuyos análisis se han dirigido a conocer la im-

portancia de los servicios que proporcionan a la sociedad estos ecosistemas (Álvarez *et al.*, 2011), determinando además el estado en el que se encuentran y la influencia que suponen sobre los mismos los distintos impulsores de cambio que se han detectado para los ecosistemas españoles.

CARACTERIZACIÓN DE LOS BOSQUES ATLÁNTICOS

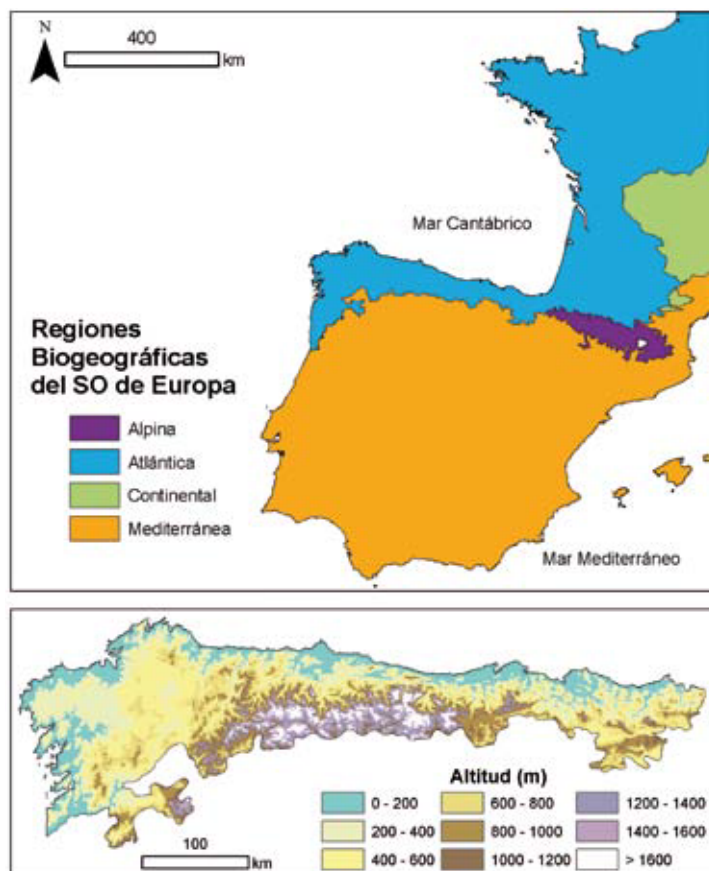
En el contexto de EME, se consideran como bosques atlánticos dentro de la geografía española a los ecosistemas forestales que se encuentran en la Región Biogeográfica Atlántica. Esta región se ubica en el área septentrional de la Península Ibérica (Figura 1), abarcando una superficie de más de cinco millones de hectáreas y comprendiendo un amplio intervalo altitudinal (entre el nivel del mar y zonas de la Cordillera Cantábrica que superan 2 500 m). Estas condiciones, unidas a la diversidad de sustratos litológicos presentes y al aprovechamiento tradicional agroganadero a lo largo de miles de años, condicionan la existencia de una gran variedad de ambientes y subtipos de ecosistemas englobados dentro de los

Los ecosistemas forestales cumplen un papel clave respecto a la diversidad biológica, los ciclos biogeoquímicos y la regulación climática (representan uno de los sumideros de carbono más importantes a escala global), además de ser una fuente de servicios fundamentales para el bienestar humano (Shvidenko *et al.*, 2005)

importancia superficial de la región atlántica española: ocupan unos 3,5 millones de hectáreas, que suponen respectivamente el 63% de la región atlántica, el 13% de la superficie forestal española y el 7% de la superficie de España.

Los bosques atlánticos son una parte fundamental del paisaje del noroeste de la Península Ibérica, que comparten con otros tipos de ecosistemas como los agroecosistemas, la montaña alpina y los ríos y riberas. Los bosques atlánticos están compuestos por distintos subtipos de ecosistemas forestales, entre los que figuran como más representativos los bosques plano-caducifolios de especies autóctonas; igualmente, hay ecosistemas forestales implantados por el hombre, compuestos fundamentalmente por eucaliptos y pinos, así como ecosistemas de matorral ligados al apro-

bosques atlánticos. Estos bosques representan el ecosistema más característico y con mayor



Provincia	Superficie Región Atlántica	
	ha	%
A Coruña	797914	100
Lugo	873940	88
Ourense	348375	48
Pontevedra	451141	100
Asturias	1060815	100
Cantabria	520340	98
Vizcaya	221466	100
Guipúzcoa	197845	100
Álava	183100	60
Navarra	262898	25
León	469436	30
Palencia	77745	10
Burgos	111624	8
TOTAL	5576638	63

Figura 1. Izquierda arriba, límites de la Región Biogeográfica Atlántica en el SO europeo y la Península Ibérica. Izquierda abajo, Modelo Digital de Elevación para la Región Atlántica española. Derecha, superficie provincial (total y relativa) incluida en la Región Atlántica. Fuente: Adaptado de EEA (2009) y elaboración propia.



Figura 2. En función de la variabilidad ambiental y del manejo del territorio durante siglos de aprovechamiento agrosilvopastoral, los bosques atlánticos pueden aparecer como masas forestales naturales e implantadas, así como áreas arbustivas y/o de matorral. Esta figura contiene ejemplos de las tres grandes categorías de ecosistemas consideradas: ecosistemas forestales de especies arbóreas autóctonas, ecosistemas forestales implantados y áreas dominadas por distintas especies arbustivas y de matorral. *A la izquierda*, bosques caducifolios de haya y abedul en la Cordillera Cantábrica; *en el centro*, ecosistemas forestales dominados por pinos procedentes de repoblación en el occidente de Asturias; *a la derecha*, y área de matorral en la parte asturiana de la Cordillera Cantábrica. Fotografías de José Valentín Rocés, Asunción Cámara y Jesús Valderrábano.

vechamiento agroganadero del medio (Figura 2). En los últimos años su superficie se ha incrementado de forma significativa en respuesta a procesos como el abandono de áreas sometidas a un aprovechamiento ganadero extensivo (que están siendo “recolonizadas” por distintas especies arbustivas y arbóreas autóctonas) y el incremento de las repoblaciones con objetivo productivo, fundamentalmente en las zonas de menor altitud de la Región Atlántica y que presentan una gran productividad forestal.

EL BIENESTAR HUMANO Y LOS SERVICIOS QUE PROVEEN LOS BOSQUES ATLÁNTICOS

Los bosques atlánticos españoles juegan un papel clave para el bienestar de los habitantes (más de seis millones de personas) y visitantes del norte de la Península Ibérica. Una primera cuestión, no obstante, que se ha de tener en cuenta es la importancia relativa de los servicios más característicos de las masas naturales e implantadas que configuran los bosques atlánticos; la Figura 3 presenta una síntesis de las principales diferencias existentes.

Las excepcionales condiciones climáticas de la región biogeográfica en la que se encuentran permiten una elevada productividad, y proporcionan más del 50% de la madera que

se extrae anualmente en España, pese a ocupar solamente el 13% de la superficie forestal española. Además, el aprovechamiento de madera para aserrado o la pasta para papel, tienen gran relevancia en la economía del medio rural de muchas zonas de dicho territorio.

Las excepcionales condiciones climáticas de la región biogeográfica en la que se encuentran los bosques atlánticos permiten una elevada productividad, y proporcionan más del 50% de la madera que se extrae anualmente en España, pese a ocupar solamente el 13% de la superficie forestal española. Además, el aprovechamiento de madera para aserrado o la pasta para papel, tienen gran relevancia en la economía del medio rural de muchas zonas de dicho territorio

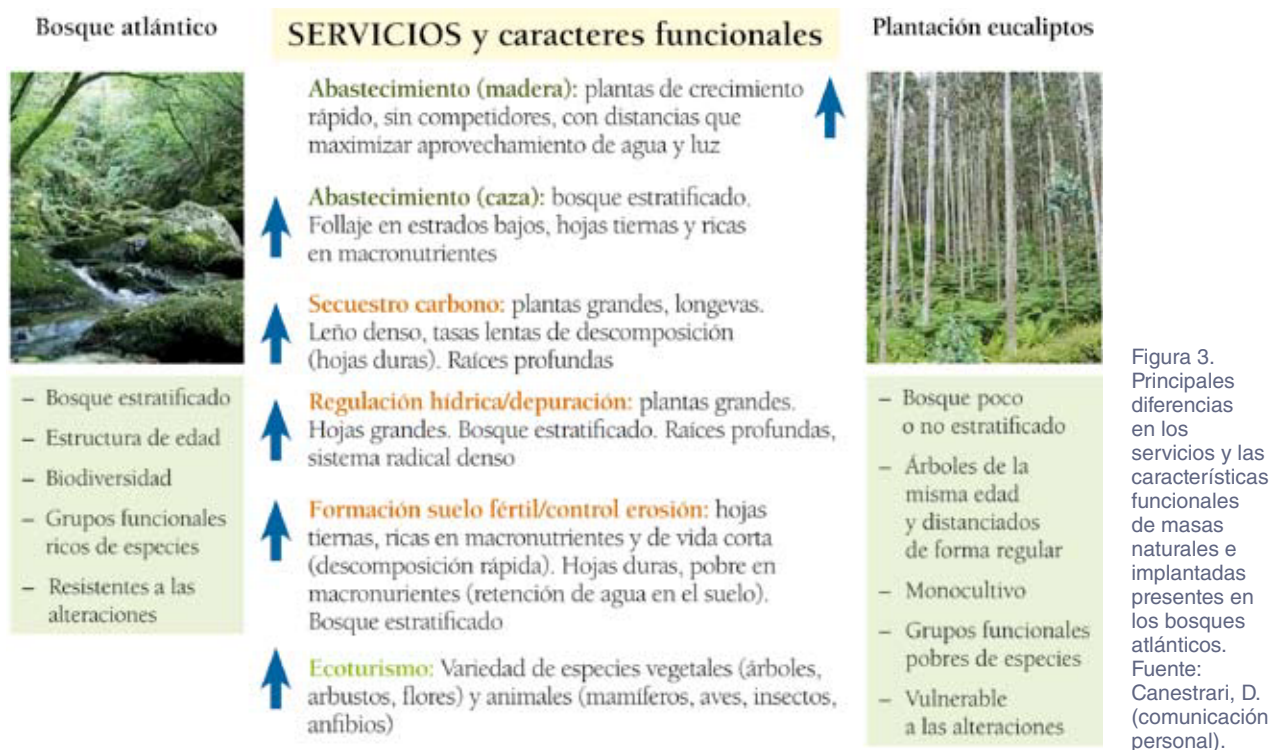


Figura 3. Principales diferencias en los servicios y las características funcionales de masas naturales e implantadas presentes en los bosques atlánticos. Fuente: Canestrari, D. (comunicación personal).

Igualmente, las políticas energéticas actuales favorecen la energía procedente de fuentes renovables, lo que resulta un aspecto clave en el contexto de las regiones del norte peninsular. En los últimos tiempos se han incrementado sustancialmente los aprovechamientos energéticos, tanto de biomasa forestal (residual y de cultivos forestales energéticos) como eólicos; estos últimos se han asentado en su práctica totalidad en el noroeste ibérico sobre este tipo de ecosistemas, favorecidos por las condiciones geográficas dominantes.

Otro bien de gran relevancia para la sociedad directamente relacionado con los servicios de los bosques atlánticos es el agua: a pesar de proceder directamente de otro tipo de ecosistemas como son los Ríos y Riberas, su cantidad y calidad depende en gran medida de la función reguladora del ciclo hidrológico que cumplen estos bosques.

Hay que destacar igualmente el servicio de reserva genética que realizan los bosques atlánticos, ya que preservan un gran número de recursos forestales, agrícolas y ganaderos,

así como poblaciones de especies silvestres amenazadas, lo que justifica que sean una de las áreas con mayor relevancia para la conservación de la diversidad biológica de toda la geografía española. La principal razón que explica este importante papel es la variedad de ambientes presentes en este territorio (orografía, sustratos litológicos, influencia antrópica, etc.). Adicionalmente, existe un buen número de razas locales de ganado de elevada productividad e interés agrario, que también están relacionadas con los servicios de alimentación que proceden de esta área geográfica y están adaptadas a sus condiciones, y a las que se debe unir un importante aprovechamiento cinegético.

Asimismo, quizás el papel más relevante que juegan los bosques atlánticos está relacionado con los servicios de regulación. Pese a la accidentada orografía de esta área y al hecho de que el noroeste peninsular es una de las zonas de toda Europa con mayor afección de incendios forestales, los bosques atlánticos actúan como un agente protector del sustrato frente a la erosión, lo que explica que los niveles de esta sean

Hay que destacar igualmente el servicio de reserva genética que realizan los bosques atlánticos, ya que preservan un gran número de recursos forestales, agrícolas y ganaderos, así como poblaciones de especies silvestres amenazadas, lo que justifica que sean una de las áreas con mayor relevancia para la conservación de la diversidad biológica de toda la geografía española

más bajos que en el resto de la Península Ibérica. Además, son un tipo de ecosistema capaz de recuperarse con cierta rapidez tras este tipo de perturbaciones.

Otro servicio prestado es el de regulación climática, tanto a escala local como global, al constituir sistemas que almacenan cantidades significativas de carbono; en el contexto actual de cambio climático, este servicio cobra una especial relevancia social. En los últimos años se ha producido un incremento del carbono almacenado en estos ecosistemas que está fundamentalmente vinculado al aumento de superficie forestal existente y al incremento de la complejidad estructural de la mayor parte de las masas naturales.

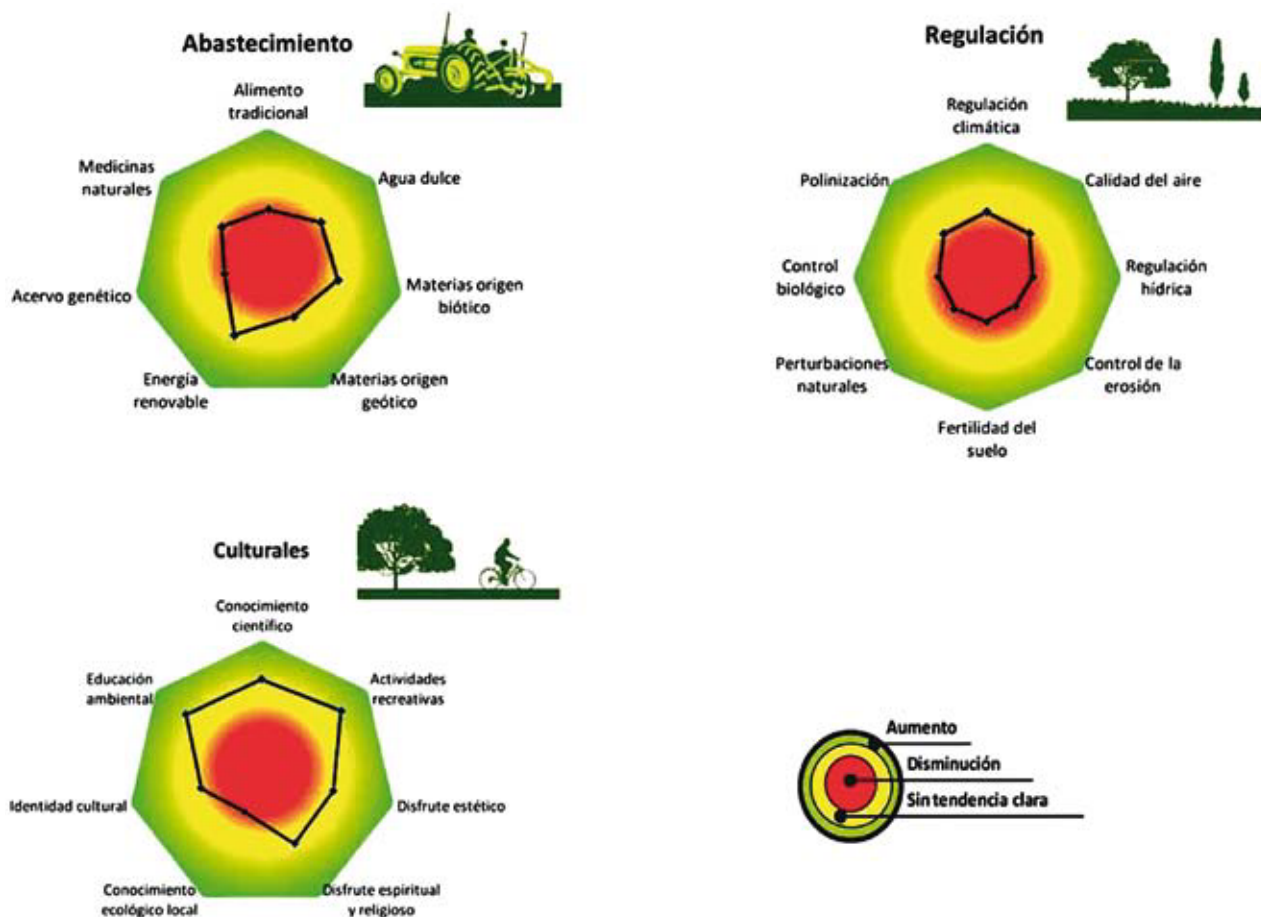
Por último, es necesario decir que el medio rural de esta área geográfica y los bosques atlánticos están ineludiblemente ligados, ya que han avanzado juntos a lo largo de miles de años, configurando un paisaje de gran valor estético derivado fundamentalmente del aprovechamiento agrosilvopastoral tradicional del medio. Gracias a ello, los bosques atlánticos proporcionan a la sociedad urbana y rural múltiples servicios de tipo cultural que son indispensables actualmente para el desarrollo endógeno de los

economías locales: permiten la realización de actividades recreativas en su entorno, así como otras que tienen una base tradicional y espiritual, y constituyen el marco fundamental para la educación ambiental y la investigación científica.

TENDENCIAS Y CAMBIOS EN LOS SERVICIOS PRESTADOS POR LOS BOSQUES ATLÁNTICOS. MENSAJES CLAVE

La mitad de los 22 servicios evaluados para los bosques atlánticos están experimentando una tendencia positiva, mientras que la otra mitad sigue una tendencia aparentemente negativa (5 de ellos) o mixta (6 de ellos, en unas ocasiones favorable y, en otras, desfavorable) (Figura 4). En general, entre aquellos con tendencia positiva hay que citar la provisión de tejidos, fibras y otros materiales de origen biótico (fundamentalmente madera y pasta de papel), de agua y de energía, múltiples servicios de regulación (climática, morfo-sedimentaria, etc.) y otros de tipo cultural, como las actividades recreativas o la educación ambiental. Entre aquellos con tendencia negativa y que tienen además consecuencias socioeconómicas vinculadas a la gestión del territorio, hay que destacar el abastecimiento de productos alimenticios, la identidad cultural o la provisión de paisaje, todos ellos motivados esencialmente por la misma causa: el progresivo despoblamiento y envejecimiento del medio rural y el carácter cada vez más urbano de nuestra sociedad.

En los próximos años se prevé que se mantenga la tendencia de incremento de la superficie forestal arbolada correspondiente a los bosques atlánticos. Siempre que este proceso se produzca bajo una gestión adecuada de los servicios proporcionados por los bosques atlánticos y que estos se encuentren en un estado de conservación favorable, existirá un gran potencial para mantener e, incluso, aumentar el capital natural asociado a ellos.



En las últimas décadas, los profundos cambios sociales acontecidos han provocado una disminución significativa del aprovechamiento tradicional agroganadero del medio rural donde se desarrollan los bosques atlánticos. En este sentido, la PAC ha sido el impulsor más importante de los cambios acontecidos en los usos del suelo, aunque a su vez no ha sido capaz de revertir o detener el proceso de abandono rural. El abandono de áreas rurales que persiste en la actualidad seguirá teniendo una gran influencia a corto y medio plazo sobre los bosques atlánticos y los servicios que generan e, incluso, algunos de estos servicios dejarán de ser percibidos por la sociedad. Debido a estos mismos cambios socioeconómicos, algunos otros servicios culturales derivados de los bosques atlánticos están sufriendo una tendencia negativa. Uno de los más relevantes es el asociado al valor estético del paisaje característico de es-

tas zonas, que está siendo modificado por el abandono de las actividades agrarias, lo que supone en muchos casos una merma en la diversidad de elementos así como una menor presencia de elementos culturales en el ecosistema. Dichos procesos también influyen negativamente en otros servicios, como el conocimiento ecológico tradicional o la identidad cultural, cuya merma parece corresponderse con la disminución generalizada de habitantes del medio rural existente en la Región Atlántica española.

Otros servicios culturales han visto sin embargo incrementada su importancia en los últimos años significativamente, como los vinculados al desarrollo de actividades recreativas y de disfrute espiritual vinculadas al mundo rural (turismo rural, ecoturismo o el turismo de naturaleza) y al conocimiento y disfrute de los espacios naturales protegidos.

Figura 4. Tendencia general experimentada por los servicios ambientales prestados por los bosques atlánticos. Fuente: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (2011)

Los cambios de usos del suelo se han identificado como el principal impulsor directo de cambio en los bosques atlánticos. A diferencia de otros ecosistemas españoles, no parece que las superficies artificiales estén sustituyendo a ecosistemas forestales de forma significativa, sino que fundamentalmente se detecta el abandono de superficies destinadas a usos agrarios y su transformación en ecosistemas forestales. En algunos casos, a través de la sucesión ecológica, con una progresiva aparición de especies arbustivas y arbóreas autóctonas; en otros casos, aparecen ecosistemas forestales implantados por el ser humano (sobre todo eucaliptos, como *E. globulus* y *E. nitens*, y pinos, como *P. pinaster* y *P. radiata*) que tienen objetivos productivos y que están basados en especies alóctonas. Los cambios de usos del suelo que han acontecido en las últimas décadas representan el factor con mayor influencia en la configuración y en el funcionamiento de estos ecosistemas, y en la transformación del paisaje rural, tal y como se ilustra en la Figura 5.

Igualmente, hay que citar otros impulsores también importantes, como el cambio climático, ya que a medio plazo puede resultar un factor condicionante para algunas de las especies con mayor presencia en la Región Atlántica. Teniendo en cuenta que las proyecciones desarrolladas a escala europea para las últimas décadas del siglo XXI, que indican que la Cornisa Cantábrica puede sufrir una reducción de las precipitaciones anuales, y en especial estivales, junto con un calentamiento progresivo a lo largo de este siglo, parece que algunas de las especies arbóreas más características de los mismos pueden ver reducido su nicho ecológico en la Región Atlántica en el futuro; con ello, podrá variar la composición, estructura y funcionamiento de este tipo de ecosistemas (JRC, 2011), especialmente en el caso de especies como el haya y el roble, que se encuentran en el límite meridional de su distribución y cuya presencia en el ámbito de la Región Mediterránea es muy reducido.

Respecto al resto de los impulsores directos, se puede considerar que la afeción de los bos-

ques Atlánticos por la contaminación ha ido incrementándose en las últimas décadas del siglo XX y se ha estabilizado en la primera parte del siglo XXI. Las especies exóticas invasoras se han erigido en los últimos tiempos como uno de los principales problemas en relación con las estrategias de conservación de la diversidad biológica. Entre las especies vegetales consideradas como invasoras por Sanz Elorza *et al.* (2004) cabe destacar al eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*), que ocupa más de 400 000 hectáreas en la Región Atlántica. Otras especies como las acacias tienen mayor capacidad invasiva, aunque ocupan superficies muy inferiores a las del eucalipto.

En relación a los cambios en los ciclos biogeoquímicos que se están produciendo en los bosques atlánticos, estos se relacionan fundamentalmente con dos procesos que tienen lugar en los mismos. El primero es la gestión más intensiva de masas forestales de especies productivas (fundamentalmente *Eucalyptus globulus*, y también *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*), que supone en muchos casos una mayor extracción de nutrientes, como consecuencia de su aprovechamiento y, más recientemente, para la obtención de biomasa residual para abastecimiento energético; este proceso, que se produce al mismo tiempo que una menor gestión de masas de especies autóctonas (*Castanea sativa*, *Quercus* sp. o *Fagus sylvatica*), puede conducir a una reducción de los nutrientes si los aprovechamientos no se gestionan bajo criterios de sostenibilidad ambiental y no se incorporan adecuadamente los condicionantes ecológicos dentro de los proyectos de ordenación forestal (Olabe, 2007). El segundo de estos procesos se refiere a los incendios forestales, cuyo régimen parece estar variando en los últimos tiempos (Valladares *et al.*, 2005).

Como reflexión final hay que decir que entre las medidas que se están tomando para mantener los bosques atlánticos y los servicios que proporcionan a la sociedad destacan distintas estrategias que buscan el desarrollo económico sostenible de áreas rurales, diversificando las

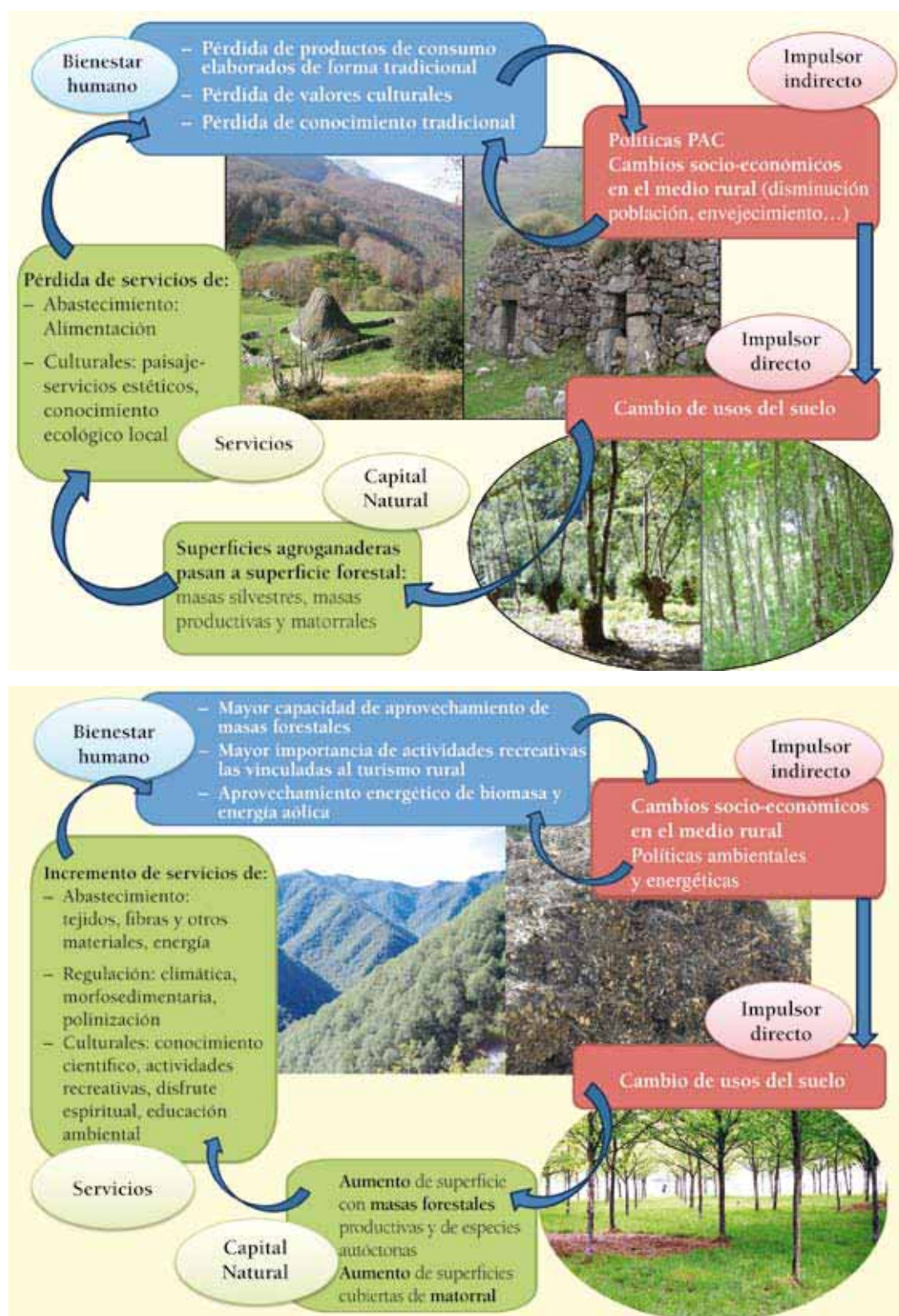


Figura 5. Esquemas de la influencia de los cambios de usos del suelo en el medio rural, y de cómo pueden implicar pérdidas (*ilustración superior*) y mejoras (*ilustración inferior*) del capital natural y de los servicios que repercuten en el bienestar humano.

Fuente: Elaboración propia a partir del marco metodológico empleado para el desarrollo de los indicadores del proyecto EME. Fotografías de María Cano, Pedro Álvarez y Laura García.

Entre las medidas que se están tomando para mantener los bosques atlánticos y los servicios que proporcionan a la sociedad destacan distintas estrategias que buscan el desarrollo económico sostenible de áreas rurales, diversificando las actividades que tienen lugar en estas, como el establecimiento de la certificación forestal, las denominaciones de origen protegidas y las producciones ecológicas. A ello se añade la importante superficie incluida dentro de diferentes figuras de protección ambiental a lo largo de la Cornisa Cantábrica

actividades que tienen lugar en estas, como el establecimiento de la certificación forestal, las denominaciones de origen protegidas y las producciones ecológicas. A ello se añade la importante superficie incluida dentro de diferentes figuras de protección ambiental a lo largo de la Cornisa Cantábrica.

Particularmente, en el futuro será imprescindible desarrollar más intensamente políticas capaces de reforzar las funciones y servicios prestados por determinadas superficies forestales que conforman los bosques atlánticos, como por ejemplo los montes comunales. A la vez será necesario lograr que las políticas susceptibles de incidir sobre estos ecosistemas refuercen su carácter integral, teniendo en cuenta todas las escalas de usuarios a las que los bosques atlánticos suministran simultáneamente sus servicios y su trascendencia

para el bienestar de la sociedad en su conjunto. ❀

REFERENCIAS

- Álvarez García, M. A.; Rocés Díaz, J. V.; García de la Fuente, L.; Colina Vuelta, A.; Álvarez Álvarez, P. y García Rubio, U. (2011). "Bosques atlánticos". En *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados* (pp. 240-243). Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Costanza, R.; d'Arge, R.; de Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R. V.; Paruelo, J.; Raskin, R.G.; Sutton, P. y Van den Velt, M. (1997). "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature*, 387(15), 253-260.
- De Groot, R. S.; Wilson, M.A. y Boumans, R. M. J. (2002). "A typology for the classification, description and valuation of ecosystems functions, goods and services". *Ecological Economics*, 41: 393-408.
- European Environment Agency, EEA (2009). *Europe's environment: the third assessment. Environmental assessment report No 10*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (2011): *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados*. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Joint Research Center (2011). *Species Habitat Suitability*. European Forest Data Center, JRC. Agencia Europea de Medio Ambiente, EEA. <http://efdac.jrc.ec.europa.eu/index.php/climate>.
- Olabe Velasco, F. (2007): "Aprovechamiento de la biomasa forestal en Navarra". Ponencia presentada en las jornadas del Proyecto BIO-SOUTH. *Análisis tecno-económico de la producción y uso de los biocombustibles para aplicaciones de calor y frío en el Sur de Europa*, Pamplona 24-25 de Enero. www.bio-south-com.
- Pereira, H. M.; Domingos, T. y Vicente, L. (Ed.) (2004). *Portugal Millennium Ecosystem Assessment: State of the Assessment Report*. Centro de Biología Ambiental, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Sanz Elorza, M.; Dana Sánchez, E. D. y Sobrino Vesperinas, E. (Eds.) (2004). *Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España*. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid, 384 pp. www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/atlas_aloctonas/index.htm.
- Shvidenko, A.; Barber, C.V.; Persson, R.; Gonzalez, P.; Hassan, R.; Lakyda, P.; McCallum, I.; Nilsson, S.; Pulhin, J.; Van Rosenberg, B. y B. Scholes. (2005). "Forest and Woodland Systems". In *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends* (pp. 585-621). Island Press, Washington, DC.
- Valladares, F.; Peñuelas, J. y Calabuig, E. (2005). "Ecosistemas terrestres". En Moreno, J. M. (Ed). *Evaluación de los impactos del cambio climático en España* (pp. 65-122). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Watson, R. and Albon, S. (2010). *UK National Ecosystem Assessment: Draft Synthesis of Current Status and Recent Trends*. UK National Ecosystem Assessment, 20 pp.

La madera cuida del medio ambiente



**La madera es una materia prima limpia,
ecológica y 100% reciclable**

Bosque y matorral esclerófilo mediterráneo

Francisco Díaz Pineda y Belén Acosta Gallo

Universidad Complutense de Madrid

La Cuenca Mediterránea tiene un clima peculiar que toma el nombre de este territorio. En invierno hace un frío no muy intenso, llueve en ese tiempo, en otoño y en primavera, con gran variación entre unos años y otros, y el verano es siempre muy cálido y muy seco. Esto ocurre en superficies relativamente pequeñas del planeta. Así, junto a la Cuenca Mediterránea, una parte de California, centro de Chile y sur de África y de Australia tienen “clima mediterráneo”.

Gran parte del territorio español se caracteriza por este clima y entre sus condicionantes ecológicos sin duda deben destacarse los que impone la sequía estival. Digamos que esta sequía exige mecanismos de adaptación biológica muy característicos. Los de las plantas son variados y cabe considerar que la gran mayoría de sus especies herbáceas mueren en verano, y queda su descendencia latente en el suelo como un banco de semillas y propágulos. Casi todas las leñosas mantienen sus hojas a lo largo del año y resisten la sequía a base de cerrar sus estomas y transpirar poco. Las especies animales no parecen muy exclusivas de este clima, sobre todo las más conocidas, y la mayoría de éstas tiene que emigrar en verano. De alguna forma, el final de la sequía estival es lo que supone en el Mediterráneo el reinicio de la vida cada año, el regreso de los viajeros y la reorganización de las comunidades biológicas.

Los fenómenos físicos y procesos biológicos interrelacionados que ocurren bajo este clima constituyen los *ecosistemas mediterráneos*, que ofrecen la imagen de unos paisajes dinámicos, con una gran variación local y regional¹. Los límites espaciales de estos paisajes, como los de los ecosistemas, no son fáciles de establecer, aunque algunos naturalistas y geógrafos se aventuren a elaborar mapas que, por otra parte, resultan muy útiles^{2, 3}. Ocurre además que en el Mediterráneo una cultura milenaria ha venido sumando a estos fenómenos naturales otros procesos antropogénicos muy relevantes, de manera que los ecosistemas funcionan muy condicionados por estos^{4, 5}. El territorio ofrece, pues, paisajes claramente culturales, con usos múltiples basados en actividades cinegéticas practicadas desde la Prehistoria, así como en explotaciones mineras y agrarias también muy antiguas.

¹ González-Bernáldez, F. 1981. *Ecología y paisaje*. Blume, Madrid.

² Gómez Orea, D., Díaz Pineda, F. et al. 1975. *Plan Especial de la Protección del Medio Físico de la Provincia de Madrid*. ICONA & COPLACO. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid.

³ Mata Olmo, R. & Sanz Herráiz, C. (dirs.). 2003. *Atlas de los paisajes de España*. Ministerio de medio Ambiente, Madrid.

⁴ Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (eds.). 2003. *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

⁵ González-Bernáldez, F. 1991. Diversidad biológica, gestión de ecosistemas y nuevas políticas agrarias. En: Pineda, F.D., Casado, M.A., de Miguel, J.M. & Montalvo, J. (eds.): *Diversidad Biológica. Biological Diversity*. WWF-Fundación Areces, Madrid. SCOPE, París: 23-32.



Figura 1. Paisajes correspondientes al tipo de ecosistema “bosque y matorral esclerófilo mediterráneo” a) Alcornocal (bosque abierto con pastizal anual, gestionado como productor de corcho y carne animal –cerdo, oveja, vaca–). b) Bosque y matorral en laderas calizas empinadas junto a otras más suaves cultivadas con árboles frutales. c) Sistema de ladera en sustratos silíceos con bosque denso en las lomas y pastizal de aspecto sabanoide (dehesa) en relieves más suaves. d) Matorral esclerófilo de costa mediterránea. e) Detalle estival del pasto anual en un lugar no pastado (muy pocas especies permanecen verdes, salvo en sitios donde rezuma agua). Las imágenes focalizan tipos concretos de vegetación, pero el paisaje habitual es un mosaico de estos tipos. En realidad son “jardines” gestionados desde hace milenios.

MONTE MEDITERRÁNEO

En la reciente evaluación de los ecosistemas del milenio desarrollada en España⁶, los territorios con “bosques y matorrales esclerófilos”⁷ destacan por mantener en la actualidad los paisajes de aspecto probablemente más silvestre de la Cuenca Mediterránea. No obstante, como se ha dicho, los ecosistemas funcionan históricamente muy condicionados por la cultura rural. La Península Ibérica es un territorio de encinas y jaras. El “monte mediterráneo”⁸, del que forman parte aquellos bosques y matorrales, ocupa en esta península territorios que, resumidamente, varían desde ambientes térmicos-secos (con alcornoques y pinos de halepo en ambientes más

silíceos y con cebuches en ambientes más basófilos) a térmicos-húmedos (con algarrobos y, según los casos, acebuches y alcornoques). Los bosques de encina y los de pino piñonero, estos históricamente muy intervenidos dado su rápido crecimiento, ocupan situaciones intermedias entre estos dos extremos, y son a la vez los más extendidos. Se trata de un conjunto de territorios “marginales” destacables por la citada sequía estacional y una notable pobreza en sus suelos.

Los componentes litológicos del paisaje no han sido alterados por actividades culturales. Casi ocurre lo mismo con los componentes geomorfológicos. Sin embargo, junto a las comunidades biológicas silvestres, los usos agrarios y las razas, variedades y formas de plantas y animales domésticos asociados a ellos, son claramente culturales⁹. Al monte se le reconoce un alto valor ecológico y potencial socioeconómico, sobre todo por constituir un formidable reservorio genético, cultural, agrario y educativo (Figura 1).

⁶ Montes, C., Santos, F., Aguado, M., Martín López, B., González, J.A., Benayas, J., Piñeiro, C., Gomez Sal, A., Carpintero, O. & Diaz Pineda, F. 2011. *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España*. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.

⁷ De hoja dura.

⁸ Humbert, A. 1980. *Le “monte” dans les chaines subbétiques centrales (Espagne du sud)*. Publications du Département de Géographie de l’Université de Paris-Sorbonne, vol. 10.

⁹ González-Bernaldez, 1991. *Op cit.*

Los territorios con mejor representación del monte leñoso con bosque y matorral esclerófilo, son aquellos en los que esta vegetación mantiene una buena conexión con los pastizales herbáceos anuales, con los que limitan. Los límites son fronteras bastante netas formando

en conjunto una especie de mosaico. Estos pastizales suelen ser “dehesas” (Cuadro 1). El monte ocuparía unos 25 millones de ha (unos 10 de bosque, 8 de monte leñoso y casi otro tanto de monte abierto con pastizales), es decir, alrededor de la mitad de la superficie del país.

Cuadro 1. La dehesa



La dehesa supone una “oferta” excepcional de paisaje cultural tradicional dedicado a una actividad básicamente silvo-pastoral, aunque también puede ser cinegética. Foto: Carlos Valdecantos. CENEAM. MAGRAMA.

Los sistemas adeshados son un paradigma de la conservación de la naturaleza en Europa, sobre todo considerando que ocupan comarcas denominadas “marginales”, en términos de productividad agraria. Se trata de grandes espacios dedicados a pastos con árboles dispersos que le dan un aspecto de sabana. Ocupan principalmente relieves alomados de sustratos silíceos pobres, sobre todo en fósforo, sobre una extensión algo superior a 2 millones de ha en el centro y oeste de la Península Ibérica. Hoy se conocen como *dehesas* (*montados* en Portugal). En el pasado el término *dehesa*, como el de *oquedal* (hoy equivalente al de “monte hueco” en algunas regiones), parece que se aplicaba también al bosque cerrado*, y se usa hoy este nombre asimismo para zonas abiertas de pastizal sin arbolado alguno.

Se trata de un paisaje cultural en el que ya no existe la mayor parte de la masa vegetal leñosa que debió encontrarse en la selva original. Esa

biomasa, poco productiva, la sustituye ahora un tapiz herbáceo anual (de plantas “terófitas”) mucho más productivo, siempre que el ganado lo coma, aunque sin apenas biomasa.

No está del todo claro el origen atribuido a la dehesa. Para algunos autores es muy antigua y, para otros, es relativamente reciente. En la alta Edad Media pudo tener un desarrollo notable y quizá su apogeo, cuando también lo alcanzó la trashumancia –el trasiego estacional del ganado en dirección latitudinal y altitudinal, esencialmente huyendo de la sequía estival–, aunque la dehesa no es un sistema de uso por ganado trashumante, sino de control preciso de la escasa carga ganadera que puede mantener.

La dehesa sorprende por la forma inteligente de su gestión a lo largo de la historia. Entre otras cosas, supone una “oferta” excepcional de paisaje cultural tradicional dedicado a una actividad básicamente silvo-pastoral, aunque también puede ser cinegética. En la dehesa puede destacarse el suministro de “servicios” de abastecimiento ligados a la alimentación (uno de sus productos, el jamón de bellota ibérico, se considera una de las joyas más valiosas de la gastronomía española) y a la reserva genética silvestre y doméstica. La dehesa también ofrece servicios de regulación climática e hídrica y servicios culturales relevantes.

Conectada con el monte leñoso, la dehesa mantiene una elevada diversidad biológica. Los conservacionistas reconocen una gran importancia en esto, aunque generalmente se refieren a la riqueza biológica (la biodiversidad) y, más comúnmente, a la presencia de especies raras, emblemáticas, de cierto tamaño y apariencia, dependientes de trasiegos entre aquel monte y el pastizal y consideradas amenazadas. Aunque la dehesa contiene estas especies, es en el pasto herbáceo donde hay una riqueza vegetal considerable –unas quinientas especies de terófitos son frecuentes aquí– y una diversidad que casi llega a alcanzar seis *bits*** con una carga adecuada de herbívoros. Esta diversidad supone la oferta de un extraordinario menú para estos.

* Martín Vicente, A. y Fernández Alés, R. 2006. “Long term persistence of dehesas. Evidences from history”. *Agroforestry Systems* 67:19-28.

** Un valor de diversidad que representa una comunidad con sesenta y cuatro especies, cada una de las cuales tuviera exactamente el mismo número de individuos.

La conexión monte leñoso-pastizal es un proceso esencial en el funcionamiento del monte. De ello depende gran parte de su producción animal y de sus ciclos hídricos y biogeoquímicos, la función que estos sitios desempeñan para la sociedad humana y los “servicios” que, en consecuencia, ofrecen. En el monte leñoso crían especies emblemáticas de vertebrados, muchas de las cuales han de alimentarse en los más productivos pastizales vecinos. En el conjunto hay una alta riqueza biológica y una casi desconocida, pero elevadísima, diversidad de plantas herbáceas que, además, permiten una producción de carne de calidad excepcional.

SERVICIOS RECONOCIDOS EN EL ECOSISTEMA

En la citada evaluación de ecosistemas, la correspondiente a este monte¹⁰ destaca como servicios más importantes para la sociedad humana los debidos a las funciones del suelo, la biodiversidad y el paisaje montaraz que resulta de este ecosistema.

a) **Suelo.** Hay factores ecológicos claves para los servicios de regulación del monte que encuentran su explicación en los suelos de estos ambientes. Los bosques y matorrales tienden a ocupar cabeceras de cuenca, páramos, lomas y zonas altas de ladera, de manera que el flujo hídrico superficial y subterráneo y la productividad de los ambientes “vecinos” dependen en gran medida del mantenimiento de este importante hilo conductor del ecosistema.

Las raíces de los árboles, matorrales y herbazales retienen el sustrato y la propia estructura viva, lo que evita la erosión de las laderas y disminuye el riesgo de desertificación siempre

que se conserven en buen estado los horizontes del suelo. El dosel vegetal leñoso actúa de pa-

¹⁰ Acosta, B. y Díaz Pineda, F. 2011. “Estimación del estado de los servicios del tipo operativo de ecosistema ‘Bosque y Matorral Esclerófilo Mediterráneo’”. En C. Montes *et al.* *Op. cit.* [Ecosistemas y biodiversidad para el bienestar humano. Síntesis de resultados. Cap. 5. Fundación Biodiversidad, Madrid: 232-236].

Hay factores ecológicos claves para los servicios de regulación del monte que encuentran su explicación en los suelos de estos ambientes. Los bosques y matorrales tienden a ocupar cabeceras de cuenca, páramos, lomas y zonas altas de ladera, de manera que el flujo hídrico superficial y subterráneo y la productividad de los ambientes “vecinos” dependen en gran medida del mantenimiento de este importante hilo conductor del ecosistema

raguas, y en menor medida el herbáceo y evita el impacto de la lluvia en el suelo. El humus formado a partir de la materia orgánica muerta es una esponja que retiene agua y ralentiza su circulación subsuperficial laderas abajo. La escorrentía se reduce así y se facilita la infiltración, lo que aumenta el agua disponible en el sustrato. El dosel leñoso también disminuye la radiación solar que llega al suelo, lo que favorece la permanencia del agua y de los microorganismos edáficos, reduce el albedo y palia la velocidad y fuerza del viento en el monte. En las condiciones ambientales referidas –un sistema estacionalmente estresado por la sequía– importa mucho el papel de estos fenómenos en la economía hídrica, por prolongar el tiempo entre las “entradas” y las “salidas” de agua. Las entradas se producen por precipitación e interceptación de nieblas por hojas y ramas (“lluvia horizontal”), y las salidas por evapotranspiración a lo largo del continuo “vapor-agua-suelo-planta-aire”. El sistema puede almacenar agua en el mantillo y las plantas en cantidad variable, generando escorrentía subsuperficial y recargas hídricas de ambientes vecinos. Esas salidas no deben considerarse, pues, como pérdidas en

sentido estricto, sino como fenómenos claves de la “conectividad ecológica territorial”¹¹, es decir, como una parte importante del funcionamiento de todo el ecosistema.

Aunque la agricultura española ocupa apenas el 7% de la superficie del país, tiene unas necesidades hídricas enormes y supone el mayor gasto de agua por sector de la economía nacional. La industria directamente ligada a la agricultura aporta muy poca inversión económica al valor añadido por uso del agua. Así que, solo en este contexto, y no siendo el único, el servicio de regulación hídrica basado en la intercepción de la lluvia por la vegetación del monte y la infiltración del suelo adquiere una notable importancia en amplios territorios. La protección del suelo por la vegetación del monte es patente en diferentes escalas y la regulación de los flujos hídricos en un ambiente semiárido es un servicio esencial reconocible en este ecosistema. Las circunstancias descritas son también una referencia para entender los servicios de regulación climática local (mesoclimática) basada en el proceso descrito.

El suelo también importa en la retención de carbono de origen atmosférico. Un monte joven, en crecimiento, funciona con captación fotosintética neta de carbono atmosférico. En el bosque ya formado esta captación llega a ser parecida a la emisión de CO₂ por respiración de la comunidad, de manera que en la madurez hay poco secuestro neto de carbono y muy baja producción de oxígeno. En cualquier caso, todo el carbono acumulado en las estructuras de soporte y transporte, como la madera, así como el humus y la materia orgánica del suelo, permanece retenido a lo largo del tiempo sin emisión a la atmósfera. El bosque maduro es, pues, un reservorio, pero no un sumidero de carbono. Los pastos anuales que forman parte del monte sí pueden constituir buenos sumideros de este elemento en

formas recalcitrantes de la materia orgánica edáfica^{12, 13}.

Las interacciones comentadas permiten reconocer los servicios de protección del suelo del monte mediterráneo, así como el interés de ello en la economía del agua, aminoración del estrés hídrico estacional y reducción de la acción erosiva de las tormentas. Igualmente, permite valorar el coste ambiental que supone la erosión.

b) **Biodiversidad.** El monte es el hábitat de numerosas especies vegetales y animales emblemáticas. El funcionamiento de los ecosistemas guarda relación con los valores que alcanza su diversidad biológica. Según el número de especies pueden mantenerse complejas formas de funcionalidad en las comunidades biológicas, dentro de ciertos umbrales¹⁴⁻¹⁷. Esto estabiliza el sistema a largo plazo de distintas formas (“resiliencia”, diferentes efectos *buffer*) frente a perturbaciones que sean poco frecuentes o intensas. La biodiversidad es en sí misma una reserva genética de especies y un servicio cultural no sólo recreativo o turístico. La destrucción de hábitats supone roturas de procesos importantes que soportan la vida organizada en comunidades¹⁸.

Los pastos anuales del monte tienen una diversidad vegetal extraordinaria. Su consumo por herbívoros silvestres y domésticos no debe

¹¹ Díaz Pineda, F., Schmitz, M. F., De Aranzabal, I., Hernández, S. y Bautista, C. 2010. *Conectividad ecológica territorial. Estudio de casos de conectividad ecológica y socioecológica*. OAPN, Serie técnica. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

¹² Persiani, A. M., Maggi, O., Montalvo, J., Casado, M. A. y Pineda, F. D. 2008. “Mediterranean grassland soil fungi: patterns of biodiversity, functional redundancy and soil carbon storage”. *Plant Biosystems* 142: 111-119.

¹³ Acosta y Díaz Pineda, 2011. *Op cit.*

¹⁴ Davis, G. W. y Richardson, D. M. (Eds.) 1995. “Mediterranean-Type Ecosystems. The function of Biodiversity”. *Ecological Studies* 109. Springer-Verlag.

¹⁵ Tilman, D., Reich, P. B., Knops, J. M. H., Wedin, D., Mielke, T. y Lehmanh, C. 2001. “Diversity and productivity in a long-term grassland experiment”. *Science* 294: 843-845.

¹⁶ Pineda, F. D., De Miguel, J. M., Casado, M. A. y Montalvo, J. 2002. “Claves para comprender la ‘diversidad biológica’ y conservar la ‘biodiversidad’”. En F. D. Pineda, J. M. de Miguel, M. A. Casado y J. Montalvo (eds.). *La Diversidad Biológica de España*. Pentice Hall, Madrid: 7-30.

¹⁷ Valladares, F. (ed.). 2004. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. OAPN, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

¹⁸ Bascompte, J. y Jordano, P. 2008. “Redes mutualistas de especies”. *Inv. y Ciencia* 208: 50-59.

considerarse una forma de “perturbación del ecosistema”, aun en su acepción teórica más restrictiva. Este consumo, estabilizado en el tiempo, genera un césped seminatural de excelente calidad nutritiva, adaptado al corte continuado del diente de estos animales, de lo que resultan comunidades vegetales herbáceas (“majadales”) que alcanzan valores récords de diversidad biológica. La retirada de estos herbívoros (algo asociado al abandono rural que referiremos luego) dista mucho de ser algo bueno desde ninguna perspectiva sensata. Esta retirada supone un descenso brusco de diversidad, la aparición de plantas menos palatables y la “matorralización” de comarcas enteras como vía natural de recuperación del bosque. Ni el matorral ni el bosque llegan, si embargo, a alcanzar aquellos valores tan elevados de diversidad vegetal¹⁹⁻²¹.

Las circunstancias comentadas sirven para apoyar los servicios de mantenimiento de hábitats y protección de la biodiversidad del ecosistema considerado.

c) **Paisaje.** La naturaleza y el marco histórico-cultural del monte mediterráneo ofrecen imágenes que hoy adquieren mucha relevancia en una sociedad exigente en posibilidades de recreo, turismo y educación ambiental. La poco competitiva capacidad productiva agrícola de estos territorios, en comparación con otros lugares específicamente agrícolas intensivos, tiene como contrapartida, sin desdeñar su gran interés ganadero y cinegético, una valiosa oferta paisajística en “la naturaleza” (persistencia de paisajes de aspecto silvestre y alta biodiversidad), “la tradición” (mantenimiento generacional de formas sostenibles

de explotación y disfrute material y espiritual de recursos) y “la huella de la cultura rural” en el paisaje (aprovechamiento paradigmático de áreas consideradas marginales, pero muy valiosas, entre otras cosas, como cinegéticas y productoras de fibras y alimentos de muy alta calidad).

La poco desarrollada economía de servicios en los territorios con bosque y matorral mediterráneos y los sistemas de pastizal asociados, se ve favorecida por un turismo cultural cada vez más interesado en la naturaleza y el campo. El interés puede ser meramente contemplativo o también de recreo y práctica de actividades al aire libre. Muchos de estos espacios están atravesados por vías pecuarias ancestrales o antiguas vías ferroviarias abandonadas. Estas estructuras han perdido hoy su uso tradicional y funcionalidad, pero son excelentes “vías verdes” para el excursionismo, la educación y el turismo cultural con una oferta de paisajes de excepcional apariencia y estacionalidad. Además, la caza y la pesca desempeñan un papel importante como actividades recreativas y generan beneficios directos en las propias comarcas que pueden desarrollarse más. Los servicios de recreo al aire libre y disfrute cultural del mundo rural se justifican, pues, muy bien en el monte. En este ambiente es patente la sensación de bienestar general. El carácter del paseo en estos sitios con vegetación leñosa y con pastizales tiene un atractivo formidable (estacionalidad, olores, colores, fauna, flora, ganadería nativa, cultura rural). Sin estar aún bien establecidos los criterios de valoración de este paisaje como indicador de tasación, el precio de las viviendas aumenta en los periodos “normales” de la economía si están localizadas en estos parajes y disponen de infraestructuras. El monte tiene un significado especial para determinados grupos de personas. Puede contener valores religiosos, espirituales, tradicionales, ser fuente de oficios, traducirse en oportunidades de desarrollo cognitivo y ascético. Estas circunstancias justifican la potencialidad de los servicios de mejora de la calidad de vida que aporta el paisaje del monte mediterráneo.

¹⁹ Pineda, F. D., De Nicolás, J. P., Ruiz, M., Peco, B. y Bernáldez, F. G. 1981. “Succession, diversité et amplitude de niche dans les pâturages du centre de la Peninsule Iberique”. *Vegetatio* 136: 47: 267-277.

²⁰ Pineda, F. D. y Montalvo, J. 1995. “Dehesa systems in the western Mediterranean”. En P. Halladay y Gilmour, D. A. (eds.). *Conserving biodiversity outside protected areas. The role of traditional agro-ecosystems*. IUCN, Gland: 107-122.

²¹ Casado, M. A., Castro, I., Ramírez-Sanz, L., Costa Tenorio, M., De Miguel, J. M. y Pineda, F. D. 2004. “Herbaceous plant richness and vegetation cover in Mediterranean grasslands and shrublands”. *Plant Ecology* 170: 83-91.

La poco desarrollada economía de servicios en los territorios con bosque y matorral mediterráneos y los sistemas de pastizal asociados, se ve favorecida por un turismo cultural cada vez más interesado en la naturaleza y el campo. El interés puede ser meramente contemplativo o también de recreo y práctica de actividades al aire libre. Muchos de estos espacios están atravesados por vías pecuarias ancestrales o antiguas vías ferroviarias abandonadas. Estas estructuras han perdido hoy su uso tradicional y funcionalidad, pero son excelentes “vías verdes” para el excursionismo, la educación y el turismo cultural con una oferta de paisajes de excepcional apariencia y estacionalidad. Además, la caza y la pesca desempeñan un papel importante como actividades recreativas y generan beneficios directos en las propias comarcas que pueden desarrollarse más

TENDENCIAS OBSERVADAS EN LOS SERVICIOS DEL ECOSISTEMA

Hay un valioso “capital natural” derivado del funcionamiento del monte, y se reconoce que en este funcionamiento los usos agrarios tradicionales desempeñan un papel importante.

Se trata de un sistema “socioecológico”²². En consecuencia, los cambios de uso del suelo han supuesto en las últimas décadas alteraciones en los sistemas tradicionales de las comarcas que contienen este capital. Es el caso del desarrollo industrial de la agricultura y de la producción maderera. El abandono rural, por su parte, debe considerarse como un serio coste cualquiera que sea el punto de vista que se adopte. Pueden destacarse varias tendencias de transformación en la historia reciente (últimos cuarenta años) que sirven como indicadores tanto de afección como de aprovechamiento de las potencialidades de los servicios del ecosistema contemplado. Respecto a la afección pueden citarse el “abandono rural” y algunos problemas relativos a la “intensificación agraria”. Sobre el aprovechamiento de potencialidades está la actualidad de una demanda creciente de “turismo cultural”, a la que la Administración sigue todavía prestando poca atención en comparación con la clásica demanda de “sol y playa”.

a) **Abandono rural.** Aunque la erosión esté básicamente condicionada por el clima, el abandono rural afecta también a la estabilidad de ciertos suelos. Se ha estimado una pérdida media de 20 t/ha por año de sustrato en las provincias donde el ecosistema de monte se encuentra bien representado. Esto supone en muchas comarcas una disminución patente del servicio de regulación hídrica antes comentado. El abandono rural lleva asociados incendios que contribuyen a una afección casi irreversible de este servicio. El abandono se aprecia en la última década en el estancamiento porcentual de la población ocupada en sectores directamente relacionados con el monte. Aunque ese estancamiento es comparable al de otros sectores, el número absoluto de trabajadores es muy bajo y su envejecimiento y masculinización son patentes. Los pueblos con menos de 2 000 habitantes han sufrido en la década pasada un descenso superior al 30% y muchos de estos forman parte de comarcas con monte. En algunos te-

²² Berkes *et al.* 2003. *Op. cit.*

Aunque la erosión esté básicamente condicionada por el clima, el abandono rural afecta también a la estabilidad de ciertos suelos. Se ha estimado una pérdida media de 20 t/ha por año de sustrato en las provincias donde el ecosistema de monte se encuentra bien representado. Esto supone en muchas comarcas una disminución patente del servicio de regulación hídrica antes comentado. El abandono rural lleva asociados incendios que contribuyen a una afección casi irreversible de este servicio

En territorios el abandono rural supone pérdida de bancales y cultivos en ladera con una consiguiente erosión de sustratos laboriosamente estabilizados desde muy antiguo. El abandono va ligado paradójicamente a una insistente persistencia del pastoralismo²³ en algunas comarcas, algo muy positivo para la valorización del paisaje, la productividad rural y la conservación de la biodiversidad de estos sistemas rurales.

En cuanto a los incendios, el número de ellos es un mal endémico que no ha remitido en España en las últimas décadas. La superficie de monte regularmente quemada supone una pérdida considerable en torno a las 85 000 ha/año en la última década, un tercio de ellas afectan directamente a este monte (y un 5% de estas corresponde a pastizales, aunque los efectos del fuego son aquí menos importantes). El

fuego es un factor natural en el Mediterráneo, pero la gran mayoría de los incendios son provocados (apenas un 3-5% se deben a rayos). En comparación con los territorios peninsulares septentrionales, el número de incendios que afecta al monte termo y mesomediterráneo, particularmente a vegetación con *Quercus*, es relativamente pequeño²⁴, pero las superficies quemadas son equivalentes y las pérdidas de servicios provocadas por los incendios son importantes.

En relación con la biodiversidad, las “listas rojas” señalan una proporción de vertebrados que, asignada al monte esclerófilo, afectaría en un futuro próximo a un número indeterminado de especies si no se toman medidas de conservación. Importa que estas medidas se basen en mantener el funcionamiento de los ecosistemas y la conectividad de sus fenómenos físicos y biológicos, y no en la mera delimitación de espacios cuya gestión, a veces, se parece a la de zoológicos al aire libre. Junto a la diversidad biológica silvestre, la relación de razas nativas que se han considerado amenazadas supondría más de la mitad de las existentes, de las que quizá el ganado porcino y el bovino sean los más llamativos.

El paisaje está cambiando rápidamente. Determinados escenarios del cambio socioeconómico reciente suponen notables modificaciones del paisaje rural^{25, 26} y tanto la declaración de espacios naturales protegidos como la intensificación agraria necesitan mucha mayor atención al papel de las actividades rurales tradicionales

²⁴ Con excepción de la zona occidental de la Cordillera Central y algunos bordes periféricos (Cataluña, Levante, Suroeste). Ver i) Vázquez de la Cueva, A. 1996. *Régimen de incendios en España peninsular: 1974-94. Relaciones con la climatología y el paisaje*. Tesis doctoral. Universidad Complutense, Madrid. ii) WWF 2004. *Incendios Forestales. Causas, situación actual y propuestas*. WWF España, Madrid.

²⁵ Schmitz, M. F., De Aranzabal, I., Aguilera, P. Rescia, A. y Pineda, F. D. 2003. “Relationship between landscape typology and socioeconomic structure. Scenarios of change in Spanish cultural landscapes”. *Ecological modelling* 168:343-356.

²⁶ De Aranzabal, I. Schmitz, M. F., Aguilera, P. y Pineda, F. D. 2008. “Modelling of landscape changes derived from the dynamics of socio-ecological systems. A case of study in a semi-arid Mediterranean landscape”. *Ecological indicators* 8: 672-685.

²³ Schmitz, M. F., Sánchez, I. A. y De Aranzabal, I. 2007a. “Influence of management regimes of adjacent land uses on the woody plant richness of hedgerows in Spanish cultural landscapes”. *Biological Conservation* 135: 542-554.

Las "listas rojas" señalan una proporción de vertebrados que, asignada al monte esclerófilo, afectaría en un futuro próximo a un número indeterminado de especies si no se toman medidas de conservación. Importa que estas medidas se basen en mantener el funcionamiento de los ecosistemas y la conectividad de sus fenómenos físicos y biológicos, y no en la mera delimitación de espacios cuya gestión, a veces, se parece a la de zoológicos al aire libre. Junto a la diversidad biológica silvestre, la relación de razas nativas que se han considerado amenazadas supondría más de la mitad de las existentes, de las que quizá el ganado porcino y el bovino sean los más llamativos

en la gestión de los recursos naturales^{27, 28}. En este contexto, la figura de Reserva de la Biosfera debiera ser potenciada como hilo conductor de los servicios de los ecosistemas hacia las poblaciones locales.

Aunque estimar los cambios de superficie asignables a este ecosistema resulta poco objetivo, el aumento en extensión de la vegetación

²⁷ REDR. 2010. *Memoria de Gestión de la Red Española de Desarrollo Rural*. REDR, Madrid. www.redr.es.

²⁸ Schmitz, M. F., Gaspar, D., De Aranzabal, I., Ruiz Labourdette, D. y Pineda, F. D. 2012. "Effects of a protected area on land-use dynamics and socioeconomic development of local populations". *Biological Conservation* (on line).

leñosa del monte (la citada matorralización) va asociado a un abandono rural que supone una seria pérdida cultural. En las últimas décadas ese aumento coincide con el descenso de los pastos y los cultivos extensivos, el afianzamiento de los incendios y quizá una pérdida difícilmente recuperable de biodiversidad. El cambio neto reciente (años noventa) de ocupación del suelo en las comunidades con mejor representación de este monte ha supuesto una modificación de la superficie de bosques en torno a un 2%, pero con una gran varianza entre comarcas, así como apenas el 1% en formaciones de matorrales con pastizales, pero interesando de diferentes formas a unos 10 millones de ha.

b) **Intensificación agraria**. Es el otro extremo de una tendencia de cambio que termina en el citado abandono rural. La gestión habitual del monte incorpora continuamente la mecanización. Esta representa el progreso (protagonismo de la población local en modelos de economía rentables que pueden tener en cuenta el valor del paisaje –por ejemplo, podas orientadas a conseguir árboles en forma de copa, no de sombrilla, para facilitar trasiegos mecanizados, lo que representa un cambio aceptable en el paisaje de dehesa–). También supone retrocesos –erosión, falta de cohesión social, pérdida de culturas ancestrales que sí son compatibles con el progreso–. La Administración suele olvidar esto. Sus iniciativas dependen de las motivaciones de las personas. Así, limita detalles como el pastoreo de cabras y persisten las influencias que tuvieron leyes poco afortunadas²⁹, mientras que debería potenciarse la asociación ganadera sin picarescas y fortalecer el pastoralismo en la gestión forestal, y no entorpecerlo, especialmente en áreas protegidas cuyos valores en gran parte se debían precisamente a este uso.

Las razas nativas necesitan gran atención de la Administración y la comercialización de productos con denominación de origen, una más decidida iniciativa y regulación. Hay algunos

²⁹ Antigua Ley de Hierbas, Pastos y Rastrojeras.

excelentes ejemplos^{30, 31}. La falta de esto también redundaría en el abandono rural y en una industrialización a veces incompatible con la función de ecosistemas de base tradicional. Por otra parte, es bien conocido que en la historia reciente se llevaron a cabo en muchos montes abusivas plantaciones arbóreas de crecimiento rápido, principalmente coníferas y eucaliptos.

c) **Turismo cultural.** Tiene cada vez mayor interés por el paisaje de estos sitios. Constituye una forma de revalorización de los mismos y no se aprecia que afecte negativamente a los servicios del ecosistema o su estado de conservación general^{32, 33, 34}. Dado el carácter marginal de sistemas como este, en particular en algunos territorios del sureste peninsular se observa, sin embargo, que un cambio socioeconómico muy acentuado hacia este sector de la economía también genera abandono rural. El proceso de cambio necesita, pues, planes y programas de gestión continuamente actualizados, así como tener en cuenta que parece consolidarse el asentamiento de industrias del ramo en los territorios comentados (alojamiento, restauración y, aparte de la caza, rutas gastronómicas, senderismo, recolección, turismo de aventura). El turismo cultural es sin duda una actividad muy destacada entre las orientadas a la conservación activa de estos ecosistemas y la promoción de sus servicios. Se ha comentado antes que estos espacios están atravesados por vías pecuarias y antiguas vías ferroviarias. Son formidables vías verdes para el excursionismo, la educación y el turismo cultural con la oferta de paisajes ex-

cepcionales. La explotación de estos recursos depende en buena parte de la iniciativa y capacidad de cada comunidad autónoma³⁵.

Especialmente aquí, la idea de Reserva de Biosfera podría adquirir mayor protagonismo. Hoy este tipo de turismo está más centrado en los Parques Nacionales, si bien es cierto que el monte mediterráneo, aunque presente en esta figura de protección con unos pocos parques, goza de escasa superficie protegida como paisaje cultural. Merece un análisis detallado el balance de beneficios y costes de los espacios naturales protegidos declarados en estos ambientes³⁶, considerando aspectos socioeconómicos y logros reales en la conservación del paisaje y la biodiversidad.

ESTADO Y TENDENCIAS DE LOS SERVICIOS RECONOCIDOS EN EL MONTE

A partir de las tramas ecológicas y culturales de los bosques y matorrales vistos, la evaluación de los ecosistemas del milenio transmite a la sociedad la idea simple del suministro de varios tipos de servicios, unos más tangibles o materiales que otros. La Tabla 1 muestra sucintamente ejemplos de estos servicios para el monte mediterráneo. Las tendencias apreciadas en los mismos aparecen en la Tabla 2. Entre los “servicios de abastecimiento”, junto a las potencialidades de gestión de la energía solar en las zonas con monte, son muy relevantes los servicios alimentarios, como carnes, quesos o mieles; las fibras y los materiales bióticos y geóticos de calidad, como leñas, corcho, pieles; el agua suministrada desde cabeceras de cuenca a valles y acuíferos o la reserva genética de especies emblemáticas, razas y variedades y riqueza microbiana asociada a la comentada función del suelo y almacenamiento de carbono³⁷. Los “servicios de regulación” más importantes se refieren a la ralentización del ciclo del agua en medios terrestres y la atenuación

³⁰ Proyectos Foremed y Tecnomed; creación de la Sociedad Montes de Socios, auspiciados por la Asociación Forestal de Soria (2007-2011).

³¹ Hay iniciativas puntuales de plantaciones arbóreas con especies nativas, pero recurriéndose a la instalación de especímenes aislados con alta mortalidad y no a la recuperación de la vegetación y el suelo mediante rodales.

³² Laciagnola D, Petrosillo I, Cataldi M, Zurlini G. 2007. Modelling socio-ecological tourism-based systems for sustainability. *Ecological Modelling* 206:191-204.

³³ Schmitz, M.F., de Aranzabal, I. & Pineda, F.D. 2007b. Spatial analysis of visitor preferences in the outdoor recreational niche of Mediterranean cultural landscapes. *Environmental Conservation* 34: 300-312.

³⁴ De Aranzabal, I., Schmitz, M.F. & Pineda, F.D. 2009. Integrating landscape analysis and planning: a multi-scale approach for oriented management of tourist recreation. *Environmental Management* 44: 938-951.

³⁵ Merece considerarse la iniciativa de la Fundación Ferrocarriles Españoles. www.viasverdes.com.

³⁶ Schmitz *et al.*, 2012. *Op.cit.*

³⁷ Persiani *et al.* 2008. *Op. cit.*

Tabla 1. Algunos ejemplos de servicios de abastecimiento y de regulación generados por el monte mediterráneo con bosque, matorral esclerófilo y sistemas de pastizal. El color señala la importancia estimada para el servicio en la reciente evaluación de los ecosistemas de España* (verde: muy importante; verde claro: relativamente importante; amarillo: medio)

Servicio	Categoría	Definición	Ejemplos
Alimentos	Agricultura, ganadería, selvicultura	Materia energética de uso metabólico directo (vegetales, hongos) o indirecto (carne, miel)	Alimentos de calidad, especialmente quesos, carnes y mieles
Agua	Recursos naturales renovables	Componente de conexión ecológica y materia de interés energético (producción vegetal, hidráulico) uso alimentario e industrial	Suministros de cabeceras de cuencas. Aporte regulado (intercepción vegetal, infiltración edáfica) de agua a valles (agua freática y acuíferos en zonas sedimentarias)
Tejidos, fibras y otros materiales bióticos	Recursos renovables. Agricultura, ganadería, selvicultura	Materia de interés alimentario e industrial	Leña de calidad. Corcho. Pieles (vaca, cerdo). Plantas aromáticas (lavándula, romero, enebro) y medicinales (manzanillas, hinojos, anís)
Regulación climática comarcal. Almacenamiento de carbono	Recursos naturales Selvicultura	Papel del monte en la dinámica del aire derivada básicamente de la topografía, dinámica hídrica y tipo de vegetación	Regulación de la amplitud térmica local: sombreado (verano), emisión (invierno), intercepción horizontal de nieblas. Almacenamiento de carbono en biomasa y suelo** y fijación en pastizales
Energía	Recursos naturales Selvicultura	Fuerza de acción derivada de la insolación, dinámica de fluidos (suministro hídrico ralentizado del monte a ríos y embalses)	Radiación de onda corta que inicia el sistema. De 130 cal.cm ⁻² .día ⁻¹ (invierno) a 650 (verano), según situación geográfica. Gestionada puede compatibilizarse con la gestión del monte. Energía hidráulica. Biomasa, leña, carbón
Regulación morfo-sedimentaria	Recursos naturales Selvicultura	Participación de vegetación y suelo como barreras de erosión. Ralentización del ciclo hídrico en cabeceras de cuencas	Control de la erosión dependiente de la cobertura vegetal, desarrollo edáfico y gestión del monte
Reserva genética	Recursos naturales Agricultura, ganadería, selvicultura	Riqueza biológica silvestre y doméstica del monte	Especies silvestres y domesticadas de animales y plantas. Tramas biológicas complejas “resilientes”

* Acosta y Díaz Pineda, 2011. *Op cit.*




** Aunque las cantidades de biomasa y materia orgánica edáfica acumuladas son importantes, la actividad cultural en todo el Mediterráneo data de tiempos muy remotos y las dataciones de C14 apenas permiten asegurar la antigüedad de los acúmulos de carbono en estos sistemas y, en consecuencia, la velocidad de su pérdida por oxidación y erosión en la historia reciente (véase Roberts, N. 1998. *The Holocene: an Environmental History*. Blackwell, Londres).

morfo-sedimentaria, el almacenamiento de carbono en el monte leñoso y su incorporación en los suelos de pastizal. Reconocidos esos servicios y la importancia de mantenerlos, la potencialidad de los “servicios culturales” es también muy relevante en el monte, entre los que destacan los conocimientos locales, funciones del paisaje o educación ambiental.

En las evaluaciones de los ecosistemas llevadas a cabo en diferentes países se reconocen compromisos entre ventajas y desventajas (*trade-offs*) en el aprovechamiento de unos servicios frente a otros. Así, los procesos dentro de un mismo ecosistema (una comarca dada) se relacionan entre sí y, a escalas más globales, se relacionan unos sistemas con otros. Esto forma

Tabla 2. Situación estimada en la evaluación de los ecosistemas de España para servicios del bosque y matorral esclerófilo y pastizales anuales asociados. El color señala la importancia estimada para el servicio –desde verde oscuro (alto o muy importante) a naranja (bajo o poco importante)–. La dirección de la flecha indica la tendencia que se ha estimado en la evolución actual de estos servicios

Tipo de servicio	Servicio	Situación	
ABASTECIMIENTO	Alimentación	Medio-Alto ↗	
	Agua	Alto ↔	
	Tejidos, fibras y otros materiales bióticos	Medio-Bajo ↔	
	Materiales origen geótico	Bajo ↔	
	Energía	Medio-Bajo ↔	
	Reserva genética	Alto ↘	
REGULACIÓN	Regulación climática comarcal Almacenamiento de carbono	Alto ↑	
	Regulación del aire	Medio-Alto ↗	
	Regulación hídrica y depuración del agua	Alto ↘	
	Regulación morfosedimentaria.	Alto ↘	
	Regulación del suelo y nutrientes. Fertilidad del suelo	Alto ↘	
	Amortiguación de perturbaciones (*)	Medio-Bajo ↔	
CULTURALES	Conocimiento científico	Medio-Alto ↗	
	Actividades recreativas	Turismo clásico	Medio-Alto ↔
		Turismo cultural	Alto ↘
	Paisaje-Servicio estético	Alto ↔	
	Disfrute espiritual	Medio-Alto ↗	
	Conocimiento ecológico local	Alto ↘	
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	Medio-Bajo ↔	
Educación ambiental	Medio-Bajo ↔		

	Alto	↑	mejora del servicio
	Medio-Alto	↗	tendencia a mejorar
	Medio-Bajo	↔	tendencia mixta
	Bajo	↘	tendencia a empeorar
	Muy bajo	↓	empeoramiento

* El color blanco de esta fila señala que la capacidad de amortiguación de cualquier sistema depende de la intensidad de la perturbación recibida.

parte de la conectividad ecológica comentada. Los servicios de diferentes ecosistemas se relacionan y “varían positiva o negativamente”, de manera que el aumento del suministro o el uso de uno puede suponer la degradación de otros. Así, una mayor producción de alimentos por aumento de la superficie cultivada y uso de fertilizantes y biocidas, reduce la biodiversidad, lo que supone menores servicios de regulación en lo que a la función de la biodiversidad se refiere. No obstante, la agricultura también establece su propio marco para la biodiversidad. Este marco ha sido considerado “positivo” en numerosos casos por los conservacionistas. El veto al uso de biocidas permite el establecimiento de comunidades animales de carácter estepario, muy valoradas por estos naturalistas. Igualmente, se entiende que los sistemas agrícolas intensivos generalmente aumentan los servicios de abastecimiento, pero a expensas de los de regulación o, en su caso, de los culturales, que se tiende a reconocer que muestran “mejor estado” en ecosistemas menos controlados por el hombre. Estas tendencias, no obstante, merecen matizarse con numerosos detalles. Por un lado, la tipología de los sistemas agrícolas intensivos es muy variada en concepción y en consideración a sus objetivos económicos y ecológicos (la apreciación de la sostenibilidad en cada caso) y, por otro, los servicios culturales admiten también una variabilidad notable, desde los considerados tradicionales a los puramente monetaristas. Así, existe el peligro de intentar mantener un paisaje-museo de carácter rural cultural tradicional en un contexto socioeconómico que cambia continuamente y que no lo admite si no dispone al menos de posibilidades complementarias. El turismo cultural y de la naturaleza es una de las más relevantes. Las propias exigencias de calidad ambiental de este turismo representan la posibilidad de desarrollo endógeno en la población local, quizá la única capaz de mantener muchos paisajes culturales tradicionales.

Consecuentemente, se admite que hay compromisos entre ventajas y desventajas a manera de *trade-offs* o contraprestaciones de diferen-

tes servicios y también relaciones de uso que generan “sinergias”. El conocimiento de estas relaciones, tanto las de sinergia entre servicios como los *trade-offs*, parece clave para la toma de decisiones que aseguren un flujo variado de servicios para el bienestar humano. El Cuadro 2 muestra algunos ejemplos si se aplican al monte mediterráneo. Realmente el número de situaciones puede ser muy elevado y el análisis de sus costes y beneficios constituir un objeto de debate ante distintos escenarios de cambio global.

Implementar formas de gestión que prevean una explotación rural compatible con la conservación del suelo, la función de la biodiversidad y el paisaje es un reto y un objetivo que deben abordar seriamente los gobiernos en este y en otros tipos de ecosistemas. Esto supone el

Implementar formas de gestión que prevean una explotación rural compatible con la conservación del suelo, la función de la biodiversidad y el paisaje es un reto y un objetivo que deben abordar seriamente los gobiernos en este y en otros tipos de ecosistemas. Esto supone el compromiso de mantener un tamaño mínimo de población rural, reconocer la importancia de las nuevas tecnologías, aplicarlas sensatamente en el campo respetándose el valor del recurso paisaje y, como complemento, promocionar el turismo en sus facetas cultural, de la naturaleza y educativa

Cuadro 2. Ejemplos de *trade-offs* y sinergias en el monte esclerófilo mediterráneo. Relación entre algunos objetivos de uso de recursos y los efectos estimados como positivos o negativos para la sociedad

Decisión	Objetivo	Ganadores	Servicio aminorado	Perdedores
Desarrollar zonas residenciales en una provincia	Mejora de la calidad de vida de habitantes urbanos mediante el disfrute del campo	Empresarios constructores. Residentes. Empresarios de servicios. Comerciantes	El paisaje rural silvestre y cultural tradicional. La biodiversidad. El disfrute espiritual colectivo. El turismo cultural	Turistas culturales. La cultura rural. Ganaderos y silvicultores
Mejorar el transporte por carretera	Comunicación terrestre a través de una comarca con monte esclerófilo y dehesa. Rotura del aislamiento social. Comunicación socioeconómica y cultural	Comercio, industria, cultura. Economía agraria. Ganaderos y agricultores de la comarca. Habitantes de los núcleos urbanos de la región	Regulación hídrica. Suministro de fertilidad natural a los valles. Conectividad física entre zonas altas y valles y conectividad biológica (mantenimiento de la biodiversidad silvestre y ganadera)	Puede no haber ningún perdedor, si los proyectos de carretera incorporan previsiones de salvaguarda de la conectividad socioecológica comarcal.
Promocionar la agricultura extensiva en una comarca	Aumento del abastecimiento alimentario	Sociedad en general. Los agricultores en particular. La cultura agrícola	Regulación climática local. Almacenamiento de carbono. Regulación morfosedimentaria	Ninguno, si el desarrollo agrícola tiene lugar de forma "sensata"
Desarrollar el turismo clásico	Mejora del nivel de vida de la comarca	Determinadas tramas (monetaristas) empresariales y laborales del turismo	El paisaje rural silvestre y cultural tradicional. La biodiversidad. La regulación hídrica y depuración natural del agua	Turistas culturales. La cultura rural. Ganaderos y silvicultores
Desarrollar el turismo cultural y de la naturaleza	Mejora del nivel de vida de la comarca protegiendo sus recursos naturales	Determinadas tramas (socioculturales) empresariales y laborales del turismo. Turistas culturales. La cultura rural. Ganaderos y silvicultores	Ninguno (si el desarrollo tiene lugar de forma "sensata").	Ninguno (si el desarrollo tiene lugar de forma "sensata").
Declarar una reserva biológica integral	Protección de la diversidad biológica local	La comunidad científica. La sociedad en general según el conocimiento aportado	Ninguno, dependiendo del modelo de reserva	La cultura rural. Ganaderos y silvicultores. Turistas culturales, dependiendo de la idea de protección aplicada

compromiso de mantener un tamaño mínimo de población rural, reconocer la importancia de las nuevas tecnologías, aplicarlas sensatamente en el campo respetándose el valor del recurso paisaje y, como complemento, promocionar el turismo en sus facetas cultural, de la naturaleza y educativa.

Aunque la beneficiaria de los servicios de los ecosistemas es obviamente la sociedad humana, mantener y mejorar este suministro requiere la intención expresa que debe presidir todo estudio y descripción de los ecosistemas:

su análisis funcional, más que estructural o de mera apariencia, es decir, su análisis sistémico. La apariencia, como se ha indicado, puede ser relevante cuando se trata del paisaje, si su valoración es estética y, por tanto, subjetiva, cultural o etnocéntrica. El reconocimiento de la función de los ecosistemas para el bienestar humano debería evitar valoraciones antropocéntricas sobre lo "bueno" o "malo", la "salud" del ecosistema y otros términos que se han hecho populares en una ya prolongada moda de la temática conocida en España como *medioambiental*. ❀

Bosques y matorrales mediterráneos continentales

Alfonso San Miguel, Ramón Perea, Sonia Roig y Mariana Fernández-Olalla

Dep. Silvopascicultura. Universidad Politécnica de Madrid - ETSI Montes

La gestión de nuestros paisajes debe radicar en mecanismos de tipo cultural enraizados en lo nuestro, pero pensados para que puedan sobrevivir y entrar en el futuro con buen pie. Si perdemos la diversidad, una diversidad naturalizada, mantenida sin esfuerzo por la coevolución, destruimos los ajustes conseguidos... con unos animales gregarios y unos hombres integrados al sistema, como gestores rurales muy activos.

(Montserrat, 2009).

La civilización no está ahí, no se sostiene a sí misma. Si usted quiere aprovecharse de las ventajas de la civilización, pero no se preocupa usted de sostener la civilización... se ha fastidiado usted. En un dos por tres se queda usted sin civilización.

(Ortega y Gasset, 1929).

Los bosques y matorrales mediterráneos continentales españoles son ecosistemas muy originales. Lo son porque, siendo relativamente abundantes en España, están muy escasamente representados en Europa y el resto del mundo. También por sus altos niveles de endemividad (taxones exclusivos) y biodiversidad (especies y variantes genéticas infraespecíficas, ecotonos y paisajes en mosaico). Porque son ecosistemas modelados por la acción humana desde hace milenios (paisajes culturales) y, como consecuencia, atesoran un valiosísimo patrimonio cultural. Porque, también por ello, su persistencia, y la de los servicios que proporcionan a la sociedad, dependen de esos modelos tradicionales de gestión. Incluso porque, al con-

trario de lo que sucede en otros ecosistemas, no están amenazados por el incremento de la población humana y la sobre-explotación sino por todo lo contrario: el abandono de la gestión y la desertización, o despoblación humana. La conservación de los bosques y matorrales mediterráneos continentales pasa por la búsqueda de nuevas alternativas de gestión extensiva, diversificada y eficiente (modelos tradicionales o similares) que permitan mantener una población humana suficientemente densa, activa e integrada (desarrollo rural sostenido) que pueda garantizar la persistencia de los elementos y procesos ecológicos básicos de su entorno natural.

CARACTERÍSTICAS Y TIPOS

Las áreas mediterráneas continentales están muy escasamente representadas en Europa y el mundo (Figura 1). Sin embargo, España, con una superficie próxima a los 7 millones de hectáreas (25% de la superficie forestal) (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010), alberga alrededor de un 75% de su área europea.

Los bosques mediterráneos continentales más característicos son los encinares fríos de *Quercus rotundifolia*, los rebollares o melojares de *Quercus pyrenaica*, los quejigares de *Quercus faginea* y, sobre todo, los sabinars albares o enebrales de incienso (significado de su nom-

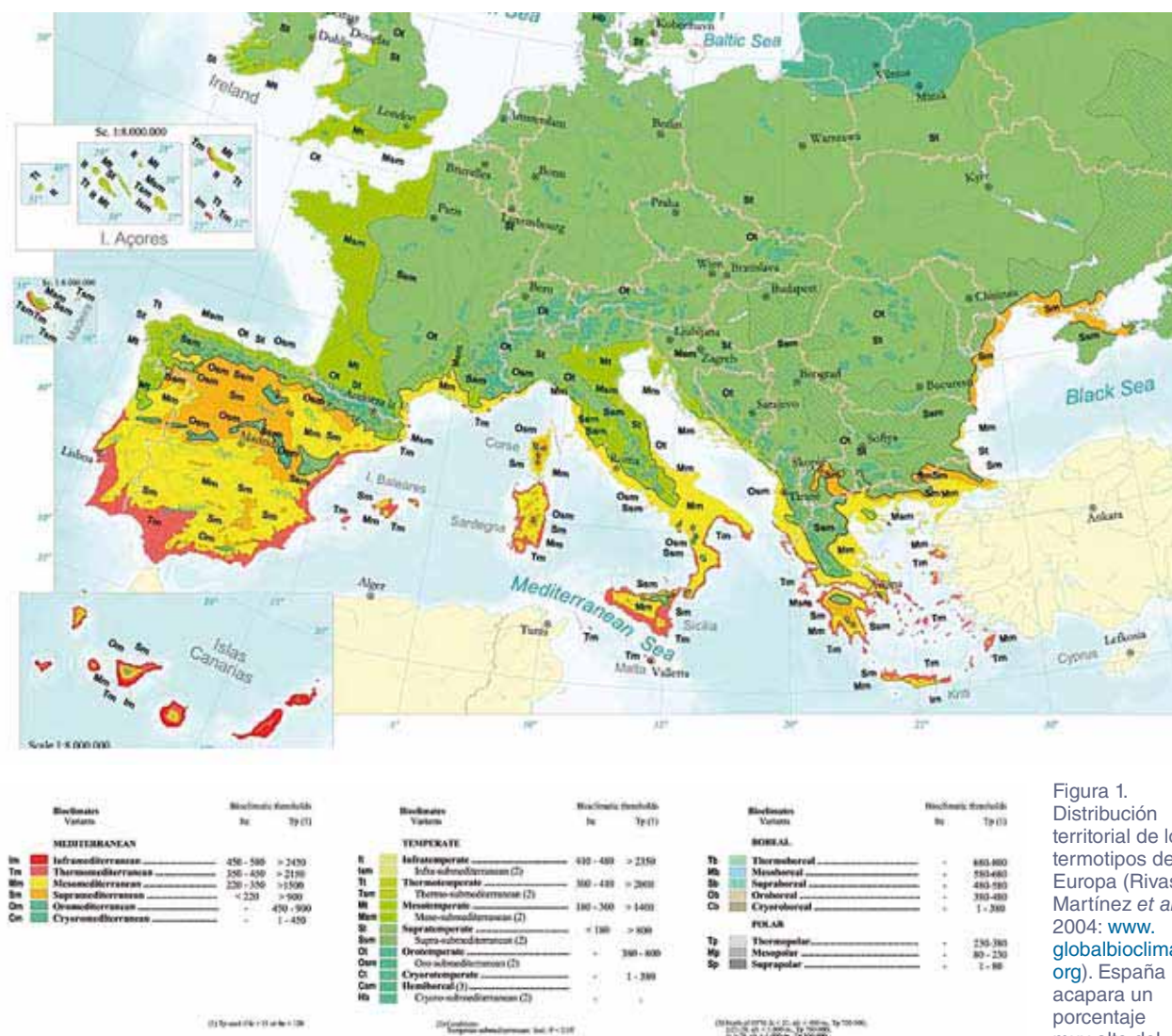


Figura 1. Distribución territorial de los termostipos de Europa (Rivas Martínez *et al.*, 2004: www.globalbioclimatics.org). España acapara un porcentaje muy alto del supramediterráneo (color naranja), que representa muy bien a los bosques y matorrales mediterráneos continentales.

La persistencia de los bosques y matorrales mediterráneos continentales, depende de los modelos tradicionales de gestión. Al contrario de lo que sucede en otros ecosistemas, no están amenazados por el incremento de la población humana y la sobreexplotación sino por todo lo contrario: el abandono de la gestión y la desertización, o despoblación humana. La conservación de los bosques y matorrales mediterráneos continentales pasa por la búsqueda de nuevas alternativas de gestión extensiva, diversificada y eficiente (modelos tradicionales o similares) que permitan mantener una población humana suficientemente densa, activa e integrada (desarrollo rural sostenido) que pueda garantizar la persistencia de los elementos y procesos ecológicos básicos de su entorno natural

bre científico) de *Juniperus thurifera*. También merecen atención especial los pinares naturales de *Pinus sylvestris*, *P. pinaster* y *P. nigra*, que atesoran una amplia y valiosa diversidad genética (“la diversidad que no se ve”, según Gil, 2009). De entre los matorrales, destacan, también por su originalidad, los de leguminosas retamoides, los brezales secos, los de caméfitos almohadillados, los enebrales y sabinares moros y las bojadas. Todos ellos, con la inexplicable excepción de los pinares de pino silvestre (los más meridionales de Europa), son hábitats protegidos por la normativa comunitaria (Directiva 42/93/EEC) e incluidos, por tanto, en la red Natura 2000 (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

Los bosques y matorrales mediterráneos continentales son ecosistemas poco llamativos, de ambiente duro, difícil, con limitaciones para la vida animal y vegetal y para la presencia humana y el desarrollo de actividades agrarias (“tierra ingrata y fuerte, tierra mía”, en palabras de Antonio Machado, 1940). Sin embargo, han sido muy valorados por la sociedad, tanto por su oferta de madera y leña, como

por la calidad de sus pastos, que se aprovechan en verano, cuando en otros ambientes mediterráneos la hierba está agostada. Por ello, durante milenios han sido modelados por una gestión antrópica que, adaptándose a la dureza del medio, ha abierto y fraccionado el bosque (Hernández y Romero, 2009), seleccionando modelos productivos caracterizados por su extensividad, diversificación, eficiencia y sustentabilidad (Montserrat *et al.*, 2003). Esa gestión, o *cultura que hace el paisaje* (Montserrat, 2009), ha humanizado los ecosistemas primarios, los ha convertido en paisajes culturales, pero también les ha conferido un alto valor natural, transformándolos en lo que hoy la Unión Europea conoce como sistemas agrarios de alto valor natural (*high nature value farmland*, Parachini *et al.*, 2008; EFNCP, 2010). De ese modo, la persistencia de paisajes, procesos ecológicos básicos, hábitats, taxones vegetales y animales –tanto silvestres como domésticos–, y un notable patrimonio genético y cultural depende del mantenimiento de esos modelos tradicionales de gestión, o de otros similares. Y, como la gestión debe ser realizada por la población rural y, a su vez, genera la actividad económica y social que resulta im-

Sabinar albar (*Juniperus thurifera* L.): el sabinar o enebral de incienso. Es el tipo de bosque mediterráneo continental más original, tanto por su distribución, casi restringida a España, como por su condición de reliquia geobotánica que solo persiste en zonas de clima muy continental.



prescindible para el desarrollo rural sostenido, se puede concluir que conservación, gestión extensiva, diversificada y eficiente y desarrollo rural son facetas esenciales e inseparables en estos ecosistemas.

SERVICIOS Y TENDENCIAS

Como consecuencia de lo expuesto con anterioridad, los bosques y matorrales mediterráneos continentales son también originales en sus tendencias y problemas: no se degradan por sobreexplotación, urbanización o contaminación, como los demás, sino por despoblación y abandono de sus modelos tradicionales de gestión. Los bruscos cambios políticos, sociales y económicos acaecidos durante las últimas cinco décadas han generado profundas modificaciones en los usos del suelo, que se han convertido en el principal impulsor directo de su cambio. Despoblación, reducción de superficies agrícolas, mantenimiento o reducción de los pastos herbáceos e incremento de bosques y matorrales son los patrones básicos de cambio. Mientras en España la densidad de población ha crecido un 74% en los últimos 70 años y ahora es de 89,3 hab/km², en este tipo de ecosistema ha decrecido en un 2%, y ahora es de tan solo 26,8 hab/km² (Junta de Castilla y León, 2008; Instituto Nacional de Estadística, 2010). Por otra parte, se abandonan los modelos tradicionales de gestión. La superficie agrícola, antes fraccionada en pequeñas parcelas (pegujales) que incrementaban la diversidad a muy diferentes escalas, se ha reducido en un 13%, y además es gestionada de forma más homogénea, porque ha disminuido, y mucho, el número de explotaciones agrarias, así como el de agricultores y ganaderos (sector primario) (Ciria, 2008; Instituto Nacional de Estadística, 2010; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010). A pesar de ello, se mantienen o aumentan las cabañas ganaderas, pero ahora sin o casi sin trashumancia y con una distribución muy heterogénea de las cargas, lo que implica menor eficiencia y problemas tanto por sobrepastoreo, en zonas

próximas a núcleos urbanos y vías de comunicación, como de infrapastoreo y matorralización, en las más alejadas. La superficie de pastos herbáceos permanentes ha disminuido ligeramente, al igual que su biodiversidad, sobre todo en pastos de puerto y media montaña. Los tratamientos forestales se han reducido mucho. Se han abandonado casi por completo las tradicionales cortas para leña y carbón y, también en buena medida, las de regeneración en monte alto, orientadas a obtener madera de mayores dimensiones, normalmente para sierra o desenrollo (Madrigal *et al.*, 1999). Lo mismo ha sucedido con los tratamientos parciales (limpias, clareos, claras, podas y otros, que se orientan a mantener la masa en un estado adecuado de espesura). De ese modo, las formaciones forestales arboladas y de matorral han recuperado territorios y espesuras que no tenían desde hace siglos (Manuel y Gil, 1997; OSE, 2006; Herrera, 2010; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

La globalización de los mercados y los cambios en las demandas de una sociedad cada vez más urbana han llevado a la infrautilización de los servicios de abastecimiento tradicionales de los bosques y matorrales mediterráneos continentales (alimento y madera, sobre todo), y ello hace que se reduzca ligeramente su biodiversidad y su acervo genético doméstico (por ejemplo, razas ganaderas autóctonas, cultivares, variedades y ecotipos de especies agrícolas y pascícolas), a pesar de los esfuerzos que se dedican a evitarlo (Tabla 1). Sin embargo, otros, como la recogida de setas, espárragos o frutos silvestres, están adquiriendo una importancia notable (Frutos *et al.*, 2009; Hoz *et al.*, 2009).

La oferta de servicios de regulación (clima, aire, agua, suelo, erosión y otras perturbaciones) se incrementa con carácter general, aunque aumenta el riesgo de incendio forestal, porque también lo hace la biomasa combustible y porque se reducen sus discontinuidades, entre otras cosas por la desaparición del ganado de los montes (González-Rebollar *et al.*, 2011). Crece mucho la demanda de ser-

Tabla 1. Evaluación global de las tendencias de los servicios prestados a la sociedad por los bosques y matorrales mediterráneos continentales de España

Tipo	Servicio	Situación
Abastecimiento	Alimentación	↘
	Agua	↗
	Tejidos, fibras y otros materiales bióticos	↘
	Materiales origen geótico	↘
	Energía	↗
	Reserva genética	↔
Regulación	Regulación climática local y regional. Almacenamiento de carbono	↑
	Regulación del aire	↗
	Regulación hídrica y depuración del agua	↑
	Regulación morfo-sedimentaria.	↑
	Regulación del suelo y nutrientes. Fertilidad del suelo	↑
	Amortiguación de perturbaciones	↗
	Control biológico	↗
	Polinización	↗
Culturales	Conocimiento científico	↗
	Actividades recreativas	↑
	Paisaje - Servicio estético	↘
	Disfrute espiritual	↗
	Conocimiento ecológico local	↓
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	↘
	Educación ambiental	↑

Alto
 Medio-Alto
 Medio-Bajo
 Bajo

↑ Mejora del servicio
 ↗ Tendencia a mejorar
 ↔ Tendencia mixta
 ↘ Tendencia a empeorar
 ↓ Empeora el servicio

Ovejas de la raza autóctona Rubia del Molar pastando en el dominio de un rebollar. Permiten aprovechar eficientemente sus servicios de abastecimiento (carne, leche, fibras, acervo genético), regulación (erosión, suelo y nutrientes, perturbaciones) y culturales (científico, paisaje, conocimiento ecológico local y educación ambiental).



Los sistemas de gestión tradicional que han modelado durante milenios los ecosistemas mediterráneos continentales, se han convertido en una herramienta imprescindible para su persistencia. Así lo reconoce la Política Agraria Común (PAC) europea, que no solo establece esos objetivos sino que los integra en su herramienta financiera más importante, el FEADER (Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural), y en algunas de sus principales apuestas por la conservación de la naturaleza, como la Red Natura 2000. También lo hace nuestra Ley 45/2007 para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural

vicios culturales relacionados con el conocimiento científico, las actividades recreativas (caza, senderismo, bicicleta de montaña y otros deportes en la naturaleza) y la educación ambiental. El número de alojamientos rurales se ha multiplicado por cuatro en la última década. Sin embargo, como consecuencia de la despoblación, disminuye el conocimiento ecológico local y la identidad cultural y se debilita el vínculo del paisaje con la población local y viceversa (Tabla 1).

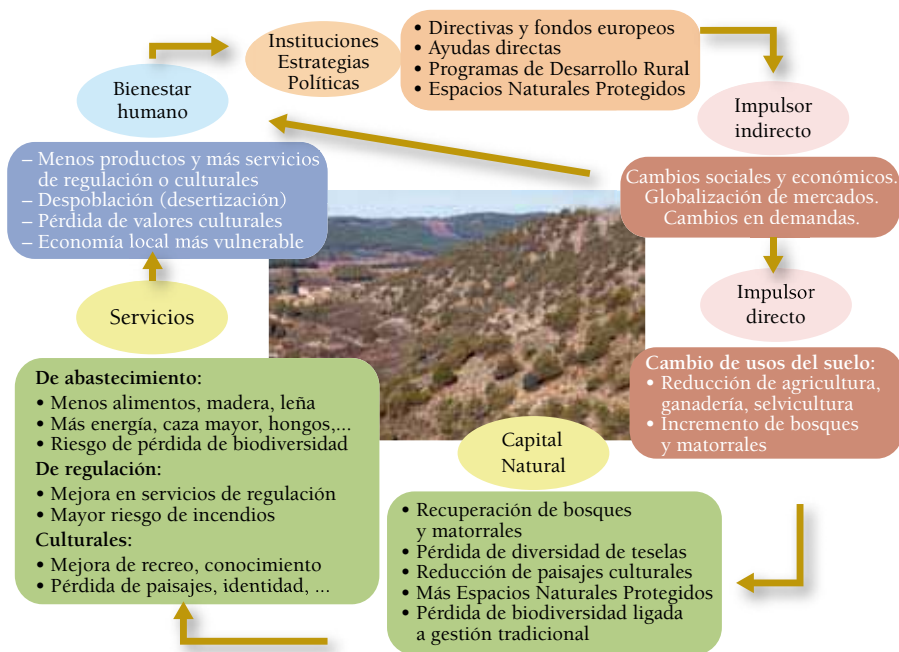
CONSERVACIÓN

La estrategia más adecuada para garantizar la máxima contribución de estos ecosistemas al bienestar social pasa por mantener modelos de gestión extensiva, eficiente y diversificada (European Commission, 2009; Montserrat, 2009) que hagan posible el desarrollo rural sostenido y, a la vez, garanticen la persistencia de sus estructuras, funciones y procesos ecológicos básicos. Conservación y desarrollo rural sostenible son inseparables

en los ecosistemas mediterráneos continentales. Los sistemas de gestión tradicional que han modelado durante milenios estos sistemas se han convertido en una herramienta imprescindible para su persistencia. Así lo reconoce la Política Agraria Común (PAC) europea, que no solo establece esos objetivos sino que los integra en su herramienta financiera más importante, el FEADER (Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural), y en algunas de sus principales apuestas por la conservación de la naturaleza, como la Red Natura 2000 (European Commission, 2009). También lo hace nuestra Ley 45/2007 para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural y lo proponen diversas ONG (SEO/Birdlife y WWF España, 2009; ENNCP, 2010). Sin embargo, el éxito de esas estrategias requiere un mejor conocimiento científico de la estructura y función de los ecosistemas, así como un desarrollo más coordinado de las diversas Administraciones en políticas económicas, sociales y ambientales (por ejemplo, planes de desarrollo rural) y una participación más activa de todos los actores implicados en el

El éxito de esas estrategias requiere un mejor conocimiento científico de la estructura y función de los ecosistemas, así como un desarrollo más coordinado de las diversas Administraciones en políticas económicas, sociales y ambientales (por ejemplo, planes de desarrollo rural) y una participación más activa de todos los actores implicados en el problema, en especial las poblaciones locales

Figura 2. Esquema sintético de la influencia del cambio de usos del suelo en el capital natural de los bosques y matorrales mediterráneos continentales, de la repercusión en su oferta de servicios y, finalmente, en el bienestar de la sociedad.



problema, en especial las poblaciones locales (Figura 2). ❀

REFERENCIAS

Ciria, J., 2008. "El futuro de la ganadería en Castilla y León". pp. 99-107. En Gómez-Limón, J. A., *El futuro de la agricultura en Castilla y León*. Obra Social Caja España. León.

European Commission. 2009. *Management of Natura 2000 habitats*. [En línea] http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/habitats/models_en.htm.

EFNCP (European Forum on Nature Conservation and Pastoralism), 2010. *Joint NGO proposal for support to High Nature Value farming*. [En línea] www.efncp.org/download/GuyBeaufoyEFNCPAdvGpAE17November2010.pdf

Frutos, P.; Martínez, F.; Ortega, P. y Esteban, S., 2009. "Estimating the social benefits of recreational harvesting of edible wild mushrooms using travel cost methods". *Inv. Agraria. Sist. Rec. Forest*, 18(3): 235-243.

Gil, L., 2008. *Pinares y rodenales. La diversidad que no se ve*. Real Academia de Ingeniería. Madrid.

González-Rebollar, J. L.; Robles, A. B. y Ruiz-Mirazo, J., 2011, "Ganadería extensiva y silvicultura preventiva: algo más que una mirada al pasado". *Ambienta* 97(4). www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Silvicultura.htm.

Hernández, L. y Romero, F., 2009. *Bosques españoles. Los bosques que nos quedan y propuestas de WWF para su restauración*. WWF España. Madrid.

Herrera, C. M., 2010. "¿Bosques? Los justos, gracias". *Quercus*, 295: 6-8.

Hoz, F de; Neches, J. B. y Campos, P., 2009. *Valoración de la renta y el capital de los montes de Andalucía RECAMAN*. V Congreso Forestal Español. Ávila. [En línea] www.congresoforestal.es/fichero.php?t=12225yi=366ym=2185.

Instituto Nacional de Estadística. 2010. www.ine.es.

Junta de Castilla y León. 2008. *Anuario Estadístico de Castilla y León, 2008*. [En línea] www.jcyl.es/scsiau/Satellite/up/es/Institucional/Page/PlantillaDetalleContenido/1131977871538/Redaccion/1234256703932/_?asm=jcyl.

Machado, A. 1940. *Poesías completas*. Austral. Madrid.

Madrigal, A.; Fernández-Cavada, J. L.; Ortuño, S., y Notario, A. 1999. *El sector forestal español*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.

Manuel, C. y Gil, L., 1997. *La transformación histórica del paisaje forestal español*. Introducción al II Inventario Forestal Nacional. Ministerio de Medio Ambiente. España.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. [En línea] www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/rednatura2000/documentos_rednatura/bases_ecologicas_habitats/index.htm.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. *Anuario de Estadística Agraria y Agroalimentaria*. [En línea] www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/introduccion.htm.

Montserrat, P., 2009. *La cultura que hace el paisaje*. La fertilidad de la Tierra. Estella (Navarra).

Montserrat, P.; Zorita, E., y González Rebollar, J. L., 2003. *A modo de epílogo*. En: A. B. Robles, M. E. Ramos, M. C. Morales, E. Simon, J. L. González Rebollar y J. Boza (eds.), *Pastos, desarrollo y conservación*: 813-816. Junta de Andalucía – SEEP. Granada.

Ortega y Gasset, J., 1929. "La rebelión de las masas". *Revista de Occidente*. Madrid.

OSE, 2006. "Cambios de ocupación del suelo en España: implicaciones para la sostenibilidad. Observatorio para la Sostenibilidad en España". Alcalá de Henares, Madrid.

Parachini, M. L.; Petersen; J-E.; Hoogeveen, Y.; Bamps, C.; Burlfield, I., and Swaay, C., 2008. *High Nature Value Farmland in Europe*. JRC-IES. European Environmental Agency. Ispra, Italy.

Rivas-Martínez, S.; Penas, A., y Díaz, T. E., 2004. "Bioclimatic Map of Europe". *Thermoclimatic Belts*. [En línea] www.globbioclimatics.org/form/maps.htm.

SEO/BirdLife; WWF España, 2009. "Por un medio rural vivo". *Propuesta de SEO/BirdLife y WWF España para una nueva Política Rural Común*. SEO/BirdLife y WWF España. Madrid.

AENOR**formación**

cursos 2012

Estamos preparados



Tel: 914 326 125 / formacion@aenor.es



Reflexiones sobre la EME en Canarias

Giuseppe Nerilli

Doctorando en Ecología insular en la ULL

José María Fernández-Palacios

Catedrático de Ecología en la ULL

Uno de los objetivos principales de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) es mejorar la interfaz científico-política en el proceso de toma de decisiones a todos los niveles administrativos. Este objetivo se hace cada día más importante debido, tanto a un modelo de sociedad que asienta sus bases sobre procesos científico-tecnológicos siempre más complejos y cuyo alcance real se hace cada vez más difícil de prever, como a la constatación de la paulatina degradación de los ecosistemas que acompaña al mantenimiento de los niveles de bienestar alcanzados.

El mismo alcance de los ocho Objetivos del Milenio pierde sentido si los progresos conseguidos en cada uno de ellos no pueden sostenerse debido a que los servicios de los ecosistemas sobre los que tales progresos se basan continúan degradándose (Ranganathan *et al.*, 2008).

A partir de estas constataciones, se han activado diversos procesos en el ámbito internacional para profundizar en las relaciones más íntimas que existen entre el funcionamiento de los ecosistemas y las múltiples esferas que componen el bienestar humano.

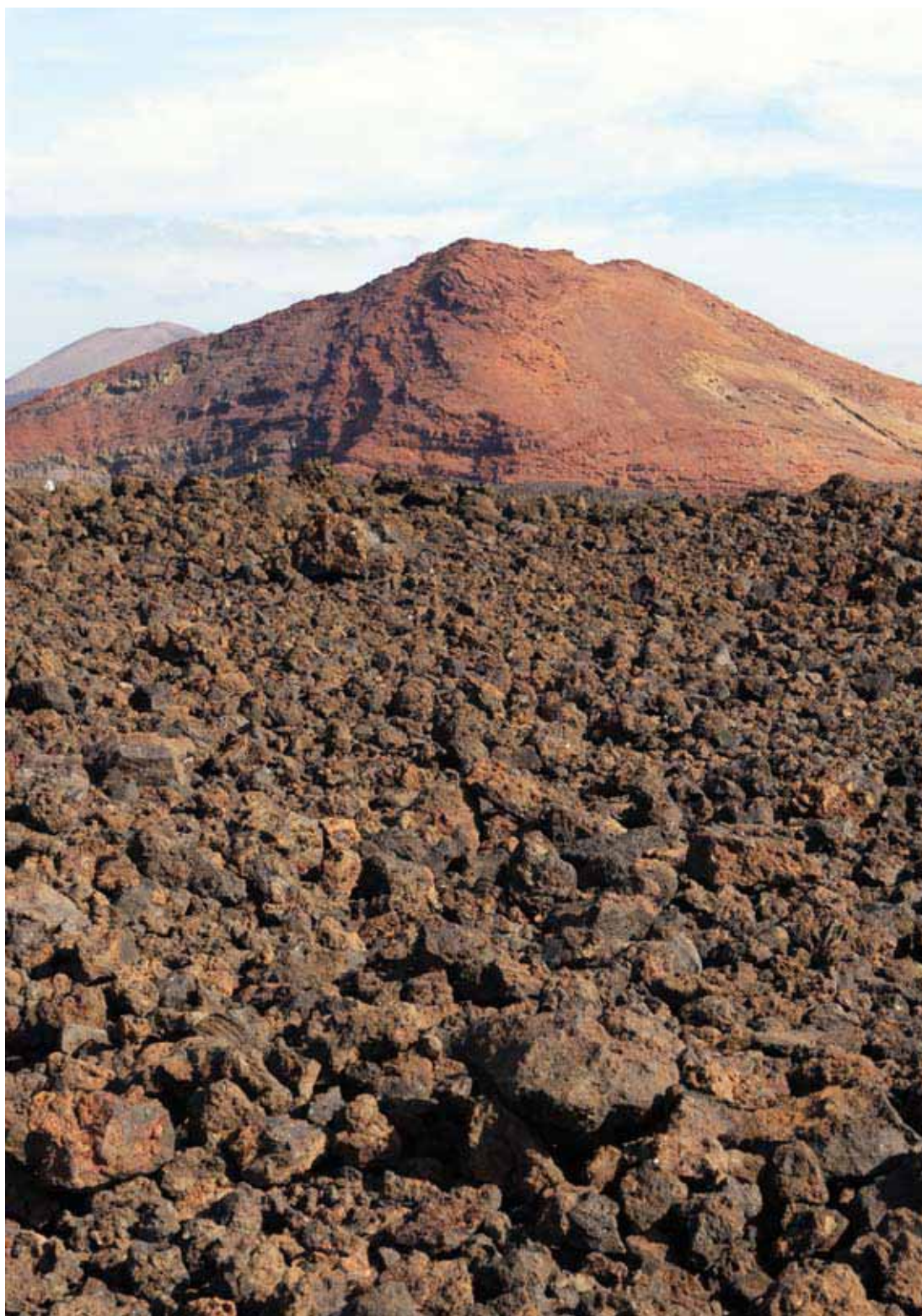
Numerosos han sido los trabajos realizados y los equipos ocupados en ello, desde el TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*)

hasta el COPI (*Costs Of Policy Inaction*) y desde el WRI (*World Resources Institute*) a la EEA (*European Environmental Agency*) y a la EME (Evaluación del Milenio de los Ecosistemas españoles), hasta confluir en gran parte en el IPBES (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*).

En este ámbito, después de la primera EM en 2005, de los documentos que la siguieron y de los tres encuentros internacionales del IPBES, todo parece apuntar hacia la necesidad de definir un conjunto de indicadores que se adapte bien a la lectura política y por parte de la sociedad civil de cuanto está ocurriendo en los lazos que unen el bienestar humano a los ecosistemas locales y globales (EASAC, 2009).

Indicadores que se recomienda sean concordados entre la comunidad científica de referencia y los decisores administrativos, al involucrar a todos los sectores de la comunidad, para que respondan a las más importantes necesidades políticas y de conservación (UNEP/IPBES, 2012).

Además, se hace necesario considerar y comprender a fondo las diferencias en las escalas espaciales y temporales que caracterizan la producción y la demanda de los servicios de los ecosistemas, lo que significa considerar y ana-



En Canarias más del 40% del territorio se encuentra bajo algún tipo de protección. Parque Nacional de Timanfaya. Foto: Roberto Anguita.

lizar a tiempo aquellos factores cuya influencia puede desembocar en una pérdida de servicios o en un daño irreparable.

Es decir, se trata de establecer un sistema de alerta temprana que permita identificar, a tiempo, los cambios que puedan mermar la capa-

cidad de los ecosistemas de seguir ofreciendo sus servicios, y permitir así la elaboración e implementación de las políticas correctivas más adecuadas en el marco de una deseable gestión adaptativa, que parece ser la que mejor responde a los retos que se avecinan.

Claramente, tratándose de que en el proceso se vean profundamente implicados los organismos públicos y administrativos, la sociedad civil y el sector privado, además de una comunidad científica interdisciplinar y multidisciplinar, se hace indispensable la difusión de la información y del conocimiento, la capacitación y, en fin, la participación de todos los actores en la puesta en marcha y en el mantenimiento de la gestión adaptativa de los ecosistemas en relación al bienestar que proporcionan.

Es decir, la extrema aleatoriedad que acarrea el concepto de “sostenibilidad” ya no basta. El problema ha de encararse desde un enfoque más holístico. Ya no basta “emprender el camino” hacia una mayor sostenibilidad (bombillas de bajo consumo, leves aumentos de la energía limpia, eco-grifos, etc.) para hablar de gestión sostenible, sino que el fenómeno ha de considerarse desde una perspectiva más compleja y completa.

En Canarias, la necesidad de establecer este tipo de relaciones no es menor que en el resto de España y del mundo. Si acaso es mayor, ya que la limitada extensión de la gran variedad de ecosistemas presentes, el delicado equilibrio entre ellos y su fragmentación, junto con la vulnerabilidad intrínseca de los sistemas insulares, ponen al archipiélago canario en condiciones de extrema fragilidad frente a la degradación, algo que ya puede observarse, sin que se pueda decir que se haya implementado una gestión adaptativa o, por lo menos, atenta y eficaz respecto al estado de salud de los ecosistemas del archipiélago.

LA EME EN CANARIAS

La evaluación de los servicios ofrecidos por el ecosistema insular macaronésico, realizada en el marco de la EME, es una primera aproxima-

La limitada extensión de la gran variedad de ecosistemas presentes, el delicado equilibrio entre ellos y su fragmentación, junto con la vulnerabilidad intrínseca de los sistemas insulares, ponen al archipiélago canario en condiciones de extrema fragilidad frente a la degradación, sin que se pueda decir que se haya implementado una gestión adaptativa o, por lo menos, atenta y eficaz respecto al estado de salud de los ecosistemas del archipiélago

mación a la comprensión de lo que está sucediendo en la relación entre bienestar y ecosistemas en Canarias, que debe sentar las bases para una profunda reflexión sobre los límites de la evaluación realizada y sobre el cómo superarlos eficazmente para que, a través de ella, puedan identificarse aquellas herramientas y metodologías útiles en el proceso de toma de decisiones.

Uno de los límites más importantes para la utilidad de la evaluación en la gestión del territorio del archipiélago ha sido el considerar el ecosistema insular macaronésico como base territorial.

Incluyendo en él los ecosistemas terrestres de las islas centrales y occidentales, este tipo operativo reduce a un único nivel la gran variedad de ecosistemas que, por su condición de islas oceánicas y por el gradiente altitudinal que las caracteriza, componen el archipiélago (al menos 13 subtipos identificados), mientras que la exclusión de la evaluación de los ecosistemas marinos, litorales y de todos los de las islas orientales, entre otros, limita fuertemente su

utilización al nivel administrativo correspondiente y en el proceso de gestión del territorio.

Claro está que se trataba de una evaluación funcional al conjunto del Estado español, mientras que una evaluación regional, basada en los límites administrativos de la comunidad autónoma, se configura como el segundo paso que se ha de realizar. Tema este que ya se está tratando con el Gobierno de Canarias.

Otro límite importante de la evaluación se ha encontrado en la dificultad de conseguir datos significativos para muchos de los servicios, sobre todo los de regulación y los culturales, bien sea en términos de representatividad en la relación bienestar/ecosistema, bien por la escala temporal y/o espacial en la que se hallaban, con lo que muchas veces se han tenido que agregar varios indicadores para tener una visión aceptable de la evolución de los servicios en una escala adecuada, utilizando un total de 77 indicadores.

De ello se desprende con más fuerza la necesidad, ya antes enunciada, de concordar la identificación de indicadores más sensibles a los cambios en el sistema socioecológico y de promover, en el ámbito de las entidades de investigación insulares, la adquisición continua y fiable de tales datos para poderlos utilizar en evaluaciones sucesivas, bien se trate de la misma o de diferentes escalas, bien se trate de evaluaciones temáticas.

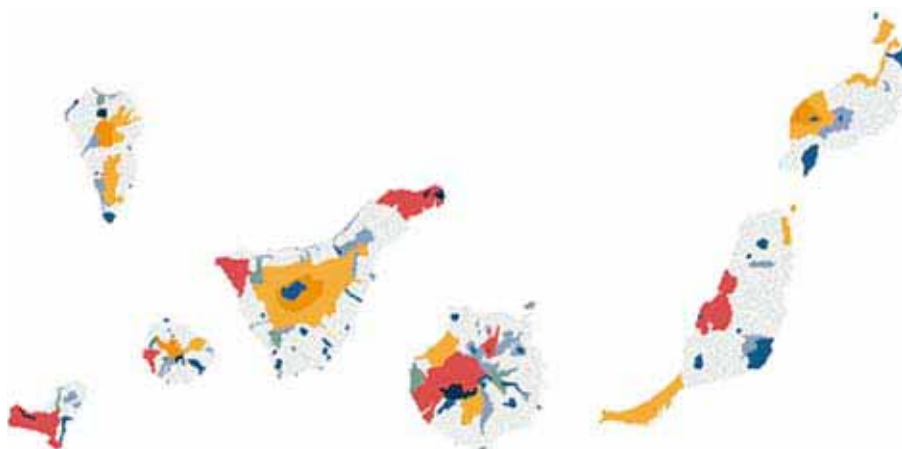
Sobre los resultados obtenidos, que pueden observarse, agregados, en la Síntesis de Resulta-

dos de la EME o, desglosados, en el documento completo de evaluación del ecosistema insular macaronésico, se pueden hacer algunas consideraciones importantes.

En primer lugar, se puede observar que en Canarias más del 40% del territorio se encuentra bajo algún tipo de protección, con puntas del 58% en El Hierro, lo que supone largamente el índice más alto de toda España (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2011). Un porcentaje que se mantiene invariado desde 1997.

Pero de la evaluación se desprende que el 61% de los servicios ofrecidos por los ecosistemas se han degradado (63% servicios de abastecimiento, 83,3% servicios de regulación y 33,3% servicios culturales), con lo que se puede concluir que los espacios naturales protegidos (ENP), si bien están conservando en buen estado algunos de los ecosistemas canarios (a pesar de que recientemente se haya reducido significativamente la protección de las especies albergadas en ellos), no están preservando el sistema de la degradación debida a las actividades humanas. Confirmando así la tendencia que ve la conservación de la biodiversidad como complementaria en el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas, pero no suficiente (Onaindía, 2010).

Este fenómeno, además de la reducida extensión de los ecosistemas y a su fragmentación, parece estar fuertemente relacionado con los modelos de producción y consumo adoptados en las islas, que se revelan absolutamente in-



Red de espacios naturales protegidos de Canarias. Se evidencian las diversas categorías de protección y la elevada fragmentación. Fuente: Gobierno de Canarias



Diferentes resultados del abandono de medianías en La Gomera (izq.) y en Tenerife (dcha.). Fotos: Giuseppe Nerilli.

adecuados respecto a la resiliencia del sistema, así como a su capacidad de continuar ofreciendo los servicios necesarios para mantener tales patrones.

Es decir, se ha adoptado una gestión de tipo “continental” del archipiélago cuyo mantenimiento, además de basarse en la sobreexplotación de los ecosistemas, necesita de ingentes aportes de recursos externos, lo que aumenta la dependencia del exterior y, con ella, la vulnerabilidad del sistema frente a los cambios que puedan ocurrir (económicos, climáticos, sociales, debidos a conflictos, etc.).

Los gritos de alarma de ese modelo de desarrollo inadecuado adoptado en las islas están sonando alto y fuerte ya desde hace años y también han hecho sentir su peso en el ámbito de la EME.

Solo por citar algunos de los resultados más importantes que se ven fuertemente influenciados por el modelo de producción y consumo adoptado, se pueden recordar:

- El aumento vertiginoso de los cultivos agrícolas intensivos y tecnificados que han contribuido en gran medida a la sobreexplotación y a la contaminación de acuíferos, a los ingentes aportes de insumos externos a través del riego y de los fertilizantes, a la ocupación de suelos, al abandono de las medianías con importantes reducciones de los servicios culturales y de regulación a ellas asociados y, de no menor importancia, a la activación de un mecanismo de exportación del agua

incorporada en los productos, cuyo abastecimiento es ya escaso en las islas. Esto ha dado como resultado, además, en la última década, una reducción de la producción frente a un aumento de la superficie cultivada.

- El modelo de desarrollo adoptado, basado en el turismo de masas, ha generado importantes cambios en la ocupación de suelos, con alteraciones en servicios de regulación de gran valor para las islas, y en el consumo de servicios, sobre todo alimentarios, hídricos y energéticos, lo que merma a veces irreversiblemente la capacidad de respuesta de los ecosistemas insulares y aumenta la dependencia del archipiélago de ingentes introducciones de insumos externos, que no hacen más que aumentar la vulnerabilidad socioeconómica del sistema frente a posibles desequilibrios económicos mundiales. También debido al turismo se han visto mejorados algunos servicios culturales, relacionados sobre todo con las actividades agroalimentarias que el flujo turístico ha contribuido a rentabilizar y, por consiguiente, a conservar.
- La cementificación del territorio, debida al aumento poblacional, bien sea residente o fluctuante, pero también al aumento de las

Se ha adoptado una gestión de tipo “continental” del archipiélago cuyo mantenimiento, además de basarse en la sobreexplotación de los ecosistemas, necesita de ingentes aportes de recursos externos, lo que aumenta la dependencia del exterior y, con ella, la vulnerabilidad del sistema frente a los cambios que puedan ocurrir (económicos, climáticos, sociales, debidos a conflictos, etc.)

El modelo de desarrollo adoptado, basado en el turismo de masas, ha generado importantes cambios en la ocupación de suelos, con alteraciones en servicios de regulación de gran valor para las islas, y en el consumo de servicios, sobre todo alimentarios, hídricos y energéticos, lo que merma a veces irreversiblemente la capacidad de respuesta de los ecosistemas insulares

estructuras recreativas relacionadas con el turismo y a las infraestructuras a su servicio, ha contribuido enormemente a la fragmentación de los ecosistemas, lo que reduce su resiliencia hasta niveles a veces irrecuperables; asimismo la reducción de la capacidad de amortiguación de perturbaciones frente a los eventos climáticos con efectos devastadores, como riadas y avenidas, aumenta la vulnerabilidad del sistema socioecológico y

económico frente a este tipo de eventos, que se prevén cada vez más frecuentes.

Tanto es así que, mientras el cambio de uso de suelos resulta ser el impulsor directo de cambio más importante, aún más importancia parecen tener los impulsores indirectos de cambio.

En particular, además de los ya citados modelos de producción y consumo, revelan toda su importancia las tendencias demográficas, en neto aumento tanto de residentes como de visitantes, el rol del sector privado y del comercio internacional de bienes y servicios, así como un marco legal favorable al consumo de servicios. Mientras que la producción y diseminación de material científico, fundamental para la adopción de nuevas y más eficientes tecnologías, que podría jugar un rol muy importante en la reducción de los consumos de servicios, hasta ahora parece contribuir en mayor medida solo a una explotación más tecnificada.

De no menor importancia, dada la condición de insularidad y la fragmentación de los ENP, es la introducción de especies exóticas invasoras cuyos efectos, en todo caso negativos, son muy difíciles de prever.

Dato	1960	1970	1980	1990	2000	2006
Población (M)	0,94	1,17	1,44	1,64	1,78	1,99
N.º Turistas (M)	0,07	0,79	2,23	5,46	12,0	12,5
Densidad de población (hab/km ²)	130	155	189	206	231	266
Sup. Cultivada (miles ha)	95	68	60	49	46	46
Consumo de petróleo (m ton. de petróleo eq.)	–	827	1 442	2 473	3 155	?
Consumo de energía eléctrica (GW)	–	890	1 680	3 423	6 292	8 278
Consumo de cemento (M ton.)	–	0,76	1,22	1,57	2,65	2,43
N.º de coches (M)	0,02	0,08	0,28	0,5	1,08	1,30
Pob. Activa en agricultura (%)	54	28	17	7	6	4,6
Pob. Activa en el sector servicios (%)	27	46	55	62	70	?
Desempleo (%)	2	1	18	26	13	11,5
Expectativa de vida-mujeres (años)	65	75	77	80	82	83
Alfabetización (%)	36,2	–	91,7	95,7	96,4	?
Renta per cápita (miles \$)	4,3	8,8	11,4	15,4	17,2	25,8

Cambio en el modelo de desarrollo (1960-2006) desde uno principalmente agrícola a uno basado en el turismo de masas. Este cambio ha conllevado una transformación abrupta de la sociedad canaria así como de sus paisajes y ecosistemas. Se pasa en 40 años de recibir setenta mil turistas a 12 millones; la población residente se duplica y, con ella, la densidad; el consumo de cemento se multiplica por cinco, y el de energía, casi por diez.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Fernández-Palacios *et al.*, 2004, *cit.* en Fernández-Palacios, J. M. & Whittaker, R. J., 2008.

DE LA EME HACIA EL FUTURO

Como ya se ha evidenciado antes, en Canarias la protección de la biodiversidad es la más alta de todo el territorio nacional, y no podría ser menos considerando que el archipiélago concentra los más altos porcentajes de endemismos en solo el 1,5% del territorio, pero esto no ha logrado frenar la degradación de los servicios.

Muy probablemente la degradación se ha debido a ese afán de crecimiento económico *tout court* que se ha arraigado, en mayor o menor medida, en todos los países del mundo, pero también a una profunda ignorancia de las relaciones que unen los ecosistemas al bienestar en diversas escalas.

De hecho, los servicios de regulación, es decir aquellos que tendencialmente presentan relaciones ecosistemas/bienestar menos evidentes a primera vista, son los que más han sufrido la falta de visión global y, a largo plazo, de la gestión del territorio (el 83,3% de ellos resultan degradados).

En 2005, el Inventario Nacional de Erosión de Suelos y el Plan Hidrológico de Canarias presentaban datos muy negativos respecto al riesgo de erosión y de deslizamientos y derrumbes, el primero, y de sobreexplotación y contaminación de acuíferos, el segundo, sin que al parecer se hayan tomado medidas eficientes para contrarrestar esos fenómenos y, lo que puede ser peor, sin

que se haya activado un sistema de monitoreo constante de la evolución de los fenómenos en aras de tomar las medidas correspondientes.

El no saber, poder o querer tomar medidas eficaces para reducir los posibles daños a sistemas tan importantes para la estabilidad del archipiélago es emblemática de una gestión del territorio enfocada hacia los resultados socioeconómicos a breve y medio plazo, sin indagar sobre el estado de las bases ecológicas sobre las que se asientan.

A través de la EME se han dado los primeros pasos para colmar ese vacío, pero muchísimo queda por hacer para implementar una *gobernanza* real del territorio.

Además de completar la evaluación, haciéndola coincidir con los términos administrativos correspondientes, es importante involucrar a todos aquellos que tienen el conocimiento, científico o no, de las islas, para que aporten ese conocimiento a la definición de las necesidades de gestión del territorio.

Para ello, divulgar a un público amplio los resultados que se van obteniendo es un paso esencial para que la máquina de la discusión se ponga en marcha y se cree atención sobre el tema, lo que evidencia además las necesidades de capacitación al respecto.

Establecer así un proceso participativo que involucre a un gran número de expertos en la mayor diversidad de disciplinas para que, concertados con las Administraciones, constituyan un panel de discusión en el que se evidencien las necesidades y las prioridades de gestión del territorio y se pongan manos a la obra para establecer los índices necesarios para monitorear las políticas que se vayan implementando.

Además, es necesario promover el intercambio científico para que se completen, o para que se emprendan, estudios que se revelan necesarios para la comprensión de la estabilidad en la relación ecosistemas/bienestar y para que de la colaboración interdisciplinar y multidisciplinar



Niveles de integración de las opciones de respuesta a los cambios evidenciados. La vulnerabilidad del sistema insular se ve influenciada por el modelo de desarrollo adoptado que, a su vez, depende de la red de *gobernanza* del territorio y que, todos juntos, orientan los principales impulsores, directos e indirectos, de cambio. Fuente: elaboración propia.

nazcan estudios más adecuados a las necesidades prioritarias de gestión a largo plazo.

Es decir, crear un grupo de discusión que permita elaborar herramientas y metodologías que mejoren las capacidades de involucrar a aquellos que tienen el conocimiento, de acceder, generar, usar y diseminar la información, de planificar y desarrollar políticas e implementarla eficazmente, de monitorear y evaluar los resultados.

Y finalmente, poner en pie un sistema de intercambio de buenas prácticas para que mejore el acceso a los ejemplos de estrategias ganador-ganador, a las políticas de economía verde, a las políticas fiscales diferenciadas, a las prácticas implementadas en el sector privado y en la sociedad civil, a las certificaciones pertinentes y a la visión a largo plazo.

En fin, estos serían los pasos que se habrían seguir, pero ante todo es necesario admitir que hay un problema en la relación Administración/sistema socioecológico. ❀

REFERENCIAS

- Braat, L. y Ten Brink P. (eds.), 2008. *The cost of policy inaction. The case of not meeting the 2010 biodiversity target*. Wageningen/Brussels.
- CBD, 2010. *Strategic plan for biodiversity 2011-2020 including Aichi targets*. COP 10, decision X/2. Nagoya.
- EASAC, 2009. *Ecosystem services and biodiversity in Europe*. European Academic Science Advisory Council. The Royal Society. Londres.
- European Environment Agency, 2011. *Europe's environment: An assessment of assessments*. Copenhagen.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España, 2011. *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados*. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Fernández-Palacios J. M., Arévalo J. R., Delgado J. D. y Otto R., 2004. *Canarias: ecología, medio Ambiente y desarrollo*. Centro de la Cultura Popular de Canarias. La Laguna.
- IEEP, Alterra; Ecologic, PBL y UNEP-WCMC, 2009. *Scenarios and models for exploring future trends of biodiversity and ecosystem services changes*. Final report to the European Commission, DG Environment on Contract ENV.G.1/ETU/2008/0090r. Institute for European Environmental Policy, Alterra Wageningen UR, Ecologic, Netherlands Environmental Assessment Agency, United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre.
- Landsberg, F., Ozment, S., Stickler, M., Henninger, N., Treweek, J., Venn, O. y Mock, G., 2011. *Ecosystems services review for impact assessments: Introduction and guide to scoping*. WRI Working paper. World Resources Institute. Washington DC.
- Layke, C., 2009. *Measuring nature's benefits: A preliminary roadmap for improving ecosystem service indicators*. WRI Working paper. World Resources Institute. Washington DC.
- Millenium Ecosystems Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being. A framework for assessment*. Millenium Ecosystems Assessments series. Islands Press. Washington DC.
- Nerilli, G., Naranjo Cigala, A., Fernández-Palacios J. M., 2011. "La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España: El Ecosistema Insular Macaronésico". en *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España*. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Observatorio de la sostenibilidad en España, 2011. *Sostenibilidad en España 2011*. Informe anual de la sostenibilidad en España. Alcalá de Henares.
- Onaindía Onalde M., 2010. "Biodiversidad y servicios de los ecosistemas". en Viota Fernández N. y Maraña Saavedra M. (coord.), 2010. *Servicios de los ecosistemas y el bienestar humano*. UNESCO Etxea. Bilbao.
- Ranganathan, J., Raudsepp-Hearne, C., Lucas, N., Irwin, F., Zurek, M., Bennett, K., Ash, N., y West P., 2008. *Ecosystem services: A guide for decision makers*. World Resources Institute. Washington DC.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2008. *Protected areas in today's world: Their values and benefits for the welfare of the planet*. Technical series n.º 36. Montreal.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity y UNESCO, 2010. *Study of the nexus between biological and cultural diversity*. International conference on biological and cultural diversity: Diversity for development – Development for diversity. Information document. Montreal.
- TEEB, 2010. *La economía de los ecosistemas y la diversidad: Incorporación de los aspectos económicos de la naturaleza. Una síntesis del enfoque, las conclusiones y las recomendaciones del estudio TEEB*.
- UNEP/IPBES, 2012. *Possible elements of the work programme of the platform*. Intersessional process document MI/2/2. Panama City.
- UNEP/IPBES, 2010. *Opciones para mejorar la interfaz científico-normativa en el ámbito de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas*. 3.ª reunión especial a nivel intergubernamental y de múltiples interesados directos sobre una plataforma intergubernamental científico-normativa sobre diversidad biológica y servicios de los ecosistemas. Busan.
- UNEP-WCMC, 2011. *Capacity building for IPBES: Needs and options*. A scoping paper prepared for the Norwegian Directorate for Nature Management.
- UNEP-WCMC, 2011. *Developing ecosystem service indicators: Experiences and lessons learned from sub-global assessments and other initiatives*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Technical series n.º 58. Montreal.
- UNESCO, 2008. *Links between biological and cultural diversity – concepts, methods and experiences*. Report of an international workshop. Paris.

Lagos y humedales en la evaluación de los ecosistemas del milenio en España

C. Borja Barrera

Departamento de Geografía Física y AGR. Universidad de Sevilla

A. Camacho González

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva. Universidad de Valencia

M. Florín Beltrán

Sección de Humedales, Centro Regional de Estudios del Agua. Universidad de Castilla-La Mancha

El conocimiento actual sobre el funcionamiento de lagos y humedales permite afirmar que este tipo de sistemas naturales desempeñan un papel fundamental en incontables procesos de carácter hidrológico, geomorfológico, ecológico... (Mitsch y Gosselink, 2003), al tiempo que son depositarios de significativos valores estéticos y de valiosas nociones al respecto de los usos tradicionales del suelo, etc. En muchas regiones no solo constituyen un componente elemental del sistema natural, sino también del socioeconómico, sobre los que descansan, incluso, una parte del patrimonio popular, y son una herramienta de gran valor en la educación ambiental. No es exagerado afirmar, por tanto, que lagos y humedales y, especialmente, estos últimos, suponen una de las principales reservas de biodiversidad en el planeta, además de una fuente elemental de servicios ecosistémicos para la sociedad, tanto de abastecimiento como de regulación o de tipo cultural (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

El presente trabajo, que resume lo referido a este tipo de ecosistemas en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (2011), se centra precisamente en la revisión de la situa-

ción en la que se encuentran los servicios que prestan a la sociedad española los lagos y humedales al tiempo que se analiza su tendencia a medio-largo plazo.

ESTADO ACTUAL DE LOS LAGOS Y HUMEDALES ESPAÑOLES

La tipología de lagos y humedales presentes en España es muy diversa (Casado y Montes, 1995) desde cualquier punto de vista desde el que se aborde su caracterización (genético-funcional, hidrológica, físico-química, comunidades biológicas, tamaño, etc.), pues se reconocen la presencia de tipos ecológicos únicos en el continente europeo como son, por ejemplo, las lagunas interiores salinas o lagunas cársticas en yesos entre otras (Camacho *et al.*, 2009). Sin embargo, la importancia de este enorme y exclusivo patrimonio natural ha sido tradicionalmente infravalorada y poco percibida por la sociedad.

En este sentido, durante el siglo pasado y, especialmente, en la segunda mitad del mismo, se produjo en nuestro país la desaparición física de



aproximadamente el 60% de la superficie ocupada por lagos y humedales (Casado y Montes, 1995). El desarrollo de una legislación que amparaba e, incluso, potenciaba la desecación de este tipo de ecosistemas, el avance de la frontera agraria, la escasa conciencia medioambiental, el progreso imparable de la tecnología, el desarrollismo urbanístico en los litorales, etc., son algunos de los elementos que se combinaron a lo largo del siglo pasado y originaron la pérdida de más de la mitad de los ámbitos palustres y lacustres españoles (Camacho, 2008.). La desaparición y/o transformación de los humedales compromete a medio/largo plazo el suministro de servicios que prestan a la sociedad.

La histórica falta de atención específica a este tipo de ecosistemas –si bien se está paliando progresivamente por lo que respecta a aspectos relacionados con su conservación y su protección– se percibe igualmente en la escasa información disponible en el ámbito estatal en re-

lación con estos ecosistemas. La única fuente de datos de carácter nacional la constituye el Inventario Nacional de Zonas Húmedas que se llevó cabo entre los años 1988 y 1991, y no se ha generado desde ese momento una información global con carácter estatal, ni se ha actualizado dicho inventario, ni se ha puesto a disposición de investigadores ni del público en general e, igualmente, tampoco se ha generado una cartografía nacional en la que se localicen detalladamente dichos ecosistemas, si bien se han desarrollado únicamente algunos trabajos más específicos en determinadas comunidades autónomas (Montes *et al.*, 2005). Esta situación constituye una enorme limitación a la hora de analizar y estudiar cualquier aspecto relacionado con este tipo de ecosistemas, desde su tipificación y clasificación, a la caracterización de su estado de conservación, entre otros muchos aspectos, aunque con la implementación de la Directiva Marco del Agua y de la Directiva Hábitats se está intentando revertir esta situación.

Laguna Primera de Palos en la costa de Huelva junto a las instalaciones del Polo Químico (Foto: C. Borja).

Durante el siglo pasado y, especialmente, en la segunda mitad del mismo, se produjo en nuestro país la desaparición física de aproximadamente el 60% de la superficie ocupada por lagos y humedales. El desarrollo de una legislación que amparaba e, incluso, potenciaba la desecación de este tipo de ecosistemas, el avance de la frontera agraria, la escasa conciencia medioambiental, el progreso imparable de la tecnología, el desarrollismo urbanístico en los litorales, etc., son algunos de los elementos que se combinaron a lo largo del siglo pasado y originaron la pérdida de más de la mitad de los ámbitos palustres y lacustres españoles

LOS SERVICIOS QUE PRESTAN A LA SOCIEDAD ESPAÑOLA LOS LAGOS Y HUMEDALES

Los lagos y humedales españoles suministran un gran número de servicios de diversa índole (abastecimiento, regulación y culturales) que contribuyen al bienestar de la sociedad española y que se manifiestan en ámbitos espacio-temporales igualmente diversos. Los beneficios que obtiene la sociedad de los servicios que proveen este tipo de ecosistemas húmedos van desde el abastecimiento de agua, la regulación climática, la mitigación del cambio climático, la potabilización y depuración de agua, la reserva de material genético, la protección frente a inundaciones, etc., hasta la provisión de alimentos, fibras, o al disfrute estético, paisajístico y espiritual, entre otros muchos.

En este sentido, el mantenimiento de la integridad ecológica de lagos y humedales es, como para cualquier otro tipo de ecosistema, la base para garantizar sus funciones y, por tanto, asegurar su capacidad de generar servicios que contribuyan al bienestar de la sociedad española. El mantenimiento de los patrones naturales que caracterizan a los tipos específicos de lagos y humedales, incluidos sus ritmos de fluctuación natural y, en general, los procesos ecológicos básicos, es la base de la resiliencia de estos ecosistemas y, con ello, la garantía del mantenimiento de sus servicios. Dicho de otro modo, la sobreexplotación de los servicios que

proporcionan dichos ecosistemas, es decir, sobrepasar sus tasas de renovación natural y su resiliencia, provocará alteraciones en sus funciones y, por tanto, la pérdida de su capacidad de generar beneficios en la actualidad y para las generaciones futuras.





En el presente trabajo los servicios que los lagos y humedales españoles proporcionan a la sociedad se han agrupado en tres grandes conjuntos: abastecimiento, regulación y culturales. En la tabla 1 aparecen relacionados dichos servicios, así como la tendencia que muestran a medio-largo plazo.

Servicios de abastecimiento. Los servicios de abastecimiento que proporcionan los humedales españoles son muy diversos, entre los más importantes destacan el suministro de agua potable (para consumo directo y para riego), alimento (cultivos, acuicultura, pesca, marisqueo...) y productos bioactivos, materias primas de origen biológico (fibra, madera...) y de origen geótico (sal, áridos...), fuente de energía (hidroeléctrica, mareomotriz, turba...), genéticos y ecológicos (reservorio de biodiversidad en los diferentes niveles de organización, hábitats de interés comunitario) y, finalmente, los relacionados con medicina natural, cosmética, termalismo...

Servicios de regulación. Los lagos y humedales españoles proporcionan un importante catálogo de servicios de regulación entre los que

Tabla 1. Evaluación del estado y tendencias de los servicios de los lagos y humedales agrupados por tipos de servicios. El color indica la importancia del servicio para la sociedad española

Tipo	Servicio	Situación
ABASTECIMIENTO	Producción agrícola	↓
	Ganado	↓
	Pesca y marisqueo	↓
	Acuicultura	↗
	Alimentos vegetales silvestres	↓
	Caza para la alimentación	↓
	Agua para usos diversos	↓
	Materias primas de origen biológico	↓
	Materias primas de origen mineral	↗
	Energías renovables	↔
	Acervo genético	↓
Medicinas naturales y principios activos	↗	
REGULACIÓN	Regulación climática	↓
	Regulación de la calidad del aire	↓
	Regulación hídrica (cantidad y calidad)	↓
	Regulación morfosedimentaria	↓
	Formación y fertilidad del suelo	↓
	Regulación de las perturbaciones naturales	↓
	Control biológico	↓
CULTURALES	Conocimiento científico	↗
	Conocimiento ecológico local	↘
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	↓
	Valor espiritual y religioso	↗
	Paisaje - disfrute estético	↑
	Actividades recreativas y ecoturismo	↑
	Educación ambiental	↑

	Alto	↑	mejora del servicio
	Medio-Alto	↗	tendencia a mejorar
	Medio-Bajo	↔	tendencia mixta
	Bajo	↘	tendencia a empeorar
		↓	empeora el servicio

reviste especial importancia el papel que juegan como reguladores de los ciclos biogeoquímicos, tales como los relacionados con la reducción del contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo en el agua, así como en el mantenimien-

to del balance de carbono en las masas de agua y sumidero de este elemento. Ejercen también una importante labor en la regulación hídrica mitigando el efecto de inundaciones y sequías, o proporcionando humedad al suelo, al tiempo



Piscifactoría ubicada en las marismas del Río Piedras en la costa de Huelva. Foto: C. Borja.

que amortiguan el efecto de perturbaciones naturales (por ejemplo, riadas y temporales marítimos), especialmente en los ámbitos costeros.

Son igualmente esenciales en el mantenimiento de la biodiversidad ya que constituyen el hábitat natural de numerosas especies.



Laguna El Sopotón en el Parque Nacional de Doñana. Foto: C. Borja.

Servicios culturales. Por su parte, los servicios culturales de los humedales constituyen una de sus principales señas de identidad. Los paisajes del agua son reivindicados y solicitados cada vez más por la sociedad, pues en ellos se desarrollan gran cantidad de actividades recreativas (pesca, caza, baño, actividades deportivas...), al tiempo que se ha producido un importante aumento de un turismo de naturaleza, que visita cada vez más estos ámbitos, y del uso de los humedales como recurso didáctico para la educación ambiental. También se ha incrementado en las últimas décadas el conocimiento científico de este tipo de ecosistemas, según indica el sustancial aumento de las publicaciones, de la inversión pública para el desarrollo de proyectos de investigación y el de programas de educación ambiental entre otros aspectos. El disfrute estético y espiritual de este tipo de ecosistemas ha experimentado igualmente un importante repunte en las últimas décadas, que contrasta con la pérdida de identidad cultural y de sentido de pertenencia asociados al envejecimiento de la población y despoblamiento de los ámbitos circundantes.

LA TENDENCIA DE LOS SERVICIOS

La tendencia en el estado de los servicios de los humedales españoles es, con honrosas excepciones, de degradación más o menos generalizada. La pérdida de integridad ecológica que sufren muchos de los lagos y humedales españoles marca una tendencia a la baja en el estado global de los servicios que de ellos obtiene la sociedad. La alteración de las funciones ecológicas que soportan los servicios que suministran, acompañado del aumento en las tasas de afección provocadas por impulsores directos e indirectos de cambio, han desembocado en una situación actual preocupante que debe hacer reflexionar sobre la validez de las políticas actuales aplicadas a la conservación de este valioso capital natural.

El 67,8% de los servicios de los ecosistemas de lagos y humedales evaluados durante el desarrollo del proyecto en el que se apoya el presente trabajo se están degradando o se están utilizando de una manera no sostenible.

Los servicios que presentan una situación peor son los de regulación, principalmente los de regulación hídrica, climática, morfosedimentaria..., que son además los menos visibles a la sociedad, junto con algunos otros del grupo de abastecimiento, como son la producción de alimentos, la provisión de agua para consumo, materiales de origen biológico y mineral, o el acervo genético. Los que presentan una mejor situación, por el contrario, son los de tipo cultural, como la educación ambiental, el disfrute estético y paisajístico, las actividades recreativas o el conocimiento científico, entre otros.

En el caso de los servicios de abastecimiento las tendencias observadas desde un punto de vista global muestran un proceso de degradación, especialmente en el caso de los servicios más significativos, como la provisión de alimentos (excepto la acuicultura), el suministro de agua para cualquier uso, el abastecimiento de materiales de origen biológico y animal o el mantenimiento del acervo genético. Escapan a esta tendencia, sin embargo, servicios como la obtención de medicinas naturales y principios activos que cada vez son más solicitados por la sociedad, así como el suministro de energías renovables que se mantiene en una situación estacionaria. Por su parte, las previsiones para los servicios de regulación desempeñados por los lagos y humedales españoles son, igualmente, de malas a muy malas. Todos los indicadores considerados en la Tabla 1 muestran una tendencia al empeoramiento, y se observa con especial preocupación la pérdida de capacidad de estos ecosistemas para desarrollar sus funciones de regulación hídrica, climática, morfosedimentaria, biológica, etc. Finalmente, las tendencias de los servicios culturales son mejores en términos generales que las anteriores, lo que evidencia un creciente interés por parte de la sociedad española hacia los lagos y humedales en relación sobre todo con los servicios de disfrute paisajístico y estético, recreativo, educación ambiental y valor espiritual. Igualmente, desde el punto de vista científico se ha avanzado notablemente en el conocimiento del funcionamiento de este tipo de ecosistemas. Esta tendencia al alza se rompe únicamente en el caso de la identidad cultural y el sentimiento de

La tendencia en el estado de los servicios de los humedales españoles es, con honrosas excepciones, de degradación más o menos generalizada. La pérdida de integridad ecológica que sufren muchos de los lagos y humedales españoles marca una tendencia a la baja en el estado global de los servicios que de ellos obtiene la sociedad

arraigo de las poblaciones cercanas, que está en franco retroceso debido al aumento del despo- blamiento de las áreas rurales y, especialmente, al envejecimiento de la población depositaria de estos valores.

Se puede afirmar, en síntesis, que el aumento de las tasas de explotación de los servicios de abaste- cimiento, sobre todo en lo que se refiere a los usos del agua, sustento básico de los humedales, está teniendo consecuencias nefastas para el manteni- miento de los servicios de regulación, que son los que en peores circunstancias se encuentran en la actualidad y cuyo futuro inmediato no es nada alentador. Esta situación contrasta, sin embargo, con el deseo de la sociedad de disfrutar cada vez

más de unos ecosistemas acuáticos sanos y bien conservados, y con exigencias normativas, como la de la Directiva Marco del Agua, de alcanzar el buen estado ecológico de nuestros ecosistemas acuáticos en un plazo cercano. En ese sentido, es necesario recalcar que, más allá de las políticas meramente de conservación de la naturaleza, el mantenimiento o la recuperación de la calidad ecológica de nuestros lagos y humedales no pue- de basarse únicamente en el establecimiento de medidas específicas de protección o restauración sino que, siendo ecosistemas que juegan un papel esencial en el ciclo hidrológico y que requieren el agua como elemento básico, debe enmarcarse en una política hídrica y de ordenación territorial que permita el mantenimiento de este capital natural y, con ello, mantenga o mejore los réditos que dicho capital proporciona a la sociedad espa- ñola, algo alcanzable si conseguimos una buena salud ecológica de nuestras zonas húmedas.

LAS CAUSAS DE LA PÉRDIDA DE SERVICIOS

Los impulsores de cambio directo considerados en el presente trabajo que afectan a los lagos y humedales de España son los relacionados con los cambios en los usos del suelo, el cambio climático, la contaminación, la proliferación de especies invasoras, los cambios en los ciclos biogeoquímicos y la sobreexplotación hídrica (especialmente de los acuíferos) (Figura 1).

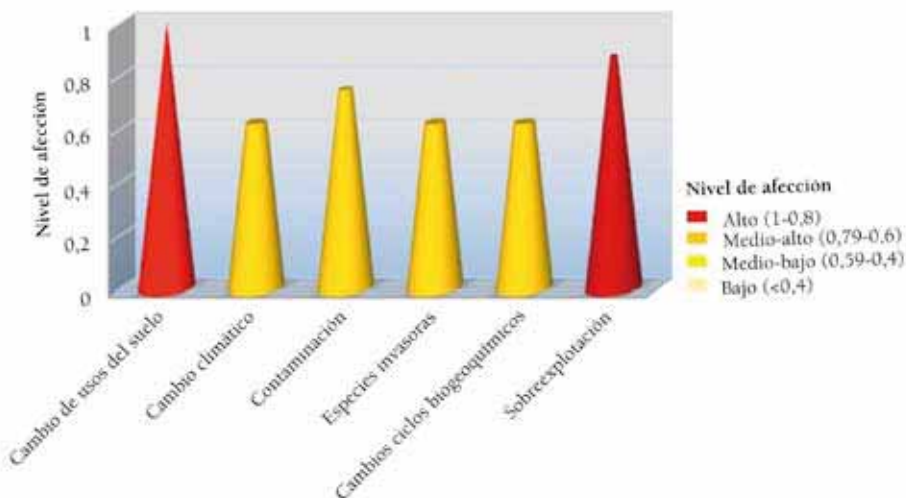


Figura 1. Impulsores de cambio directo que afectan a la integridad ecológica de los lagos y humedales españoles.

Este tipo de ecosistemas es muy sensible a la acción de impulsores directos de cambio como los derivados de la transformación de los usos tradicionales del suelo. El cambio de una agricultura tradicional a una totalmente mecanizada ha provocado el desarrollo de altas tasas de erosión y de puesta en circulación de importantes volúmenes de sedimentos, que terminan por colmatar las cubetas lagunares. El aumento de la contaminación por pesticidas, fertilizantes, etc., es otra gran amenaza para los humedales españoles, así como los cambios en el balance de los ciclos biogeoquímicos. La proliferación de especies invasoras que desplazan a las poblaciones autóctonas es otro problema relevante. Otros impulsores directos de cambio con un horizonte a corto/medio plazo están relacionados con el cambio climático, en la medida en que aumenta la aridez y se produzca una reducción de las precipitaciones, que son el principal motor del funcionamiento de este tipo de ecosistemas.

El nivel de impacto para los impulsores directos de cambio relacionados con los cambios en los usos del suelo presenta una intensidad muy alta, así como una tendencia muy rápida en el impacto. Por su parte, la sobreexplotación de los acuíferos muestra una intensidad igualmente muy alta y una tendencia hacia el aumento. Impulsores directos de cambio, como el cambio climático y la contaminación, muestran el mismo nivel de intensidad aunque el primero mantiene una tendencia continua mientras que el segundo muestra una tendencia al alza. Finalmente, tanto especies invasoras como cambios en los ciclos biogeoquímicos presentan una intensidad moderada manteniendo el primero de ello una rápida tendencia a aumentar, mientras que el segundo exhibe una tendencia de aumento moderado. De forma genérica, puede considerarse que estas tendencias conllevan una pérdida o degradación de los servicios globales que los humedales españoles proporcionan a la sociedad.

ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

En las últimas décadas se ha avanzado ostensiblemente en el reconocimiento del valor de

los humedales y de la importancia de su conservación, aunque todavía se está bastante lejos de conseguir una verdadera integración de esta concepción en la sociedad. Si bien es cierto que desde los años ochenta del siglo pasado se ha producido una inflexión en el ritmo de destrucción y alteración de humedales en España, aún hoy las amenazas que se ciernen sobre este tipo de ecosistemas y, con ello, sobre los servicios que proporcionan a la sociedad, son enormemente variadas y peligrosas.

De este escenario resulta que el estado de conservación actual de los humedales españoles es malo o muy malo, por lo que el suministro de

Este tipo de ecosistemas es muy sensible a la acción de impulsores directos de cambio como los derivados de la transformación de los usos tradicionales del suelo. El cambio de una agricultura tradicional a una totalmente mecanizada ha provocado el desarrollo de altas tasas de erosión y de puesta en circulación de importantes volúmenes de sedimentos, que terminan por colmatar las cubetas lagunares. El aumento de la contaminación por pesticidas, fertilizantes, etc., es otra gran amenaza para los humedales españoles, así como los cambios en el balance de los ciclos biogeoquímicos. La proliferación de especies invasoras que desplazan a las poblaciones autóctonas es otro problema relevante

Revertir esta situación requiere, en primer lugar, la adopción de un nuevo marco de referencia conceptual y la implementación de medidas de gestión acordes con el mismo. En este sentido, la consideración de los lagos y humedales conceptuados como *capital natural*, es decir, como un patrimonio que tiene un valor de mercado definido, es una línea estratégica que puede ayudar a acelerar el proceso de adopción de esta nueva propuesta. La idea de que cada vez que destruimos un humedal o alteramos su funcionamiento estamos generando también grandes pérdidas económicas es un argumento que es entendido rápidamente por la sociedad y los gestores

los servicios que proporcionan a la sociedad española está comprometido a medio/largo plazo de mantenerse las actuales tendencias de su uso y explotación. Esta situación, sin embargo, no es suficientemente percibida por la sociedad en general, y los gestores en particular, que siguen pensando, los primeros, que con establecer una figura de protección y delimitar un ámbito alrededor del humedal es suficiente para garantizar su conservación, y los segundos, que continúan aplicando medidas de gestión que no tienen en consideración el nivel de interdependencia e interacción de estos sistemas con otros en distintas escalas espacio-temporales, necesarias, por lo demás, para el mantenimiento de su integridad ecológica.

Revertir esta situación requiere, en primer lugar, la adopción de un nuevo marco de referencia conceptual y la implementación de medidas de gestión acordes con el mismo. En este sentido, la consideración de los lagos y humedales conceptuados como *capital natural*, es decir, como un patrimonio que tiene un valor de mercado definido, es una línea estratégica que puede ayudar a acelerar el proceso de adopción de esta nueva propuesta. La idea de que cada vez que destruimos un humedal o alteramos su funcionamiento estamos generando también grandes pérdidas económicas es un argumento que es entendido rápidamente por la sociedad y los gestores. En esta línea es importante transmitir a la sociedad la idea de la importancia de no perder más capital e, igualmente, la de invertir en recuperar el que se ha perdido en los últimos tiempos a través de la implementación de programas de restauración, todo ello enmarcado en una política de ordenación territorial y gestión del agua que garantice el mantenimiento del capital natural de nuestros lagos y humedales y con ello de los servicios que nos proporcionan. ❀

REFERENCIAS

- Camacho, A., 2008. "La gestión y protección de humedales en la política de aguas en España". En del Moral, L. y Hernández, N. (eds), *Panel Científico-Técnico de Seguimiento de la Política de Aguas*, Universidad de Sevilla.
- Camacho, A.; Borja, C.; Valero-Garcés, B.; Sahuquillo, M.; Soria, J. M.; Rico, E.; de la Hera, A.; Santamans, A. C.; García de Domingo, A.; Chicote, Á. y 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.
- Casado, S. y Montes, C., 1995. *Guía de los lagos y humedales de España*. J. M Reyero Editor, Madrid.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España, 2011. *La evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados*. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- Millenium Ecosystem Assessment, 2005. *Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua*. Island Press, Washington, D.C. www.MAweb.org.
- Mitsch, W. J. y Gosselink, J. C., 2003. *Wetlands*. John Wiley and Sons, Nueva York.
- Montes, C.; González-Capitel E. y Rubio, J. C. (coord.), 2005. *Plan Andaluz de Humedales*. Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía). Sevilla.



Por logística.

Por facilidad.

Por comodidad.

Por tu empresa.

Por el planeta.

Por todos.

No hay un buen motivo para reciclar. Hay muchos.

AMBILAMP pone a disposición de tu empresa un sistema cómodo y gratuito para recoger los fluorescentes y bombillas de bajo consumo fundidas.

Infórmate en el 900 102 749 y solicita uno de nuestros contenedores para tu empresa.

www.ambilamp.es



Información y recogidas: 900 102 749

La evaluación de los ecosistemas del milenio en el litoral español y andaluz

J. Adolfo Chica Ruiz, M. Luisa Pérez Cayeiro y J. Manuel Barragán Muñoz

Los ecosistemas litorales de España (Barragán y Borja, 2010) y Andalucía (Chica y Barragán, 2011) proporcionan enormes beneficios al bienestar humano a través de los múltiples servicios que generan a la sociedad. Los tipos de servicios ambientales que ofrecen dichos ecosistemas son numerosos y diversos: tanto los de abastecimiento y culturales, como, sobre todo, los de regulación se consideran esenciales para nuestro bienestar, ya sea por la distribución de los efectivos demográficos como por las actividades en las que se ha especializado nuestro sistema productivo. Esta gran variedad de servicios ha contribuido, de forma más que sobresaliente, aunque con un costo de capital natural importante, al nivel de vida que ostenta en la actualidad la población española. En este trabajo se compara la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio que se ha realizado para el litoral Español (EME) y Andaluz (EMA).

Efectivamente, tanto el litoral español como el andaluz, debido a los servicios que generan los ecosistemas que albergan, se han configurado desde hace unas décadas como el espacio regional más importante para la población y las actividades económicas que sustentan gran parte de nuestro modo de vida y bienestar. De esta manera se constata el fenómeno de *litoralización*. Es decir, población, equipamientos, infraestructuras y actividades económicas (deman-

das vacacionales de la población, la actividad turística y otros sectores económicos competitivos, como la agricultura intensiva, la industria petroquímica, la acuicultura o las energías renovables) se concentran, de manera progresiva, en las áreas del territorio más cercano al borde costero.

Los cambios que se han producido sobre los ecosistemas costeros han contribuido claramente, como se ha señalado, a un incremento del estado del bienestar y del desarrollo económico, pero este incremento se ha realizado a costa de crecientes costes en términos de degradación de muchos servicios de los ecosistemas, aumento de los riesgos naturales, pérdida de patrimonio natural y cultural... Todos estos problemas hacen disminuir de manera sustancial los beneficios potenciales y las posibilidades de desarrollo que las generaciones futuras podrán obtener de dichos ecosistemas.

En este sentido, puede adelantarse un hecho de especial relevancia. En menos de dos décadas, entre 1989 y 2006, la transformación de la costa ha aumentado de forma dramática, ya que el porcentaje de obras artificiales se ha duplicado e, incluso, multiplicado varias veces. Estas cifras pueden incrementarse, todavía más, si el ámbito considerado utiliza el criterio de franjas litorales (hasta 2 km tierra adentro, hasta 5 km,



etc.), y si se evalúa el caso de la comunidad autónoma de Andalucía, entre otras.

ESTADO DE CONSERVACIÓN GENERAL DE LOS ECOSISTEMAS DEL LITORAL ESPAÑOL

En la Evaluación de Ecosistemas del Milenio realizada por Naciones Unidas, el sistema costero era uno de los que presentaba una situa-

ción más negativa, incluso cabe afirmar que la peor (World Resources Institute, 2005). En España sucede algo parecido. De igual modo que se habla de crisis global para los ecosistemas litorales en todo el mundo, no sería exagerado expresarse en términos de “crisis nacional de los ecosistemas litorales” para nuestro país.

La desaparición o deterioro, así como la protección y conservación, de algunos ecosistemas litorales se asocia de forma directa a políticas

Foto: Roberto Anguita.

Los cambios que se han producido sobre los ecosistemas costeros han contribuido claramente, como se ha señalado, a un incremento del estado del bienestar y del desarrollo económico, pero este incremento se ha realizado a costa de crecientes costes en términos de degradación de muchos servicios de los ecosistemas, aumento de los riesgos naturales, pérdida de patrimonio natural y cultural... Todos estos problemas hacen disminuir de manera sustancial los beneficios potenciales y las posibilidades de desarrollo que las generaciones futuras podrán obtener de dichos ecosistemas

públicas. En ocasiones, ha sido el propio Estado el que ha auspiciado la destrucción de los ecosistemas costeros. Durante mucho tiempo ha estado vigente la denominada Ley de Desecación y Saneamiento de Lagunas, Marismas y Terrenos Pantanosos y Encharcadizos, o ley Cambó (en referencia al ministro que la firmaba) de 1918. Lo esencial de dicha norma era que el Estado subvencionaba, hasta con el 50%, los trabajos de desecación, siempre que excedieran de las 100 ha, y además fijaba importantes exenciones fiscales. Las finalidades de los nuevos terrenos se asociaban a la mejora de las condiciones higiénicas y sanitarias pero, sobre todo, al desarrollo productivo. Hoy, por el contrario, en España, casi todos los espacios marismos han sido declarados espacios naturales protegidos.

La pérdida en apenas cien años de buena parte de nuestro capital natural costero (playas, humedales, sistemas dunares, lagunas litorales, etc.) es un hecho constatado por académicos e instituciones. Pero sobre todo serán los indicadores indirectos, en especial los que atañen a los servicios generados, los que dibujen el panorama real del estado de conservación general de los ecosistemas litorales.

Otro indicador indirecto del estado de conservación de los ecosistemas litorales es la erosión (refleja, sobre todo, la situación de los servicios de regulación). Según la European Environment Agency (2006), con datos procedentes del proyecto EuroErosion, en España hay severos problemas de erosión en buena parte del arco mediterráneo: el 9,3% de la longitud de su costa sufría erosión en un grado elevado, y solo el 2,2% de la longitud erosionada contaba con medidas protectoras. También los relativos al nivel de aprovechamiento de determinadas especies con interés comercial pueden ayudar a perfilar el estado de conservación de nuestros ecosistemas litorales. La sobreexplotación generalizada de la mayor parte de las pesquerías cercanas a la costa no supone ninguna sorpresa, habida cuenta de la evolución de los indicadores de presión.

Igualmente se puede acudir a otro indicador indirecto del estado de conservación de los eco-

sistemas litorales de España. Se hace referencia a los Espacios Naturales Protegidos (ENP). En España existen en la actualidad más de medio millón de ha de litoral protegido; entre las que destaca Andalucía. Apenas el 16% de la superficie protegida en las comunidades autónomas (CCAA) costeras es litoral. Por el contrario, destaca el hecho de que casi la tercera parte (31,62%) del número de espacios protegidos de dichas CCAA ostentan dicho atributo.

CONDICIONES Y TENDENCIAS DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

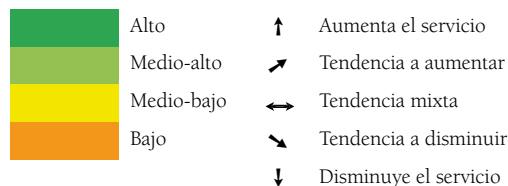
El número y tipo de servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas de las áreas litorales en España y Andalucía son numerosos y diversos. Tanto los servicios de abastecimiento y culturales pero, sobre todo, los de regulación, se consideran esenciales para el bienestar humano; ya sea por la distribución de los efectivos demográficos como por las actividades en las que se ha especializado nuestra economía productiva. Esta amplia oferta de servicios ha contribuido, de forma más que sobresaliente, aunque con un costo de capital natural importante, al nivel de vida que ostenta en la actualidad la población española.

El estado de nuestros ecosistemas litorales y sus servicios, afecta, directa o indirectamente, al bienestar de más de 92 millones de personas. Los servicios que prestan los ecosistemas litorales citados en la Tabla 1, ofrecen una idea aproximada de la contribución de estos al bienestar de la población española (casi 47 millones de personas en 2010 según el INE). Al mismo tiempo lo hacen, también, con los más de 45 millones de turistas extranjeros que, según los datos facilitados por el Instituto de Estudios Turísticos, obtenidos de la Encuesta de Movimientos Turísticos en Frontera (Frontur), visitaron las costas de España en 2009.

En el litoral español el 62% (13 de 21) de los servicios de los ecosistemas litorales evaluados se están degradando o están siendo usados de

Tabla 1. Valor y tendencia de los servicios del litoral español y andaluz

Tipo servicio	Servicio	Litoral español	Litoral andaluz
Abastecimiento	1. Alimentos	Tradicional	↓
		Tecnificado	↑
	2. Agua		↓
	3. Materiales bióticos	↓	↓
	4. Materiales geóticos	↘	↘
	5. Energía	↔	↑
	6. Acervo genético	↓	↓
	7. Medicinas naturales y principios activos		↓
Regulación	8. Regulación climática	↔	↓
	9. Regulación calidad aire		↘
	10. Regulación hídrica	↓	↓
	11. Regulación morfo-sedimentaria	↓	↓
	12. Formación y fertilidad del suelo		↘
	13. Amortiguación de perturbaciones	↓	↓
	14. Control biológico	↓	↓
	15. Polinización		↓
Culturales	16. Conocimiento científico	↑	↑
	17. Conocimiento ecológico local	↘	↘
	18. Identidad cultural y sentido de pertenencia	↘	↘
	19. Valor religioso y espiritual	↘	↔
	20. Paisaje - disfrute estético	↘	↓
	21. Actividades recreativas - ecoturismo	↑	↑
	22. Educación ambiental	↗	↑



manera insostenible. En el litoral de Andalucía, por su parte, la cifra se eleva al 77% (17 de 21). Los más afectados en ambas escalas de análisis son los servicios de regulación (hídrica, morfo-sedimentaria, de las perturbaciones naturales y control biológico) y los de abastecimiento (pesca extractiva, marisqueo). Por el contrario, están mejorando los servicios culturales (actividades recreativas y de investigación y formación) y los de abastecimiento tecnificados (acuicultura, cultivos agrícolas).

En los últimos cincuenta años se han eliminado, degradado o alterado más ecosistemas litorales españoles que en cualquier otro periodo de la Historia; especialmente para responder a demandas vinculadas con la industria, la agricultura forzada y, sobre todo, con el negocio inmobiliario. El proceso descrito, que también considera el efecto de la gestión de las cuencas hidrográficas, conlleva una reducción, a veces hasta umbrales irreversibles, del control de la erosión costera, de la absorción de energía del

medio marino en episodios de alta concentración energética y del servicio de “guardería” de determinadas especies ictícolas que, además, tienen un considerable interés comercial.

Los ecosistemas litorales están soportando una formidable presión humana proveniente de un nuevo modelo de poblamiento (*litoralización*) y de la satisfacción de las necesidades del mismo en términos de espacios de habitación, alimentación, grandes infraestructuras y equipamientos, áreas industriales, etc. A lo largo del siglo XX se ha consolidado en España un modelo litoral de ocupación del territorio. Debido a las condiciones climáticas, disponibilidad de suelos, etc., buena parte de las más de 4,5 millones de t de hortalizas, frutas y verduras producidas en España, lo son en áreas litorales; y más del 90% de las casi 300 000 t de peces, moluscos y crustáceos, procedentes de la acuicultura, se producen en áreas del litoral marino.

Algunos tipos de ecosistemas litorales, los más interesantes desde el punto de vista de los servicios que generan, han sido ocupados y transformados, con especial énfasis, por ciudades, áreas industriales y zonas portuarias. De esta forma, desembocaduras, rías, bahías o estuarios, se encuentran ahora entre los sistemas ecológicos más vulnerables. Si se observan los principales fenómenos de aglomeración urbana en la costa de España (grandes ciudades, áreas metropolitanas, regiones urbanas, etc.), la coincidencia de estos es plena con los tipos de ecosistemas mencionados: rías o estuarios de Bilbao, Avilés, A Coruña, El Ferrol, Vigo, Huelva y Sevilla; desembocaduras del Turia en Valencia, Llobregat en Barcelona; Bahías de San Sebastián, Santander, Cádiz, Algeciras, Alicante, Cartagena, Palma de Mallorca, Confital en Las Palmas, etc.

Las presiones humanas provenientes del modelo de ocupación y explotación en España están comprometiendo (con mayor intensidad en los archipiélagos y en el arco mediterráneo que en el norte de la Península) a buena parte de los servicios de los ecosistemas litorales que son fundamentales para el bienestar humano. Pri-

mero han sido los servicios de abastecimiento de alimentos los que se han visto afectados por la sobreexplotación. La pesca extractiva es un buen ejemplo: en Andalucía la pesca desembarcada en lonjas ha descendido casi en un 50% en menos de dos décadas. Las lonjas reflejan el declive de la pesca extractiva. También los servicios de regulación están siendo muy afectados: especialmente severo será el coste que habrá que pagar por la pérdida de servicios de regulación morfosedimentaria (que ahora se refleja en la “alimentación asistida” de muchas de nuestras playas: 160 millones de euros entre 2004 y 2007) y de amortiguación de perturbaciones.

En los últimos cincuenta años se han eliminado, degradado o alterado más ecosistemas litorales españoles que en cualquier otro período de la Historia; especialmente para responder a demandas vinculadas con la industria, la agricultura forzada y, sobre todo, con el negocio inmobiliario. El proceso descrito, que también considera el efecto de la gestión de las cuencas hidrográficas, conlleva una reducción, a veces hasta umbrales irreversibles, del control de la erosión costera, de la absorción de energía del medio marino en episodios de alta concentración energética y del servicio de “guardería” de determinadas especies ictícolas que, además, tienen un considerable interés comercial

Las mayores amenazas de los ecosistemas litorales en España se vinculan a un modelo de crecimiento económico que trae como consecuencia drásticos cambios en los usos del suelo y, consecuentemente, la pérdida de servicios esenciales. Buena parte de la franja litoral española está alterada, transformada o, simplemente, los ecosistemas originales han desaparecido o perdido su estructura y funcionamiento debido, en gran medida, a un proceso de urbanización desmedido y, no pocas veces, especulativo. En menos de dos décadas, entre 1989 y 2006, el porcentaje de obras artificiales se ha más que duplicado, llegando a alcanzar hasta el 16% de la longitud total del borde costero. En algunas comunidades autónomas, más del 75% de los terrenos colindantes al mar son urbanos o urbanizables, y casi el 25% del litoral es costa artificial. En el arco mediterráneo casi un 60% de las playas está en entornos urbanizados. Otra forma de expresar este proceso es el siguiente: en 1987 el 16% de los dos primeros kilómetros de litoral era artificial; en el año 2000 pasó a ser el 19%, y el 23% en 2005. En el área litoral mediterránea las cifras son más alarmantes: 22%, 26% y 34% respectivamente. Nunca en la historia de España el proceso de transformación de los ecosistemas litorales ha sido tan rápido.

El nivel de vida general de la población del litoral de España, evaluado con indicadores vinculados al PIB, puede considerarse superior al de las áreas interiores. Y alguno de los servicios de los ecosistemas costeros explica, en cierta medida, dicho diferencial (regulación climática, disfrute estético de paisajes extraordinarios, uso balneario de las playas, etc.). La afluencia de población española para vivir en nuestras costas, o pasar sus vacaciones, avalan tal afirmación. De igual modo, el 90% de los jubilados europeos que residen en España, más de 1 200 000 en total, eligen solo ocho provincias como destino: todas ellas costeras, del Mediterráneo o Canarias. También los mayores niveles de renta, de equipamientos, de oportunidades, etc., forman parte del bienestar inducido por los citados servicios. Desgraciadamente, esta situación presenta

ahora un claro riesgo. A la desmedida concentración demográfica se le añaden otras causas que pueden reducir el atractivo de nuestras costas; la pérdida de paisajes naturales, es un claro ejemplo de ello.

Los servicios culturales que prestan los ecosistemas litorales en España son de extraordinario valor. Ello es así porque, en general, constituyen un espacio público de libre acceso que proporciona extraordinarias sensaciones de bienestar al ser humano. También porque facilitan el acceso al conocimiento científico y técnico de fenómenos, procesos y hechos no muy bien conocidos. Y de ese conocimiento se suele derivar un hipotético aprovechamiento económico (fármacos, producción de energía, etc.) o mejores decisiones relacionadas con la gestión de los diferentes tipos de servicios de sus ecosistemas. Además, la población universitaria de España y su profesorado, así como los investigadores, se benefician de los mismos. En los últimos veinte años han proliferado las titulaciones y los centros ligados a las áreas y recursos costeros y marinos.

Por el contrario, los servicios culturales que permiten el disfrute del paisaje han mermado de manera más que preocupante. La destrucción y homogeneización del paisaje que ha conseguido el proceso urbanizador de las costas resta calidad ambiental y competitividad como destino turístico atractivo; pero sobre todo en el entorno en el que se tienen que desarrollar nuestras vidas cotidianas. Y es que el Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), una playa por ejemplo, ofrece dos posibilidades de contemplación: el mar y el frente terrestre. Y si en este último lo que se observa no resulta atractivo (edificios sin valor arquitectónico, obras de protección, infraestructuras y equipamientos públicos, etc.), los servicios estéticos simplemente desaparecen.

Como conclusión, parece que, en términos generales, tanto en España como en Andalucía, los servicios de los ecosistemas litorales que dependen del buen estado de conservación de su ecosistema (abastecimiento por extracción

y recolección, culturales como el paisaje, así como la mayor parte de los de regulación) salen bastante peor parados que aquellos que fuerzan el ecosistema para la obtención de determinados servicios (alimentación a través de la acuicultura y agricultura intensiva, actividades recreativas y de ocio). Ello puede implicar que los segundos apoyan su éxito en el deterioro de los primeros.

IMPULSORES DIRECTOS DE CAMBIO DE LOS ECOSISTEMAS LITORALES

A continuación se analizan los impulsores directos de cambio que mayor influencia tienen en los ecosistemas litorales.

a) El **cambio de los usos del suelo** es, sin duda, el impulsor más importante a la luz de los datos de las cinco últimas décadas. Los procesos de implantación de áreas de industrias portuarias (AIP), primero, el desarrollo turístico y agrícola, después, así como la construcción de grandes infraestructuras y la incontrolada explosión de la construcción de zonas residenciales de los últimos años, han transformado de forma radical las áreas litorales españolas. Han desaparecido ecosistemas que constituían hábitats críticos para especies de flora y fauna singulares que actualmente se encuentran amenazadas. Esto es así porque, con especial ahínco, han sido ocupadas antiguas lagunas costeras, dunas, marismas, estuarios y desembocaduras; y, en las últimas dos décadas, cualquier tipo de espacio, terreno o ambiente, en los dos primeros kilómetros de la costa. Prieto (2009) señala que el proceso ha sido tan virulento que en los últimos veinte años la superficie artificial en el litoral supone la mitad de lo construido en los últimos dos milenios.

b) El **cambio climático** constituye una amenaza real y en ciernes para los ecosistemas litorales. Dentro del escenario de cambio global previsto para las próximas décadas, las proyecciones acerca del clima y la subida del nivel del mar ofrecen un panorama de importantes transformaciones en el litoral español.

Las previsiones hablan, en términos generales, de un aumento de las temperaturas y una disminución de las precipitaciones, cuyos efectos serán tanto más acuciantes cuanto más avance la presente centuria. Las consecuencias de estas modificaciones no se harán esperar y muchas de ellas las estamos experimentando ya. Un aumento temporal de las condiciones de verano, una pérdida del confort térmico en las fases centrales de la estación estival, un estrés hídrico generalizado, un cierto deterioro de la cubierta vegetal y edáfica, además de un incremento en el riesgo de inundaciones conformarán una patología bastante extendida por el litoral español en las próximas décadas. A ello habrá que unir las afecciones derivadas de la subida del nivel del mar, las cuales no solo se resuelven en términos de reactivación de la morfogénesis costera, con lo que ello supone de cara al reajuste de los ecosistemas litorales, al incremento de los riesgos de pérdida de infraestructuras, etc., sino, asimismo, por tratarse de uno de los impulsores de la salinización de los acuíferos litorales. Así pues, turismo, agricultura y conservación de la naturaleza son tres de los ámbitos de la gestión de los litorales que se verán más afectados por causa del cambio climático.

c) Los insumos externos (**contaminación**) a los ecosistemas litorales han supuesto la degradación de las aguas litorales. Recordemos un principio fundamental de la GIAL: las aguas constituyen la mayor fuerza integradora del sistema de servicios costeros. Es la esencia de casi todos los procesos y equilibrios naturales en el ámbito geográfico analizado. La contaminación difusa procedente de la agricultura intensiva, por un lado, pero también los vertidos urbanos e industriales sin depurar, por otro, constituyen las principales fuentes contaminantes de las aguas litorales. También los vertidos de carburantes con origen en buques que navegan por nuestras costas suponen fuentes importantes para la degradación de los servicios de los ecosistemas del litoral. Una razón de especial preocupación respecto a este impulsor directo de cambio es el hecho de que Galicia y Andalucía tengan sus costas frente a algunas de las



principales rutas de navegación del mundo. Y ello explica, en gran medida, un mayor número de accidentes marítimos con perniciosa repercusión en sus costas.

d) La **introducción de especies invasoras** (que son transportadas en el agua de lastre de los barcos) ha empezado a afectar de manera importante a los ecosistemas costero-marinos de España: mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), alga asesina (*Caulerpa taxifolia*), etc.

e) **Cambios en los ciclos biogeoquímicos.** El proceso de litoralización al que se encuentra sometido el litoral español y andaluz es responsable de un incremento importante en los aportes de materia orgánica y nutrientes a los ecosistemas, lo que provoca graves procesos de eutrofización, sobre todo en los de la fachada mediterránea. Esta eutrofia afecta a la calidad de las aguas y del sedimento, a la integridad y salud de los ecosistemas y a la biodiversidad que contienen, condicionando el funcionamiento y funcionalidad de aquellos y, por tanto, el flujo de servicios que generan o puedan generar. En zonas de intensa actividad agrícola, como es el

bajo Guadalquivir, la contaminación resultante de dicha actividad productiva desencadena, aguas abajo, procesos de hipoxia y anoxia con consecuencias severas en el mantenimiento de la biodiversidad y en el funcionamiento de los ecosistemas sobre los que inciden. En ocasiones, esos procesos de eutrofización aparecen conectados a una ocurrencia creciente de floraciones masivas de algas tóxicas (García Mora y Montes, 2011).

f) La degradación de los servicios de abastecimiento por la **sobreexplotación y el uso de técnicas inadecuadas** para obtener un suministro relacionado con especies de interés comercial, es otro de los principales impulsores directos del cambio. La sobrepesca, la utilización de técnicas pesqueras como el arrastre, la práctica furtiva del marisqueo, etc., han provocado el deterioro del estado de conservación de los ecosistemas litorales. Prueba de lo anterior es que, ante la falta de rentabilidad de la pesca artesanal, durante los cuatro últimos años, se han visto obligados a dejar de pescar más de 1 800 buques de pesca de artes menores.

La agricultura intensiva y bajo plástico es uno de los impulsores directos más importantes que explica los cambios acaecidos en el sistema litoral español durante las últimas décadas (Albufera Honda y Albufera Nueva, Adra, Almería, 2008).
Foto: J. M. Barragán.

Tabla 2. Tendencias de los impulsores directos del cambio

Unidades operativas de ecosistemas	Impulsores directos					
	Cambios de usos de suelo	Cambio climático	Contaminación	Especies invasoras	Cambio en los ciclos biogeoquímicos	Sobreexplotación
EMA	↑	↗	↔	↑	↗	↑
EME	↑	↗	↔	↑	↗	↗

La intensidad de los impulsores directos es bastante considerable. Los usos del suelo y la explotación intensiva de servicios, básicamente de abastecimiento, son los impulsores más potentes para el caso del litoral español y andaluz, seguido de los insumos externos o contaminación. La tendencia, en términos generales, también debe ser motivo de preocupación debido a que los impactos aumentan de forma rápida o muy rápida.

RESPUESTAS E INTERVENCIONES DE GESTIÓN

No cabe duda razonable de que ciertos impulsores de cambio son más responsables que otros del deterioro sufrido por los servicios de los ecosistemas del litoral español y andaluz. La Tabla 3 resume los problemas que aquejan a los ecosistemas del litoral español y andaluz. Si se analiza con detenimiento, se observa que

Tabla 3. Principales problemas del litoral español y andaluz

Problemas	Origen – causa	Objetivo operativo
Homogeneización del paisaje	Desarrollo excesivo de ciertos usos y actividades económicas (urbanización, agricultura, industria), etc.	Frenar los procesos de urbanización generalizada y limitar determinadas actividades económicas intensivas en el litoral
Alteración de los procesos biofísicos esenciales	Aumento de infraestructuras públicas (paseos marítimos, grandes diques, puertos, etc.), construcción de embalses y regulación de los cauces fluviales, extracción de áridos, dragados, ocupación urbana, etc.	Suscitar el replanteamiento de determinadas obras públicas, las infraestructuras y los procesos de urbanización, en relación a su emplazamiento y diseño
Contaminación de las aguas litorales	Vertidos de residuos sólidos y líquidos, urbanos, agrarios o industriales, sin depurar, aumento tráfico marítimo, etc.	Mejorar la calidad de las aguas litorales
Pérdida de calidad y cantidad de los servicios hídricos	Aumento incesante de la demanda para la agricultura intensiva, el desarrollo urbanístico y turístico, etc.	Racionalizar la utilización de las aguas continentales y disminuir el ritmo de crecimiento de la demanda
Agotamiento de servicios de abastecimiento de alimentos	Sobreexplotación de los servicios, sobredimensionamiento de la flota respecto al esfuerzo pesquero, utilización de técnicas inapropiadas, etc.	Aprovechamiento sostenible de los servicios de abastecimiento de alimentos
Degradación de hábitats naturales y pérdida de la biodiversidad	Intensa urbanización, desarrollo de diferentes modelos de agricultura intensiva, uso público indiscriminado, introducción de especies exóticas, residuos sólidos, infraestructuras costeras, artes de pesca inapropiados, etc.	Conservar hábitats y recuperar la biodiversidad terrestre litoral y del medio marino
Pérdida de posibilidades futuras de desarrollo económico	Modelo de desarrollo económico no sostenible: desaparición de ecosistemas y servicios para un futuro desarrollo competitivo y duradero	Asegurar el desarrollo económico futuro del litoral a través de la protección y conservación de los ecosistemas y servicios
Pérdida de patrimonio público: natural y cultural	Modelo de desarrollo no sostenible en lo social: degradación del patrimonio público que puede sustentar actividades productivas en el futuro que son imprescindibles para el bienestar	Administrar de forma sostenible el patrimonio público del litoral, tanto natural como cultural
Transferencia de costes entre actividades y usuarios	Modelo de desarrollo injusto y no equitativo: privatización de los beneficios generados, conflictos entre usuarios de recursos litorales, reposición de áreas y bienes degradados por parte de la Administración Pública	Promover una distribución equitativa de costes y beneficios entre las actividades económicas desarrolladas en el litoral y los usuarios de sus servicios

Barragán, Chica, Pérez, G. Onetti y G. Sanabria, 2011.

las actividades económicas que han facilitado nuestro crecimiento en el pasado, son las mismas que generan, en el presente, una crisis de los ecosistemas litorales y sus servicios: desarrollo turístico, pesca extractiva, agricultura intensiva, industria portuaria, transporte marítimo, etc.

Pero conviene aclarar que no se trata de dar la espalda a las imprescindibles actividades humanas. Y menos teniendo en cuenta dónde y de qué vive gran parte de la población. Probablemente un modelo más sostenible consista en detectar los niveles adecuados de intensidad en los que el ecosistema pueda seguir conservando sus funciones y servicios. En cualquier caso, son esos mismos problemas, y sus diferentes orígenes o causas, los que contribuyen a definir los objetivos operativos de cualquier iniciativa de GIAL para España y Andalucía (Tabla 3). Una vez se tiene el horizonte al que se aspira resulta imprescindible reconocer, con cierto detalle, los caminos que la Administración Pública de una sociedad organizada tiene por recorrer. Cualquier solución duradera a los problemas de gestión planteados obligan a marcar una estrategia que, a largo plazo, se proponga las siguientes metas:

a) **Construir un sólido sistema de alianzas que aspire a una nueva política para nuestro litoral.** Los tres elementos estratégicos que intervienen son política, coordinación-cooperación y participación. La relación entre los tres resulta evidente. La meta que se ha de establecer trataría de buscar instituciones y personas que, de forma conjunta, deseen conservar nuestros ecosistemas litorales a través de un modelo más racional de uso económico y bienestar social.

b) **Disponer de instrumentos apropiados para un modelo más integrado de gestión de áreas litorales.** Los elementos estratégicos que se deben tener en cuenta serían normativa, instituciones e instrumentos para la gestión litoral. En conjunto, deberían constituir un ensamblaje instrumental que promoviera y facilitara la operatividad.

c) **Conseguir los recursos necesarios para hacer funcionar los instrumentos e implantar dicho modelo.** Los elementos estratégicos que habría que considerar son recursos, administradores, educación para la sostenibilidad y conocimiento-información. Tampoco aquí caben dudas razonables sobre el grado de relación e interdependencia entre ellos. El objetivo principal de este apartado es proporcionar a la nueva política aquellos recursos (económicos, humanos, para la concienciación ciudadana y de información) que permitan alcanzar una mayor integración en la gestión del litoral español.

Al respecto conviene insistir en algo de trascendental importancia: no se trata de una propuesta pensada solo para que actúe el Estado o una comunidad autónoma determinada. Muy al contrario: si solo una escala de gestión intenta abordarla, de forma individual, estaría abocada al fracaso. En España no es posible un modelo de GIAL sin tener presentes a todas las escalas de la Administración Pública, y que incluya, por supuesto, al resto de los agentes sociales (empresas, ONG, etc.). En esta observación hay plena coincidencia con las propuestas europeas. Sin embargo, ello no quiere decir que no sean convenientes, ni recomendables, iniciativas de esta naturaleza surgidas desde cualquier ámbito de la gestión pública. Apenas deben considerarse apuntes que pretenden sugerir posibilidades de mejorar el actual modelo de gestión.

LA CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS LITORALES Y EL BIENESTAR HUMANO

La abstracción del proceso observado en el último medio siglo para los servicios de los ecosistemas del litoral español podría describirse como una especie de ciclo autofágico en el cual el propio éxito de las actividades humanas, que dependen de los servicios que proporcionan unos ecosistemas que gozan de buena salud, termina por conducir a estos a un estado de



Ante la falta de rentabilidad de la pesca artesanal, durante los cuatro últimos años, se han visto obligados a dejar de pescar más de 1800 buques de pesca de artes menores. Foto: Roberto Anguita.

degradación que pone en peligro buena parte del bienestar alcanzado. En la actualidad es posible que se asista al final de una etapa donde resulta esencial plantearse la recuperación del capital natural perdido, tan necesario, por otra parte, para mantener en el tiempo el bienestar humano al que se ha hecho alusión.

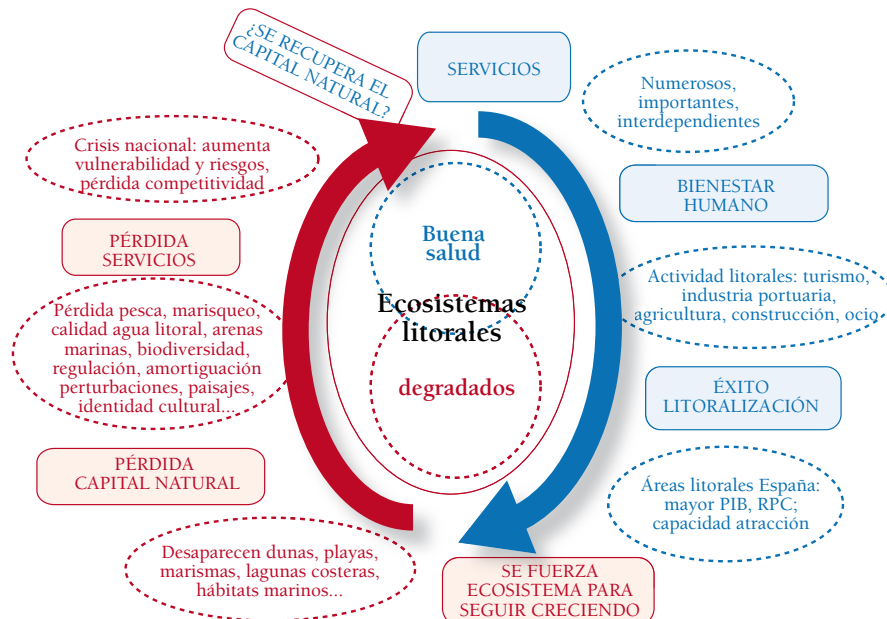
Relación entre el modelo de desarrollo y los ecosistemas costero marinos en España a lo largo de los últimos 50 años. Se observa que durante la primera parte de lo que podría ser un ciclo, ha existido un claro beneficio, que ha repercutido en nuestro bienestar, de los servicios que proporciona el sistema litoral. Cuando este ha sido forzado con objeto de obtener más servicios, el litoral ha sido transformado, degradado, expoliado, alteradas las funciones del ecosistema, etc. Ello ha producido un claro empobrecimiento del capital natural y también se han reducido los servicios que gratuitamente prestaba dicho ecosistema. La última fase del ciclo es aquella a la que hay que responder con un esfuerzo por recuperar lo perdido.

CONCLUSIONES

Desde un punto de vista comparativo, puede afirmarse que algunas conclusiones prelimina-

La abstracción del proceso observado en el último medio siglo para los servicios de los ecosistemas del litoral español podría describirse como una especie de ciclo autofágico en el cual el propio éxito de las actividades humanas, que dependen de los servicios que proporcionan unos ecosistemas que gozan de buena salud, termina por conducir a estos a un estado de degradación que pone en peligro buena parte del bienestar alcanzado. En la actualidad es posible que se asista al final de una etapa donde resulta esencial plantearse la recuperación del capital natural perdido, tan necesario, por otra parte, para mantener en el tiempo el bienestar humano

Ciclo autofágico del modelo de desarrollo del litoral español



res de la Evaluación de España y Andalucía son coincidentes. En efecto, las características de la distribución y crecimiento de la población, la terciarización de su estructura productiva concentrada en el litoral, la ocupación y artificialización del borde costero, etc., son procesos que comparten ambos. Es lógico, por tanto, que determinados servicios del sistema litoral andaluz también hayan disminuido (sobre todo aquellos más ligados al abastecimiento y a la regulación). Al mismo tiempo otros, en especial los relacionados con los servicios culturales, presentan un aumento significativo. Como se ha visto, también comparten algunos impulsores directos clave que explican el cambio en los ecosistemas litorales.

Por su parte, el modelo actual de Administración Pública, por fragmentado y descoordinado, no es el más adecuado para gestionar el ámbito litoral y los servicios de sus ecosistemas. La gestión pública debe mejorar su función en los ámbitos costero marinos utilizando los principios de la Gestión Integrada de Áreas Litorales. Uno de los más trascendentes consiste en interpretar el sistema litoral como un todo, esto es, un espacio geográfico que alberga numerosos ecosistemas, muy frágiles desde el punto de

vista de sus límites biofísicos, y extremadamente valiosos para el bienestar humano. Además, la interdependencia en el funcionamiento de los diferentes subtipos de ecosistemas litorales hace inviable otra concepción de la gestión. También deberán incorporarse, como criterios de gestión en el ámbito público de actuación, los relativos a los servicios de regulación, ya que no suelen considerarse por no estar dentro del sistema de mercado.

El traspaso de trascendentales competencias sobre gestión del Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT) a las comunidades autónomas (se ha iniciado este proceso por Cataluña y Andalucía), supone una oportunidad para la integración de la administración de los ecosistemas litorales. En efecto, no puede olvidarse que la escala intermedia de la Administración española ya es responsable de otras funciones públicas tan primordiales para la Gestión Integrada de Áreas Litorales como protección de espacios naturales, gestión del agua, ordenación del territorio y del litoral, recursos y actividades desarrollados en las aguas interiores, puertos pesqueros y deportivos, gestión de la Zona de Servidumbre de Protección del DPMT, etc. Este proceso de concentración de

El modelo actual de Administración Pública, por fragmentado y descoordinado, no es el más adecuado para gestionar el ámbito litoral y los servicios de sus ecosistemas. La gestión pública debe mejorar su función en los ámbitos costero marinos utilizando los principios de la Gestión Integrada de Áreas Litorales. Uno de los más trascendentes consiste en interpretar el sistema litoral como un todo, esto es, un espacio geográfico que alberga numerosos ecosistemas, muy frágiles desde el punto de vista de sus límites biofísicos, y extremadamente valiosos para el bienestar humano. Por tanto, la interdependencia en el funcionamiento de los diferentes subtipos de ecosistemas litorales hace inviable otra concepción de la gestión

funciones en las escalas territoriales intermedias es similar a la que se observa en otros países europeos.

Un modelo integrado de Gestión de Áreas Litorales tendría más en cuenta la estrecha relación que se establece entre la administración de las zonas costeras y el de las cuencas hidrográficas.

La libre circulación de sedimentos y peces, la cantidad y calidad de las aguas, los pulsos con las que estas aparecen a lo largo del año hidrológico, etc., implica el reconocimiento de la dependencia de los ecosistemas litorales respecto de los fluviales.

Los asuntos relativos a la gestión de los ecosistemas litorales en España necesitan un lugar más destacado en la agenda política. En términos generales, la intensidad de los impulsores directos del cambio y la tendencia actual de los mismos, justifica una mayor preocupación de los poderes públicos por administrar mejor este capital natural común. Conviene recordar, permanentemente, que muchas actividades económicas de enorme trascendencia en nuestra estructura productiva, dependen del buen estado ecológico de estos ecosistemas. En caso contrario, el futuro de nuestro actual bienestar humano estará seriamente comprometido. ❁

REFERENCIAS

- Barragán, J. M. y Borja, F., 2010. *Evaluación de los ecosistemas del Milenio de España. Litorales*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, pp. 673-739.
- Barragán, J. M.; Chica, J. A.; Pérez, M. L.; G. Onetti, J. y G. Sanabria, J., 2011. "La gestión integrada de áreas litorales en España. Propuestas para un cambio de rumbo", en *Manejo costero integrado en Iberoamérica: propuestas para la acción*, CYTED, Cádiz, pp. 253-280.
- Chica, J. A. y Barragán, J. M., 2011. *Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas litorales de Andalucía*. Sevilla, Consejería de Medio Ambiente.
- European Environment Agency, 2006. *The changing faces of Europe's coastal areas*.
- García, R. y Montes, C., 2011. *AN +20. El desafío de la gestión de los espacios naturales de Andalucía en el siglo XXI. Una cuestión de valores*. Sevilla, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- MARM (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino), 2008. *Perfil Ambiental de España 2007. Informe basado en indicadores*. Madrid.
- Prieto, F., 2009. *Cambios en la ocupación del suelo en la costa 1987-2005: pérdida acelerada de servicios de los ecosistemas y destrucción de un bien común*, Informe inédito.
- World Resources Institute (WRI), 2005. *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua*. Informe de Síntesis, World Resources Institute, Washington, DC.

TECMA

Feria Internacional del Urbanismo
y del Medio Ambiente
*International Town Planning and
Environment Trade Fair*

12-15
Junio / June
Madrid
España / Spain
2012

ORGANIZA / ORGANISED BY:



IFEMA

**Feria de
Madrid**

*TU ENCUENTRO
YOUR MEETING*

En coincidencia con / in coincidence with:



srr

3º Salón de la Recuperación
y el Reciclado
*3rd Recycling and Recovery
Trade Show*

www.tecma.ifema.es
www.srr.ifema.es

LINEA IFEMA / IFEMA CALL CENTRE

LLAMADAS DESDE ESPAÑA / CALLS FROM SPAIN
INFOIFEMA 902 22 15 15
EXPOSITORES / EXHIBITORS 902 22 16 16

LLAMADAS INTERNACIONALES (34) 91 722 30 00
INTERNATIONAL CALLS

tecma@ifema.es · srr@ifema.es

Ecosistemas marinos. ¿Es el mar de un azul infinito?

L. Royo, M. Ferriz, y C. M. Duarte

IMEDEA (Institut Mediterrani d'Estudis Avançats) CSIC-UiB

El papel fundamental que juega el mar en nuestras vidas se percibe como algo inherente a su existencia. Así, reconocemos casi sin pensar el íntimo vínculo que hay entre los seres humanos y los ecosistemas marinos, quizá porque suponen el 71% de superficie del planeta o un 97% del volumen de agua que este alberga. Quizá también porque la vida apareció en el océano hace 3 500 millones de años y nuestra especie es el resultado de una larga y compleja evolución que ha transcurrido a partir de ese momento. Desde el enfoque de los Ecosistemas del Milenio se pretende analizar este vínculo a través de los usos que se hacen del mar o, para ajustarnos al caso, de los servicios que los ecosistemas marinos proporcionan al bienestar humano, con el objeto último de ponerlos en valor para que hagamos un uso sostenible de los mismos.

¿POR QUÉ LOS ECOSISTEMAS MARINOS SON CLAVE PARA EL BIENESTAR DE ESPAÑA?

El mar se encuentra entre los ecosistemas más productivos del planeta y, por ello, es una fuente esencial de servicios para el bienestar humano (MA, 2006). Proporciona servicios de abastecimiento básicos como alimento (pesca extractiva, acuicultura), agua dulce y energía; de regulación, fundamentales para nuestra calidad de vida como mantener el equilibrio dinámico

de nuestras playas, la regulación del clima (suavidad del clima en zonas costeras, almacenamiento de carbono) o la capacidad de albergar variedad de residuos producidos en tierra; y culturales, muy necesarios para la sociedad como el sentimiento de pertenencia, las actividades recreativas, el disfrute del paisaje en el que se desenvuelve la vida humana y un punto de contacto entre la naturaleza y el aprendizaje. No es de extrañar que el 44% de la población española viva de manera estable en el 7% de la superficie del territorio estatal que ocupan los municipios litorales (INE, 2010), donde se benefician directamente de muchos de estos servicios. Además, el agotamiento de la capacidad de los continentes para proporcionar servicios a la creciente población pone a los ecosistemas marinos en el punto de mira.

¿QUÉ ENTENDEMOS POR ECOSISTEMAS MARINOS ESPAÑOLES EN ESTA EVALUACIÓN?

En España la superficie que ocupan los ecosistemas marinos representa 2,5 veces la superficie terrestre nacional. Debido a esta vasta extensión y la posición geográfica de la Península y las islas, bañadas por el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo, en este estudio, los ecosistemas marinos integran múltiples subecosistemas (arrecifes, cañones submarinos, arenales, praderas de fanerógamas, surgencias de gases, etc).

El mar se encuentra entre los ecosistemas más productivos del planeta y, por ello, es una fuente esencial de servicios para el bienestar humano. Proporciona servicios de abastecimiento básicos como alimento, agua dulce y energía; de regulación, fundamentales para nuestra calidad de vida como mantener el equilibrio dinámico de nuestras playas, la regulación del clima (suavidad del clima en zonas costeras, almacenamiento de carbono) o la capacidad de albergar variedad de residuos producidos en tierra, y también sociales y espirituales

Los límites establecidos para acotar los ecosistemas marinos españoles se han acordado siguiendo un criterio jurídico/administrativo para el límite exterior: la Zona Económica Exclusiva Española (ZEE) para el Atlántico y la Zona de Protección Pesquera (ZPP) del Mediterráneo. El límite interior, se ha establecido mediante criterios físico-naturales, y colindan con los ecosistemas litorales (límite exterior de marismas, estuarios, lagunas litorales, playas, dunas y acantilados).

¿CUÁL ES EL ESTADO ACTUAL DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS EN ESPAÑA?

Los impactos derivados del uso humano han generado una pérdida considerable de biodiversidad y de ecosistemas marinos, con la consecuente disminución de su capacidad de seguir ofreciendo servicios para el bienestar humano. Globalmente, los ecosistemas del litoral sumergido desaparecen a un ritmo entre 4 y 20 veces



superior al de los bosques tropicales (cuya tasa de pérdida es de 0,5% por año) (Duarte, 2006). Las dificultades para abordar estudios marinos no han facilitado la cuantificación y localización precisa de tal degradación, por lo que no disponemos de apenas datos que ilustren numéricamente el deterioro observado.

Los subecosistemas más afectados son las praderas de angiospermas, el coralino de media profundidad (> 30 m), los corales de profundidad, los arrecifes y las montañas submarinas.

Las praderas de *Posidonia oceanica*, consideradas uno de los ecosistemas más amenazados del Planeta, se estima que tienen una tasa de regresión del 5% al año. Foto: Laura Royo.

No es de extrañar que el 44% de la población española viva de manera estable en el 7% de la superficie del territorio estatal que ocupan los municipios litorales (INE, 2010), donde se benefician directamente de muchos de estos servicios. Además, el agotamiento de la capacidad de los continentes para proporcionar servicios a la creciente población pone a los ecosistemas marinos en el punto de mira

Los impactos derivados del uso humano han generado una pérdida considerable de biodiversidad y de ecosistemas marinos, con la consecuente disminución de su capacidad de seguir ofreciendo servicios para el bienestar humano. Globalmente, los ecosistemas del litoral sumergido desaparecen a un ritmo entre 4 y 20 veces superior al de los bosques tropicales

Se han observado regresiones de estos hábitats en numerosas estaciones de seguimiento. Por ejemplo, las praderas de *Posidonia oceanica*, consideradas uno de los ecosistemas más amenazados del Planeta, se estima que tienen una tasa de regresión del 5% al año (Duarte, 2008). Un estudio retrospectivo de la demografía de las praderas de *Posidonia oceanica* demostró que el 80% de las praderas estudiadas se encontraban ya en declive entre 1967 y 1992 (Marbà, 2009). Con respecto a las aves marinas reproductoras del Mediterráneo español, todas las especies están amenazadas o sus poblaciones se consideran vulnerables (Marbà y Duarte, 2010).

Las poblaciones de especies objeto de pesca sufren desequilibrios a causa de la sobreexplotación de las mismas. El caso más claro y conocido es el de la población reproductora de atún rojo del Atlántico oriental, que se ha reducido a la mitad en 5 años (ICCAT, 2007). La explotación de especies de niveles tróficos superiores ha conducido a la reducción del nivel trófico medio de las comunidades de los ecosistemas marinos mediterráneos (Pauly *et al.*, 1998) a un ritmo de 0,15 en 26 años (Pinnegar *et al.*, 2003).

Otro fenómeno que ilustra estos cambios en los ecosistemas marinos, que muchas veces supone degradación, es el de la entrada de especies

invasoras. Se estima que el Mediterráneo alberga 662 *taxa* introducidos, de los cuales 325 se pueden considerar establecidos, mientras que la ratio de introducción de nuevas especies se ha calculado de una cada 6 semanas desde 1950 (Gollasch, 2006). Se estima que 85 de las 1 285 especies de macrofitos marinos en el Mediterráneo son introducidas, aunque solo ocho pueden ser consideradas como especies invasoras (Bordouresque y Verlaque, 2002). La migración de especies invasoras marinas del sur al norte, debido al calentamiento global es mucho más rápida en especies invasoras de macroalgas marinas que en especies terrestres, con un recorrido de 50 kilómetros por década.

¿CUÁL ES EL ESTADO ACTUAL DE LOS SERVICIOS QUE OFRECEN LOS ECOSISTEMAS MARINOS?

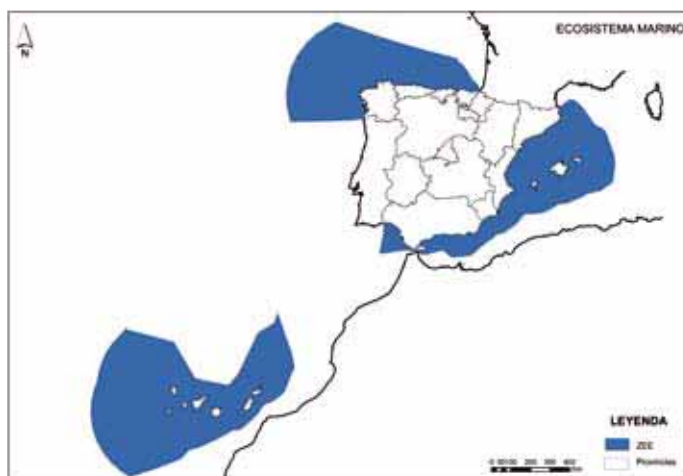
Existe una inercia al considerar al mar como una fuente inagotable de servicios y un sumidero de residuos de carácter ilimitado, por lo que no es de extrañar que en los últimos 50 años se haya incrementado el uso del 80% de los servicios de los ecosistemas marinos evaluados en España. Este hecho ha conducido, a su vez, a que un 40% de los servicios evaluados en este mismo periodo hayan sido degradados o estén siendo utilizados de manera insostenible.

Empezando por los servicios de abastecimiento de alimento como la pesca profesional, España no es capaz de abastecer la demanda de pescado de sus aguas adyacentes a causa de la sobreexplotación y del aumento de la demanda –de 30 a 39 kg de pescado/hab/año de media entre 1987 y 2007– (Martín, 2008). Las capturas totales de la flota estatal han disminuido del orden de un 35% entre 1985 y 2004 (FAO), lo que ha afectado principalmente a las especies de alto valor comercial y a las asociadas a su pesquerías, capturadas accidentalmente (*by catch*). La diferencia entre el aumento de la demanda y la disminución de la oferta nacional se compensa con el incremento de la producción de acuicultura, la importación y la pesca en aguas exteriores. Para hacernos una idea de esta última, los ingresos

referentes a las extracciones de aguas estatales representan solo el 51% del total de los ingresos totales por pesca (MAPA-SGEA, 2007).

Los servicios de regulación son los que, de manera general, se han visto más afectados, especialmente el de regulación morfosedimentaria y de calidad del agua. El primero está muy ligado al litoral, y su relevancia no es solo ecológica sino también económica, ya que de este servicio depende el grueso del turismo que llega a nuestro país, que supone un 10% del PIB (INE, 2010). En relación al servicio de control de la calidad del agua, este se ha visto degradado al disminuir la capacidad de dilución del medio, así como la de detoxificación por parte de organismos filtradores, vegetación, etc. Esta pérdida de calidad del agua está relacionada con el aumento del número de mareas rojas, el cierre temporal por contaminación de caladeros para el consumo humano, la pérdida de atractivo como recurso turístico, etc.

Los servicios culturales de tipo tradicional, tales como el conocimiento tradicional, la identidad cultural y el sentido de pertenencia también han



Mapa de ecosistemas marinos.

empeorado notablemente. Desde el año 1986 en Europa se han perdido un 47% de los puestos de trabajo del sector extractivo y más del 50% de las embarcaciones, la mayoría de pesca artesanal, han abandonado su actividad (EUC, 2007). La población que sigue activa sufre un proceso de envejecimiento, según la Plataforma Tecnológica da Pesca. En Galicia solo un 2,2% tiene menos de 30 años. Todo ello ha supuesto una desestructuración del sector y de los aspectos culturales e identitarios arraigados al mismo.



Desde el año 1986 en Europa se han perdido un 47% de los puestos de trabajo del sector extractivo y más del 50% de las embarcaciones, la mayoría de pesca artesanal, han abandonado su actividad. Porto Colom. Mallorca. Foto: Federico Cardona.

Los servicios de regulación son los que, de manera general, se han visto más afectados, especialmente el de regulación morfosedimentaria y de calidad del agua. El primero está muy ligado al litoral, y su relevancia no es solo ecológica sino también económica, ya que de este servicio depende el grueso del turismo que llega a nuestro país, que supone un 10% del PIB

Por otra parte, no todos los servicios se han visto degradados: la acuicultura, la extracción de agua dulce, las medicinas naturales y principios activos, la energía eólica, el transporte marítimo, el conocimiento científico, las actividades recreativas y la educación ambiental, han mejorado significativamente.

Es importante resaltar que la carencia de algunos servicios está siendo sustituida por soluciones tecnificadas, como en el caso del servicio de abastecimiento de alimento con la acuicultura o el servicio de abastecimiento de agua dulce con las desaladoras. Por ejemplo, la acuicultura ha protagonizado un crecimiento importante impulsado por la crisis de los stocks naturales y por la creciente demanda de pescado, representando un 46% de la extracción y la producción de organismos marinos de aguas españolas adyacentes (Perfil Ambiental, 2010). Actualmente España es el país de mayor producción de acuicultura de la UE de los 27 miembros (APROMAR, 2010). Pero su actividad genera impactos directos sobre las poblaciones salvajes, ya que aún no se produce proteína animal de manera neta, por ejemplo, se necesitan 4-5 kg de peces silvestres para criar 1 kg de salmón en piscifactoría (Oceana, web) y aproximadamente 20 kg por cada kilo de atún rojo engordado en jaulas (Sergi Tudela, WWF, web).

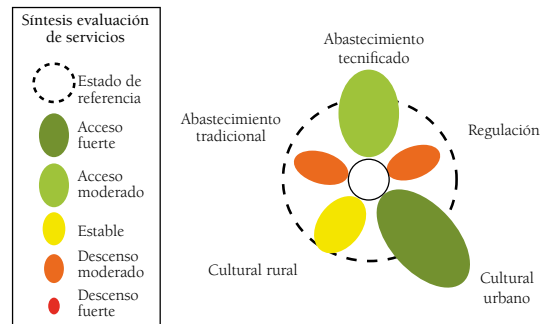


Figura de síntesis de la evaluación de los servicios de ecosistemas marinos.

¿CUÁLES SON LOS IMPULSORES DEL CAMBIO DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS ESPAÑOLES?

La intensificación del uso de los servicios de los ecosistemas marinos es el resultado del aumento de la población, del desarrollo tecnológico y, de manera determinante, de los cambios en el modelo socioeconómico, que se han traducido en un aumento de la demanda y en cambios en los hábitos de consumo.

En lo que respecta a impulsores directos, los más relevantes en las alteraciones de los servicios de los ecosistemas marinos son los cambios del uso del medio¹, la sobreexplotación y la entrada de insumos externos al sistema, a los que hay que añadir las especies invasoras y los efectos globales del cambio climático.

En los últimos 50 años, la proporción de medio marino en uso se ha incrementado enormemente a causa de la intensificación de actividades existentes (proliferación de caladeros, vías marítimas, zonas de fondeo, puertos comerciales y deportivos, etc.), como por la aparición de nuevas (por ejemplo, explotaciones de acuicultura). Esto supone inevitablemente un notable aumento de la presión sobre estos ecosistemas, así como de los impactos, aunque no se disponga de datos cuantitativos deseados que lo reflejen.

¹ Concepto análogo a los cambios de uso del suelo para los ecosistemas terrestres, adaptado a la peculiaridad del caso marino donde la referencia del suelo pierde sentido en favor de la consideración de un medio fuertemente tridimensional, que abarca desde el fondo hasta la superficie, pasando por toda la columna de agua.

La forma más extendida de sobreexplotación en el mar es la sobrepesca, entendida como la utilización de los servicios por encima de su capacidad natural para recuperarse, que afecta entre un 33% y un 60% de las reservas de caladeros españoles estudiados (FAO, 2006). En aguas adyacentes españolas, las capturas disminuyeron en el año 2009 el 19,6% con respecto al año anterior (Perfil Ambiental, 2010). Esta explotación intensiva de las comunidades de organismos marinos conduce a la reducción de su abundancia, a cambios en la composición de especies, en la estructura de la comunidad y a la diversidad genética de la población.

Los insumos externos que llegan al mar procedentes de actividades terrestres son de diversa índole y sus impactos están relacionados con episodios de contaminación, tanto local (eutrofización e hipoxia), como de mayor alcance (acumulación de metales pesados en especies comerciales, ingestión de plásticos por parte de animales marinos, proliferación de los agregados de medusas, etc.). Se ha calculado que aproximadamente el 65% de los aportes externos a los ecosistemas marinos son de origen terrestre (WWF/Adena, 2005). En un estudio de 39 puntos del litoral mediterráneo español, se encontró que en el 47% de las aguas y el 77% de sus sedimentos había sustancias químicas utilizadas en productos habituales de higiene y de limpieza doméstica (Petrovic, 2002).

Del cambio climático derivan numerosos efectos sobre los ecosistemas marinos, como son el aumento de la temperatura, el aumento del nivel del mar y la disminución del pH del agua por el aumento en la concentración de CO₂. Actualmente se trata de un factor de cambio moderado y no es capaz de explicar el cambio que se ha originado en los ecosistemas marinos en los últimos 50 años (IPCC, 2007). Paralelamente, se ha producido un incremento de la cantidad de especies invasoras en nuestras aguas a causa sobre todo de la apertura de masas de agua, el transporte marítimo y la comercialización de productos de la pesca y la acuicultura. Tanto el cambio climático como las especies invasoras son dos factores cuyos efectos son objeto actual



de estudio y se postulan de creciente importancia, especialmente por sus sinergias negativas con el resto de factores.

¿QUÉ RESPUESTAS ESPECÍFICAS SE HAN ADOPTADO PARA MEJORAR Y MANTENER LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS EN ESPAÑA?

En los últimos años se ha despertado un mayor interés por los ecosistemas marinos, que se ha traducido en el emprendimiento de acciones directas y la toma de diversas medidas de gestión. En referencia al marco legal, se han firmado convenios internacionales como el Convenio de Barcelona o el OSPAR, y traspuesto a la legislación española directivas europeas específicas para la protección de los ecosistemas acuáticos, como la Directiva Marco del Agua o la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina. Son iniciativas con marcos teóricos muy alentadores, pero cuyos resultados aún no están a la altura de sus objetivos: primero porque los convenios no son vinculantes y, segundo, porque la implementación de las directivas es lenta y no siempre están dotadas de las herramientas necesarias para hacer efectivos sus objetivos.

Algunas de estas normativas han permitido proteger especies y hábitats clave para los eco-

La evaluación de los servicios culturales es una de las más problemáticas desde el punto de vista metodológico ya que los métodos cuantitativos para analizar el sentido de pertenencia, el sentido estético y el disfrute espiritual y religioso no son precisos. Foto: Manel Royo.

sistemas. A pesar de ello, lo marino es hasta ahora casi testimonial en muchas de estas iniciativas, en parte por el desconocimiento existente al respecto. Por ejemplo, en la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) solo un 5,6% de las especies amenazadas son especies marinas y, de estas, casi un tercio aparece bajo la categoría de “Datos Insuficientes”. Otro ejemplo lo encontramos en la Directiva Habitats, donde solo se han designado de interés comunitario 5 hábitats marinos de los 231 descritos en total.

En los últimos años se ha avanzado en las medidas de gestión para la protección territorial, pasando de proteger especies a proteger hábitats y ecosistemas a través de figuras como las Áreas Marinas Protegidas (AMP). Pero, aunque desde 2005 a 2010 la superficie de zonas bajo alguna protección haya aumentado en un 163% (Perfil ambiental, 2009), el total representa menos del 1% de las aguas españolas (EUROPARC-España, 2010). Esta cifra incumple la obligación que establece la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina de proteger al menos un 10% de la superficie marina antes del año 2010. Además, gran parte de esta superficie pertenece a AMP marítimo-terrestres, que muchas veces concentran sus esfuerzos de gestión en la parte terrestre.

La gestión de los recursos pesqueros es una práctica antigua, aunque buena parte de ella está encaminada a una mejor extracción de los recursos a corto plazo. Existen una gran variedad de acciones encaminadas a regular el servicio de aprovisionamiento del alimento, reglamentos europeos, nacionales, autonómicos y locales; reservas de pesca, tallas mínimas, vedas, especies protegidas, etiquetaje, etc. Pero los intereses de la industria pesquera y del mercado de consumo no favorecen la implantación real de medidas para asegurar el futuro del servicio sin tecnificarlo. Por ejemplo, la Política Pesquera Común (PPC) está siendo revisada para ser aprobada antes del 31 de diciembre del 2012, bajo conceptos como *estrategias a largo plazo*, *gestión ecosistémica* y *principio de precaución*. Para preservar las reservas, se considera deseable que todas estén bajo un Rendimiento Máximo Sostenible (RMS)

en 2015. Este ya fue un “deseo” de la anterior revisión de la PPC en 2002, pero las medidas tomadas no fueron suficientes, y actualmente solo el 28% de las reservas están bajo RMS. Para ajustar la capacidad de la flota con las posibilidades reales de pesca se proponen las ITQ (Cuotas Individuales Transferibles), una medida que mercantiliza el capital natural y pone en peligro la flota artesanal al dejar en manos de los grandes capitales el futuro de la pesca española. Tampoco hay un compromiso firme de prohibir los descartes, que suponen un 20-35% de las capturas –en el caso del arrastre puede llegar a un 60%–. Esta propuesta está ahora en las mesas de los diferentes países que tienen que debatirlo y votarlo hasta su aprobación.

Finalmente, las iniciativas de base surgidas en favor del medio marino han sido de diferente índole: desde colectivos cuyo objetivo principal es la conservación de los valores de los ecosistemas marinos y/o litorales, acuerdos de custodia de áreas marinas, iniciativas de reservas de pesca en cogestión con asociaciones y cofradías, iniciativas de educación ambiental, voluntariados, centros de recuperación de animales, etc.

¿QUÉ SE PUEDE HACER PARA EVITAR LA DEGRADACIÓN DE ESTOS ECOSISTEMAS Y SUS SERVICIOS?

Si aceptamos que en los últimos 50 años, el 40% de los servicios evaluados se están degradando, podemos asumir que las medidas tomadas hasta ahora no han sido suficientes. Ante el aumento detectado de los impactos sobre los ecosistemas marinos a causa de la actividad humana, se hace necesario plantear cambios en la gestión de estas enfocados hacia la sostenibilidad. En los últimos años se ha hecho un esfuerzo en este sentido, aunque todavía queda mucho camino por recorrer. Se considera esencial integrar en las políticas, planes de gestión, etc., factores tanto ecológicos como sociales, así como desarrollar herramientas concretas para la implementación de medidas al respecto. Algunas de las respuestas operativas de gestión que se consideran necesarias se enumeran a continuación:

- Crear espacios y procesos participativos para involucrar a todos los sectores implicados en la toma de decisiones, donde las opiniones de los sectores más ligados a las prácticas tradicionales y de menor impacto ecológico (esencialmente los pescadores artesanales) tengan un lugar destacado (p. e., cogestión de reservas de pesca). Es necesario favorecer su empoderamiento para que asuman así la responsabilidad de una gestión sostenible en tanto que son principales interesados.
- Promover encuentros intersectoriales y entre administraciones orientados a consensuar soluciones de compromiso (*trade-offs*) entre las diferentes actividades y administraciones para garantizar el flujo de los servicios y el buen estado de los ecosistemas marinos. En la misma línea, crear un sistema de gestión integrado de la zona costera que aúne las cuencas hidrográficas, los ecosistemas litorales y los marinos.
- Apoyar la generación de conocimiento para minimizar las lagunas existentes en relación a los factores ecológicos que actúan sobre los ecosistemas, las sinergias que se crean entre impulsores, la capacidad de los ecosistemas para recuperarse de sus impactos (que dependerá de su estado y resiliencia), los umbrales de impacto a partir de los cuales se llega a dinámicas no-lineales, etc.
- Mantener un sistema de seguimiento regular del estado de los ecosistemas marinos para identificar los problemas y cuantificar sus impactos. La información generada debe ser pública y usada en los diferentes planes de acción sectoriales (pesca, transporte marítimo, prospecciones del lecho marino, turismo, etc.).
- Hacer llegar mayor y mejor información a la sociedad española acerca del estado de los ecosistemas marinos y de las causas de su degradación, de manera que se generen actitudes proactivas que impulsen el camino hacia la sostenibilidad del uso de los servicios (cambios en los hábitos de consumo,

por ejemplo). Deberían tratarse de mensajes claros y precisos acerca del estado y los problemas que conciernen a los ecosistemas marinos, así como opciones de respuesta factibles que la sociedad pueda emprender.

¿CUÁLES SON LAS INCERTIDUMBRES DE ESTA EVALUACIÓN?

Nos enfrentamos a una falta de conocimiento –solo conocemos el 14% de la biodiversidad marina (Bouchet, 2006)–, principalmente por la falta de estudios marinos antes comentada, pero también por la dispersión y la poca accesibilidad de la información ambiental marina disponible. Los indicadores de estado del medio marino, muchas veces, son inexistentes o no se dispone de series temporales largas, y mucho menos de un sistema de indicadores para detectar cambios y observar tendencias. Es más frecuente encontrar indicadores de presión a los que está sometido el servicio, como ocurre con los servicios de aprovisionamiento, o incluso indicadores de respuesta a esta presión. Esta desviación de la información tiene origen en el poco valor de mercado de algunos de estos servicios, sobre todo de los servicios de regulación. La evaluación de los servicios culturales es una de las más problemáticas desde el punto de vista metodológico ya que los métodos cuantitativos para analizar el sentido de pertenencia, el sentido estético y el disfrute espiritual y religioso no son fáciles de obtener y carecen de unanimidad en la comunidad de las ciencias sociales.

Otro punto que se ha de tener en cuenta es la complejidad de estos sistemas ecológicos por su heterogeneidad y por estar compuestos por múltiples factores y dinámicas, a su vez, poco simples. Tanto los servicios como los impulsores actúan en diferentes escalas espacio-temporales y están profundamente interrelacionados, lo que genera sinergias y antagonismos entre ellos. Las dinámicas no-lineales que afectan a ciertos procesos, dificultan su gestión por no retornar al punto inicial por la misma vía –ya conocida–, o que incluso no exista la posibilidad de total reversibilidad.

El uso racional de los océanos requiere de la experiencia del saber tradicional, del conocimiento científico, pero también una mayor capacidad de cooperación social e intersectorial para el desarrollo de un marco legal que vele por el uso equitativo y sostenible de los recursos que el mar ofrece a la humanidad

¿CÓMO SE PERCIBE EL FUTURO DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS ESPAÑOLES?

El futuro del bienestar de la sociedad española mira hacia el mar desde el momento en que el aprovechamiento de los servicios terrestres ha llegado a un punto de insostenibilidad, hecho que plantea muchas cuestiones acerca de las posibilidades de desarrollo como hasta ahora se ha entendido. Esta mirada se centra ahora en la exploración de nuevos recursos energéticos, como el de las olas, las mareas, el viento y los biocombustibles, así como en el descubrimiento de nuevas fuentes de principios activos para la farmacología y la biotecnología. Urge regular estas actividades, aún incipientes, para garantizar que su explotación esté gobernada por los principios de la sostenibilidad y en beneficio de toda la humanidad, que será mucho más acuática de lo que lo es en la actualidad. El uso racional de los océanos requiere de la experiencia del saber tradicional, del conocimiento científico, pero también de una mayor capacidad de cooperación social e intersectorial para el desarrollo de un marco legal que vele por el uso equitativo y sostenible de los recursos que el mar ofrece a la humanidad. En vencer estos desafíos descansa en buena medida el futuro de la humanidad y de la biosfera. ❀

REFERENCIAS

- APROMAR (Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos), 2010. *La Acuicultura Marina de Peces en España*.
- Bouchet, P., 2006. *The magnitude of marine biodiversity. The Exploration of Marine Biodiversity Scientific and Technological Challenges*. Carlos M. Duarte (ed.).
- Boudouresque, C. F. y Verlaque, M., 2002. "Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes". *Marine Pollution Bulletin*, v. 44: 32-38.
- Cajamar, 2002. "El tráfico marítimo y la actividad portuaria". *Boletín Económico Financiero Cajamar*. Suplemento n.º 10. Año IV. Número 10.
- Duarte, C. M. (coord.), 2006. *Las Ciencias y tecnologías marinas en España*. CSIC. 292.
- Duarte, C. M.; Dennison, W. C.; Orth, R. J. W., and Carruthers, T. J. B., 2008. "The Charisma of Coastal Ecosystems: Addressing the Imbalance". *Estuaries and Coasts*. Vol. 31: 233-238.
- EUC-European Union Commission, 2007.
- EUROPARC-España, 2010. *Anuario EUROPARC-España del estado de los espacios naturales protegidos 2009*. FUNGOBE. Madrid.
- FAO-Food and agriculture Organization, 2006.
- ICCAT-International Commission for conservation of Atlantic Tunas, 2007.
- INE-Instituto Nacional de Estadística, 2010. *Anuario Estadístico 2009*.
- IPCC-International Panel for Climate Change, 2007.
- MA-Millennium Assessment: *Marine and coastal ecosystems and human well-being*, 2006. United Nations Environment Programme.
- MAPA-SGEA (Encuesta de Indicadores Económicos de la Pesca Marítima), 2007.
- Marbà N., 2009. "Loss of seagrass meadows from the spanish coast: results of the PRADERAS project". En *Global loss of coastal habitats: rates, causes and consequence*. FBBVA. 184 pp.
- Martín, V. J., 2008. *Consumo y gasto en pescado: Demanda en el hogar y en los establecimientos de restauración. Distribución y consumo*.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2009. *Libro Blanco de la Pesca*.
- Pauly, D. V.; Christensen, J.; Dalsgaard, R.; Froese, F. y Torres, Jr., 1998. "Fishing down marine food webs". *Science* 279: 860-863.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2010. *Perfil Ambiental*.
- Petrovic, M.; Sole, M.; de Alda, M. J. L. y Barcelo, D., 2002. "Endocrine disruptors in sewage treatment plants, receiving river waters, and sediments: Integration of chemical analysis and biological effects on feral carp". *Environmental Toxicology and Chemistry*, 21, 2146-2156.
- Pinnegar, J. K.; Polunin, N. V. C. y Badalamenti, F. 2003. "Long-term changes in the trophic level of western Mediterranean fishery and aquaculture landings". *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60(2): 222-235.
- WWF web (Sergi Tudela).

Lo que sabemos
lo aprendemos
de la naturaleza

Lo que hacemos
es para preservarla



www.tragsa.es

El Grupo Tragsa trabaja diariamente con las administraciones públicas construyendo infraestructuras y equipamientos; desarrollando proyectos medioambientales; mejorando la productividad del campo y de las explotaciones ganaderas; modernizando regadíos y actuando en situaciones de emergencia.

Una gran obra al servicio de la sociedad con un compromiso: mejorar la calidad de vida de las personas garantizando la conservación y la protección de nuestro patrimonio natural.

Tenemos un gran reto: actuar en el mundo de hoy sin comprometer el mundo de mañana.

La conservación de la montaña alpina y el bienestar humano

Federico Fillat

Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Jaca

A. Javier Aguirre

Escuela Politécnica Superior de Huesca (Universidad de Zaragoza). Huesca

Ferrán Pauné

Consultor Ambiental. La Garriga (Barcelona)

Cristian Fondevilla

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria (Universidad de Lleida). Lleida

En la larga historia de colonización de los continentes, las montañas siempre fueron aquellos territorios alejados a los que los grupos humanos solo llegaban tras conocer bien los llanos que las rodeaban. Sin embargo, una vez asentados en ellas, podían servirles de refugio seguro para casos de ataque por parte de otros grupos hostiles (Price, 1981); esa alternancia de lugares difíciles y poco accesibles junto a la característica de haber albergado altas densidades de población en tiempos difíciles, son las señas de identidad que hemos seguido encontrando en la montaña alpina española.

En el primer decenio del siglo XXI continúa teniendo más bosques que la mayoría de los llanos circundantes y soporta una frecuentación de visitantes muy alta. Alberga paisajes heredados que evidencian aún depuradas reglas de gestión comunitaria (Violant, 1949). Seguramente podrán ser preservados si optamos por una decidida puesta al día de otras normas complementarias con las que ayudar a controlar los nuevos impactos que vayan recibiendo.

El modelo internacional de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, a través del

estudio de los servicios ofertados por los ecosistemas del planeta y su relación con el bienestar humano (MEA, 2010) ha sido el marco seguido para el análisis de las relaciones naturaleza-sociedad del ecosistema de la montaña alpina española. Se han considerado modelos realizados en espacios muy emblemáticos (González *et al.*, 2008) o en las zonas de montaña de Portugal (Milenio de Portugal, Aguiar *et al.*, 2009). Proponemos algunas recomendaciones para que en la montaña alpina española se pueda potenciar de una manera eficaz su capacidad de generar servicios que contribuyen al bienestar de nuestra sociedad¹.

La despoblación y el abandono de actividades tradicionales (regresión de prados junto a los pueblos e invasión de matorral en zonas de pastos, por ejemplo) (Alados *et al.*, 2007) han coincidido en los últimos diez años con una demanda urbanística desproporcionada (OSE, 2006) y con un incremento de las actividades de ocio (Gorria, 1995) que seguramente frenaron

¹ La presente aportación forma parte de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (www.ecomilenio.es) y es un adelanto resumido de la contribución correspondiente a la montaña alpina española.

otro posible desarrollo rural más armónico. Los Espacios Naturales Protegidos (en general, la Red Natura 2000) contribuyeron a una política de protección de determinados espacios y especies emblemáticas lo que ha supuesto que la superficie total regulada por los LIC, por ejemplo, supone el 74% de la superficie total de la montaña alpina (MARM, 2010c).

La montaña alpina ofrece al visitante unos territorios que tradicionalmente fueron difíciles de explotar por sus habitantes, en gran medida debido a las penalidades impuestas por la propia altitud. Podríamos considerar las bajas densidades de población actuales como una consecuencia de esas limitaciones ambientales y son muy similares en los tres conjuntos: Cordillera Cantábrica 7,85 hab/km²; Pirineos 6,10 hab/km² y Cordillera Ibérica 6,12 hab/km² (INE, 2010). Son territorios con muy variados tipos de servicios y van dirigidos a algo más de 7 millones de visitantes anuales. Los motivos de atracción por los que acuden a sus valles y montes varían según las estaciones (naturaleza en verano, frutos y caza en otoño, cultura en primavera, esquí en invierno) y son muchos los que repiten y acaban considerándose “montañeses de adopción”.

La conservación de la montaña alpina es necesaria para seguir generando servicios de abastecimiento de calidad (algunos alimentos saludables y producidos de forma sostenible), provisión de agua dulce limpia, imprescindible en el marco de la disminución de precipitaciones del cambio global. No menos importante es el suministro de energías renovables, y mención especial merece el acervo genético que será, seguramente, el reservorio de futuras opciones de producción y de gestión para una sociedad que cada vez más precisará de la conservación de territorios equilibrados, resilientes y de los servicios proporcionados en circuitos cortos de mercado. Tampoco debe olvidarse el potencial futuro de las zonas agrícolas de montaña para la producción de principios activos naturales de calidad.

En este marco cabe indicar que los cambios de uso del territorio son con seguridad el impulsor directo de cambio que más está limitando el po-

La conservación de la montaña alpina es necesaria para seguir generando servicios de abastecimiento de calidad y provisión de agua dulce limpia, imprescindible en el marco de la disminución de precipitaciones del cambio global. No menos importante es el suministro de energías renovables, y mención especial merece el acervo genético que será, seguramente, el reservorio de futuras opciones de producción y de gestión para una sociedad que cada vez más precisará de la conservación de territorios equilibrados, resilientes y de los servicios proporcionados en circuitos cortos de mercado

tencial mencionado, incluso tras haber disminuido recientemente su intensidad sobre el medio. La pérdida de suelo fértil en pos del proceso urbanizador es acumulativa, así como lo es también la pérdida de explotaciones agrarias viables o la regulación de infiltración hídrica, por poner solo algunos ejemplos muy aparentes.

La explotación intensiva de servicios y los cambios de uso del suelo, limitan también la capacidad de generar diversos servicios culturales y, en particular, los del disfrute espiritual y religioso, el de paisaje-disfrute estético y el de actividades recreativas y ecoturismo; son ya muchos los visitantes que experimentan en la montaña alpina su interacción con espacios naturales de alto valor ecológico y estético, y con ella, los potenciales de equilibrio psicoespiritual e incremento de la salud a largo plazo.

Los cambios de uso del territorio son con seguridad el impulsor directo de cambio que más está limitando el potencial de la montaña alpina, incluso tras haber disminuido recientemente su intensidad sobre el medio. La pérdida de suelo fértil en pos del proceso urbanizador es acumulativa, así como lo es también la pérdida de explotaciones agrarias viables o la regulación de infiltración hídrica

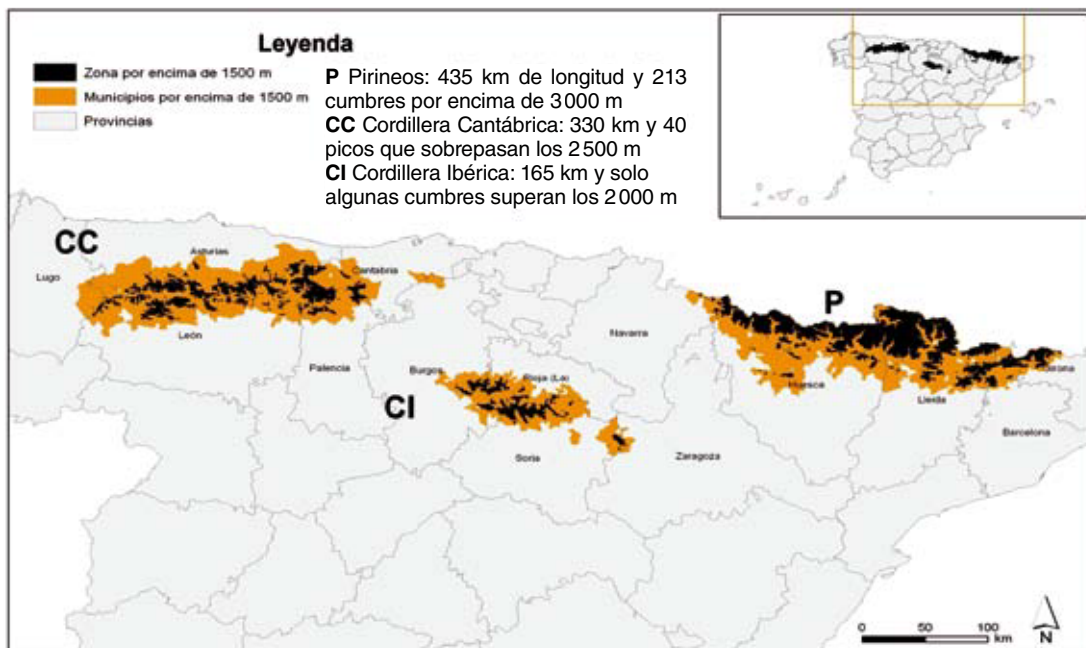
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO MONTAÑA ALPINA

Consideramos como montaña alpina española los territorios de la Cordillera Cantábrica, Los Pirineos y la Cordillera Ibérica (sector norte) que superan los 1 500 m de altitud. Pertenecen a un total de 292 municipios y suman una población de 172 591 habitantes que desarrollan su acti-

vidad en una superficie de 23 335 km² lo que supone una densidad media de 6,81 hab/km² (INE, 2010).

Las tres cordilleras se originaron en el Cretácico Superior, con el inicio de la orogenia *alpina* (hace unos 80 millones de años). Sin embargo, los materiales que las formaron eran aún más antiguos, y muchos de ellos habían sufrido otra orogenia anterior (*hercínica*), a finales de la Era Paleozoica (período Carbonífero). En conjunto, los macizos resultantes de la orogenia alpina se estructuraron de forma que se pueden distinguir bien en todos ellos una zona interna, con materiales antiguos paleozoicos, y otras externas, con materiales mesozoicos (Fontboté, 1986; Teixell, 2009; Santanach, 1986). Esa diversidad de materiales litológicos proporciona una gran variedad de servicios de abastecimiento (carbón, pizarras y granitos para construcción, hidroelectricidad, aguas termales), de regulación (climática en sus solanas y umbrias, de inversión térmica en sus valles, hídrica con sus lagos y pantanos, de fertilidad del suelo por los distintos tipos de rocas que los originan) y culturales (por el conocimiento geológico de sus orígenes, de identidad cultural que proporciona el vivir en cada valle, de múltiples actividades recreativas y de ecoturismo).

Municipios de montaña (en naranja) con territorios por encima de los 1 500 m de altitud (en negro). Consideramos la Cordillera Cantábrica (CC), Pirineos (P) y la Cordillera Ibérica (sector norte, hasta el Moncayo) (CI). Elaborado por la Unidad SIG de EME y M. Gartzia del IPE (Sigpac, 2009).



Tras la elevación de los tres conjuntos montañosos, se iniciaron nuevos ciclos de erosión, unas veces superficiales (fluvial y glaciar) y, otras, internos (con fuertes karstificaciones en las zonas calizas). Resultaron particularmente espectaculares los modelados glaciares por lo que todos los glaciares del Pirineo han sido protegidos. Respecto a las zonas calizas, cabe destacar la cueva kárstica de la Piedra de San Martín (Macizo de Larra, Navarra) con las galerías más profundas de Europa (150 km de galerías y más de 1 300 m de desnivel) (López, 1987).

La vegetación inicial que fue ocupando las montañas, ascendía desde valles próximos y alcanzaba las cumbres cuando la benignidad del clima lo fue permitiendo (para el caso de los bosques, por ejemplo, dando primero pinares de formación abierta y, después, robledales y hayedos). Otros componentes provenían de refugios terciarios, anteriores a las glaciaciones cuaternarias, y todos ellos en conjunto contribuyeron a formar la rica flora actual (Blanco *et al.*, 2005).

Climáticamente, toda la Península Ibérica está situada un poco al sur de la trayectoria de las borrascas atlánticas, protegida de muchos frentes por el anticiclón de las Azores, por lo que sus tipos de tiempo resultan más suaves que los del resto de Europa. También la lejanía de los fríos polares hace que las temperaturas solo bajen significativamente cuando ocurren llegadas intensas de aire siberiano (Kerbe, 1974; Creus, 1983; Ortega, 1992). En este marco general, la situación de las tres alineaciones montañosas está muy influida por las precipitaciones pro-

venientes del O y NO y por las diferentes protecciones que tienen sus laderas solanas respecto de las correspondientes umbrías, cuando se trate de soportar la llegada de los fríos polares. En las precipitaciones se nota una fuerte disminución de las influencias atlántica y cantábrica al avanzar desde las posiciones occidentales (Galicia-Asturias) hasta las meridionales del Moncayo (Soria-Zaragoza) o hasta la comarca interior pirenaica de la Cerdanya (Girona); se compensan en parte esas pérdidas de humedad con la altitud y, en cotas superiores a 1 500 m, resultan frecuentes precipitaciones anuales próximas a 1 500 mm (Ninyerola *et al.*, 2005). Para las temperaturas, las medias de la cota 1 500 m suelen oscilar entre los 6 °C y 8 °C, mientras las medias de las mínimas van de 0 °C a 3 °C y las de las máximas lo hacen entre 12 °C y 14 °C (Ninyerola *et al.*, 2005).

Las características de sustrato geológico (sílice o calizo), exposiciones (atlánticas o recibiendo influencias mediterráneas), altitudes (con pisos de vegetación montanos, subalpinos y alpinos), formas de relieve (convexas o cóncavas), tipos de suelos (superficiales o profundos, ácidos o básicos), precipitaciones (cantidades anuales y su distribución estacional, nevadas) y temperaturas (con zonas térmicamente favorecidas frente a valles con inversión térmica), proporcionaron gran diversidad de biotopos para el establecimiento de una rica flora (Blanco *et al.*, 2005). Se trata de una región montañosa que, a pesar de su pequeña superficie, alberga más de un tercio de las especies vasculares de España (Villar, 2003; García y Gómez, 2007) y una gran diversidad en

En los pisos subalpino y montano, con pradería y setos en malla, se desarrolla la mayor parte de la actividad local próxima a los pueblos. A los servicios de abastecimiento y regulación que proporcionan en su conjunto hay que añadir los culturales de conocimiento ecológico local, identidad y sentido de pertenencia. San Juan de Plan (Huesca).



comunidades vegetales (Benito, 2006); la altitud y el relieve y la gran variedad de ambientes que ocasionan, favorecen un aumento del número de especies y del total de endemismos (en particular, los borealpinos y los orófitos) (Montserrat Martí y Montserrat Martí, 1990).

Entre los hábitats de interés comunitario de España (Bartolomé *et al.* 2005) encontramos presentes en la montaña alpina 5 relacionados con las aguas y ríos alpinos, 4 que albergan distintos tipos de brezales, 4 relacionados con matorrales, 12 con comunidades herbáceas, 7 con diferentes tipos de turberas y humedales, 5 relacionados con cantiles, afloramientos rocosos y cuevas, uno directamente ocupado por los glaciares y 14 con distintos tipos de bosques. Por tanto, la montaña alpina española constituye un muestrario bastante completo de los distintos hábitats europeos y puede ser de un gran atractivo para todo tipo de visitantes que aprecien la naturaleza.

En la lista de especies emblemáticas de la flora española con distintos tipos de amenazas (MARM, 2010d), encontramos para el Pirineo la orquídea conocida como zapatito de dama (*Cypripedium calceolus*, FL/136), considerada en peligro de extinción y *Androsace pyrenaica*, clasificada como de interés especial. Para la fauna amenazada, destacan dos lagartijas que se consideran en peligro de extinción y una vulnerable, mientras suman nueve las lagartijas, lagartos y culebras de interés especial. Entre las aves hay cuatro clasificadas como en peligro de extinción: quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), urogallo cantábrico (*Tetrao urogallus subsp. Pirenaica*), milano real (*Milvus milvus*), alimoche común (*Neophron pernopterus*); cuatro vulnerables: perdiz nival (*Lagopus mutus subsp. pyrenaicus*), urogallo pirenaico (*Tetrao urogallus subsp. aquitanicus*), milano real (*Milvus milvus*) y águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus/Aquila fasciata*), y cinco de interés especial. Los mamíferos en peligro de extinción son dos: oso (*Ursus arctos*); y visón europeo (*Mustela lutreola*); y uno se clasifica como de interés especial: armiño (*Mustela erminea*). En total, sobre las 613 especies consideradas como amenazadas, la montaña alpina albergaría cerca de un 5% de di-

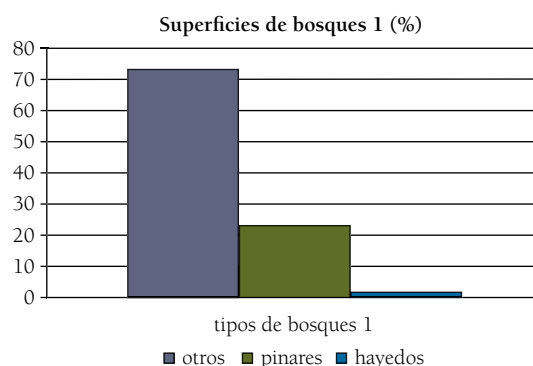
chas especies. Por tanto, la montaña alpina es una zona con elevado interés de conservación para especies amenazadas de España.

No obstante la biodiversidad presenta una tendencia negativa y de forma especial en las especies alpinas, fuertemente adaptadas a las duras condiciones del medio. En el caso de las aves, todas las especies dependen de temperaturas estivales frescas y buenas precipitaciones para disponer de los recursos alimentarios necesarios que les permitan afrontar la temporada de cría. El proceso de calentamiento global parece incidir negativamente en ellas según el ICO (2010). En el período 2002-2009 la chova piquigualda (*Phyrrhocorax graculus*) ha sufrido un descenso poblacional fuerte de una media del 14% anual, de manera que en el año 2009 se han detectado solo el 37% de las chovas contabilizadas en 2002. Para el reyezuelo (*Regulus regulus*), en el mismo periodo, el descenso es del 13% anual y se contabiliza en 2009 el 61% de efectivos del año 1990.

Zonas próximas a la montaña alpina fueron frecuentadas desde tiempos prehistóricos (Paleoítico inferior) (Bhan, 1984), por diversas especies del género *Homo* (*H. antecessor*, *H. heidelbergensis*, *H. neanderthalensis* y finalmente *H. sapiens*) (Arsuaga, 1999). En aquellos territorios cazaron, recolectaron plantas y animales y practicaron después la agricultura (Martin y Vaquer, 1995). El paisaje del tiempo de los romanos, definido por sus componentes muy estables de *silva* (bosques), *saltus* (pastos) y *ager* (campos) (Faucher, 1975) fue cambiando y así ocurrió, por ejemplo, con la intensa colonización agrícola de las montañas en los siglos medievales (Bolós, 1995). Ya en pleno siglo XX, se produjo un desarrollo industrial importante de las ciudades, a la vez que se abandonaron muchas zonas rurales (y casi de una forma imparable a partir de la década de 1960) (Leal *et al.*, 1975); por el contrario, en los últimos años del siglo XX y primer decenio del XXI han ido aumentando las frecuentaciones turísticas estacionales a todas las montañas.

Los bosques más importantes de las zonas por encima de los 1 500 m están formados por com-

binaciones de varias especies (73%) siendo los pinares las masas homogéneas mejor representadas (23%), mucho más que los hayedos (1,75%). Los abetales, enebrales y robledales son los siguientes conjuntos a destacar aunque con valores muy bajos (0,90%, 0,79% y 0,60%, respectivamente); la mayor aportación superficial de los pinares corresponde a *Pinus sylvestris*, con un 73% de la superficie total de pinares y caracterizaría fundamentalmente el piso montano mientras, el *Pinus uncinata* (24% de la superficie de los pinares), sería el mejor indicador del piso subalpino (MARM, 2010b).



Económicamente, el Valor Añadido Bruto (VAB) del sector agrario oscila entre medias del 14% (Zona asturiana de los Montes Cantábricos) y del 5% (caso del Pirineo catalán). Los valores respectivos del sector servicios son 54% y 65% y, para la construcción, 12% y 19%. En el conjunto de España los valores medios son 2,45% (sector agrario), 72% (servicios) y 11% (construcción) por lo que, en general las zonas de montaña representarían áreas a las que llegan lentamente los cambios económicos que ya se han iniciado en los llanos, medidos, en estos casos, por la importancia creciente de la construcción y del sector servicios y por la correspondiente disminución del sector agrario (CCAA, 2010).

ESTADO DE CONSERVACIÓN GENERAL DE LOS ECOSISTEMAS DE LA MONTAÑA ALPINA: MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y USOS DEL TERRITORIO

La superficie total protegida supone algo más del 75% de los municipios de la zona y el número

de visitantes que la frecuentan oscila alrededor de 4 millones. Los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), junto con las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) sirvieron de base para definir la Red Natura 2000 (Ece, 2010). Anteriormente, existían ya en los Pirineos dos Parques Nacionales (Ordesa y Monte Perdido y Aigües Tortes i Estany de Sant Maurici) y uno en los Montes Cantábricos (Picos de Europa) y a ellos se han ido añadiendo varios Espacios Naturales Protegidos con diferentes figuras de protección. La Unesco había colaborado también en la protección definiendo las Reservas de la Biosfera dentro del Programa Man and the Biosphere (MaB) (1 en los Pirineos y 9 en los Montes Cantábricos (Unesco, 2010).

Hayedo-abetal del Pirineo (Valle de Broto).





Pastos de verano y lago (Valle de Tena (Huesca).

Las medidas de conservación enunciadas siguen teniendo deficiencias en la protección de la biodiversidad, en la degradación del suelo, en los riesgos de perturbaciones naturales como los incendios forestales y han soportado una presión urbanística muy intensa durante el pasado decenio (Quasar, 2007). Gran parte de las ideas conservacionistas reguladas en la Unión Europea se aplicaban en el Reino Unido antes de integrarse en la Comunidad Económica Europea y las habían experimentado en sus famosas áreas medioambientalmente sensibles (ESA en la versión inglesa) (Whitby y

Lowe, 1994). Repasando su puesta en funcionamiento, resulta evidente que lo hacían con una plena participación de los agentes sociales implicados en cada zona que se ha de proteger y con unas normativas y fondos económicos específicos para cada caso, con lo cual la eficacia del resultado estaba casi siempre garantizada. La experiencia vivida en la montaña alpina española solo está siguiendo ese modelo recientemente con la creación de EUROPARC en 1993 (EUROPARC, 2010) y seguramente habría que ampliar, simultáneamente a la población local y a los visitantes, la idea de que la conservación de los ecosistemas naturales es económicamente rentable, imprescindible y un asunto de toda la sociedad. Por otro lado, a diferencia de otras cordilleras internacionales de Europa, en la montaña alpina española aún no existe una estrategia conjunta de conservación de la biodiversidad ni un marco de cooperación estable entre los distintos espacios naturales protegidos y las administraciones regionales (ICHN, 2011).

Respecto al uso del suelo, los bosques y la vegetación arbustiva y/o herbácea ocupan el 77,6% de la superficie (bosques 40,5%; vegetación arbustiva y/o herbácea 37,1%); los espacios abiertos con poca o sin vegetación, el 9,6%; y las zonas agrícolas heterogéneas, el 5,1%. En total suman el 92,2% de toda la superficie y quedan el resto de los usos del suelo relegados al 7,8% de la superficie (año 2000; Corine Land Cover, 2006).

Desde el año 1990 hasta el 2000 han aumentado los bosques, las aguas continentales, las zonas agrícolas heterogéneas, las zonas de extracción minera, vertederos y de construcción, las zonas industriales, comerciales y de transportes, las zonas urbanas y las zonas verdes artificiales. En cambio, han disminuido los espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea, los espacios abiertos con poca o sin vegetación y las praderas. Podríamos resumir que se ha producido un significativo aumento de los bosques junto a una disminución de los espacios arbustivos y/o herbáceos. No obstante, estos cambios no son homogéneos.

El aumento de los bosques se debe principalmente a las cordilleras Ibérica y Cantábrica mientras que en Pirineos han disminuido ligeramente. El aumento de las aguas continentales se produce especialmente en la Cordillera Cantábrica, mientras que es más ligero en la Ibérica y muy pequeño en Pirineos.

Las pérdidas de espacios abiertos con poca o ninguna vegetación y, de una forma señalada, aquellos con vegetación arbustiva y/o herbácea, se deben principalmente a la Cordillera Ibérica, mientras en la Cantábrica aumentan los primeros y menguan los segundos; en Pirineos menguan los dos. Estos datos parecen indicar que una cantidad importante de la vegetación arbustiva y/o herbácea ha pasado a bosques.

El aumento de las zonas agrícolas heterogéneas se debe exclusivamente al ocurrido en la Cordillera Ibérica porque tanto en la Cantábrica como en Pirineos han disminuido. Por otra parte, el aumento de las zonas de extracción minera, vertederos y de construcción es atribuible en exclusiva a la Cordillera Cantábrica.

El aumento de las zonas industriales, comerciales y de transportes, así como de las urbanas se ha producido en los tres sectores, siendo más importantes las primeras en las Cordilleras Cantábrica e Ibérica que en Pirineos, mientras que respecto a la importancia de las áreas urbanas la ordenación es inversa.

Las tierras de labor aumentan en la Cordillera Ibérica, y lo hacen en mayor medida que lo que menguan en la Cordillera Cantábrica y Pirineos. Por su parte, las praderas disminuyen en los tres sectores, pero son mayores las disminuciones en las Cordilleras Ibérica y Cantábrica que en Pirineos.

SERVICIOS SUMINISTRADOS. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y FUENTE DE DATOS

En la tabla se resume el conjunto de servicios de abastecimiento, regulación y culturales que

suministra la montaña alpina a la sociedad. Los alimentos provenientes de la ganadería de montaña (carne, leche, queso) fueron el servicio de abastecimiento tradicional proporcionado para los habitantes de las pequeñas localidades que allí vivían y también con ellos comerciaron sus ganaderos en las ferias y mercados; durante el desarrollo industrial español (y a partir de 1960 principalmente) los exportaron a las grandes ciudades. El despegue de la industria se realizó en gran medida con el carbón y la energía hidroeléctrica generados en la montaña alpina, y muchos de los embalses construidos sirvieron no solamente para los saltos hidroeléctricos sino también para la puesta en regadío de grandes superficies de los llanos próximos. Los inicios del termalismo español, muchas veces procedente de antiguas termas romanas, ocurrieron en la montaña alpina, y también en ella se iniciaron las primeras plantas embotelladoras de agua mineral para su uso generalizado en las ciudades.

Las políticas de conservación del medio natural han tenido un gran desarrollo en todas las áreas de montaña, y tanto las iniciativas de la Unesco (Reservas de la Biosfera) como las de la Unión Europea (Red Natura 2000) han servido para declarar grandes superficies de montaña como zonas protegidas. En ellas se han conservado algunas de las especies más emblemáticas del continente europeo: oso pardo, quebrantahuesos, perdiz nival, urogallo, varias lagartijas, algunas plantas del Terciario y orquídeas muy espectaculares.

Las pequeñas comunidades de montaña actuales conservan influencias de conocimiento del medio que seguramente se han ido transmitiendo desde tiempos prehistóricos, y muchas las expresan en variadas lenguas vernáculas y en idiomas diversos que tienen el rango de oficiales en nuestro desarrollo constitucional español. Los vaivenes de ocho siglos de encuentros bélicos y desplazamientos de fronteras en todo el territorio medieval español, dejaron una impronta cultural y monumental que en muchos lugares ha sido declarada Patrimonio de la Humanidad.

Palloza en la Cordillera Cantábrica. Síntesis de construcción tradicional mantenida en las afueras de Somiedo (Asturias), un pueblo muy visitado por el atractivo de tener una presencia frecuente de osos en sus proximidades.

Las políticas de conservación del medio natural han tenido un gran desarrollo en todas las áreas de montaña, y tanto las iniciativas de la Unesco (Reservas de la Biosfera) como las de la Unión Europea (Red Natura 2000) han servido para declarar grandes superficies de montaña como zonas protegidas. En ellas se han conservado algunas de las especies más emblemáticas del continente europeo: oso pardo, quebrantahuesos, perdiz nival, urogallo, varias lagartijas, algunas plantas del Terciario y orquídeas muy espectaculares

Nuevos encuentros entre mundo rural y ciudad están sirviendo para crear otros cauces de comprensión y desarrollo que, basándose en demandas turísticas muy concretas (Espacios Naturales Protegidos, deportes de nieve, ecoturismo en general), se están ampliando hacia

aspectos culturales y monumentales que servirán, seguramente, para lanzar iniciativas de conservación del medio natural y desarrollo del bienestar humano de una forma más integrada y eficiente de lo que hemos conocido hasta ahora.



Tipos de servicios y ejemplos que proporciona la montaña alpina española. La importancia de cada uno de ellos se expresa por una gama de colores

Tipo	Servicios	Categoría	Definición	Ejemplos e importancia
Abastecimiento	Alimentación		Productos derivados de la montaña alpina que son consumidos por los seres humanos para obtener principios nutritivos, que les proveen materia y energía	
		Producción agrícola		Patatas, maíz, verduras
		Ganado		Carne, leche y quesos
		Pesca		Truchas
		Apicultura		Diversos tipos de mieles
		Acuicultura		Piscifactorías de truchas
		Alimentos vegetales silvestres		Frutos del bosque, hongos, avellanas
		Caza para alimentación		Jabalíes, rebecos, corzos, perdices
	Agua dulce		Agua dulce de calidad que suministran los sistemas acuáticos epicontinentales y acuíferos para el suministro urbano, agrícola e industrial	Agua para consumo humano, limpieza, recreo, producción de cosechas, usos industriales, plantas embotelladoras
	Materias primas de origen biológico		Materiales extraídos de los seres vivos y que se transforman para elaborar bienes de consumo	Madera de pinos y hayas, celulosa, leña de roble, artesanía de madera de boj, mimbrres
Materias primas de origen mineral		Materiales de origen mineral extraídos del subsuelo que se transforman para elaborar bienes de consumo	Carbón, pizarras y areniscas para construcción, gravas y arena aluviales	
Energías renovables		Materiales de origen biótico o geótico que sirven como fuente de energía	Hidroeléctrica, biomasa	
Acervo genético		Diversidad genética de una especie o población. Variedad de genes entre y dentro de las poblaciones	Razas autóctonas, genes o información genética usada en biotecnología	
Medicinas naturales y principios activos		Materiales de origen biótico o geótico que se utilizan en medicina natural	Plantas medicinales de montaña y de bosque, aguas termales, estaciones balnearias	
Regulación	Regulación climática		Influencia de la montaña alpina y biodiversidad sobre el clima a escala global y local	
		Global	Emitiendo o absorbiendo gases invernadero a la atmósfera	Captura y almacenamiento de carbono en bosques y pastos
		Regional y local	Influencia de los cambios de usos del suelo en el régimen de temperatura y precipitación	La deforestación de solanas provoca unas pérdidas de humedad importantes en el suelo
	Regulación de la calidad del aire		Los bosques y pastos tienen un efecto sobre la calidad del aire extrayendo contaminantes	
	Regulación hídrica		Los cambios en los usos del suelo tienen un gran impacto en la regulación del ciclo del agua en el contexto de las cuencas hidrográficas	Suelos permeables facilitan la recarga de acuíferos. Los ecosistemas acuáticos tienen una gran capacidad de autodepuración de contaminantes y materia orgánica
Regulación morfo-sedimentaria		La cobertura de la vegetación juega un papel esencial en la retención del suelo y, por tanto, en el control de la erosión	Control de deslizamientos de ladera	

Tipos de servicios y ejemplos que proporciona la montaña alpina española. La importancia de cada uno de ellos se expresa por una gama de colores (continuación)

Tipo	Servicios	Categoría	Definición	Ejemplos e importancia
Regulación	Formación y fertilidad del suelo		La fertilidad del suelo es esencial para el crecimiento de la vegetación silvestre y la agricultura. La distribución del pastoreo en altitud redistribuye la fertilidad en cumbres	Mantenimiento de suelos con nutrientes para el crecimiento de las plantas y las cosechas
	Regulación de las perturbaciones naturales		Las montañas alpinas bien gestionadas amortiguan los efectos de las perturbaciones naturales, en especial las ligadas al clima	Los paisajes en malla amortiguan la velocidad del viento y su efecto desecante. Los aterrazamientos y sus canales de desagüe regulan la velocidad de circulación del agua de tormenta por las laderas
	Control biológico		Los paisajes en malla de la montaña regulan plagas y vectores de enfermedades para humanos, cosechas y ganado	Diferentes especies de aves anidando en los setos consumen insectos que generan plagas
	Polinización		Las especies polinizadoras son esenciales para la producción de frutos, semillas y alimentos en general	La montaña alpina preserva ambientes sin tratamientos insecticidas
Culturales	Conocimiento científico		El conocimiento científico de la montaña alpina es extenso y desde hace años	Artículos, tesis doctorales y diversas monografías abarcan muchas disciplinas del saber
	Conocimiento ecológico local		Saber popular sobre la gestión de las actividades de montaña	Recopilación medieval de muchas reglas de gestión que han perdurado hasta nuestros días en forma de versiones mejoradas
	Identidad cultural y sentido de pertenencia		Diversas lenguas vernáculas, idiomas diferentes y evolución del propio castellano tuvieron lugar en las montañas alpinas	La definición exacta de muchos fenómenos locales tiene una rica precisión y abundancia de matices en las hablas locales
	Disfrute espiritual y religioso		Ritos, creencias y culto religioso forman parte del patrimonio cultural de los municipios de montaña	Muchos ritos religiosos y lugares sagrados actuales tuvieron ya sus precedentes en ritos paganos anteriores desarrollados ampliamente en todas las montañas
	Paisaje-disfrute estético		Los paisajes de montaña son especialmente diversos por el efecto de la altitud y por los cambios estacionales	La visita a los Espacios Naturales Protegidos es uno de los importantes servicios de la montaña alpina
	Actividades recreativas y ecoturismo		La demanda de ocio por parte de los visitantes de las ciudades ha generado una actividad importante en el turismo de montaña	El turismo en amplias zonas del territorio o en determinados puntos (estaciones de esquí, balnearios) es una actividad en aumento
	Educación ambiental		Los programas de educación ambiental son muy diversos en todos los valles de la montaña alpina española	Programas relacionados con geología, flora, fauna, orientación, recorridos artísticos del románico, etc.

La importancia de los servicios se ha evidenciado con los siguientes colores:

-  Alta
-  Alta-media
-  Media-baja
-  Baja

Para evaluar todos estos servicios que genera la montaña alpina hemos reunido varios indicadores. Debido a las características muy locales de la zona, resulta difícil encontrar en las estadísticas generales de los ministerios nacionales las referencias concretas de los pequeños

municipios de montaña y se han consultado los datos siguiendo las estadísticas de las diferentes comunidades autónomas (CCAA, 2010). Las unidades utilizadas han sido las de superficie (ha) o peso (t) o, en varios casos, se expresan los datos en forma relativa (en%). La expresión en unidades monetarias (€) solo ha sido posible en ocasiones muy particulares y, en otras, se han considerado el número de los acontecimientos. En el caso de la producción agrícola, que es eminentemente ganadera, a falta de datos en peso (t) se ha optado para datos en número de cabezas de ganado (n.º).

TENDENCIAS GENERALES

De acuerdo con las características de los servicios antes explicados, se discuten ahora (véase tabla) las tendencias que presentan.

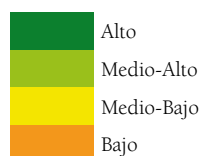
Respecto a los 7 servicios de abastecimiento, consideramos que mejoran algo tres de ellos (agua dulce, energías renovables y acervo genético), ya que existen planes (generalización de depurados en algunas autonomías, inicio de energías renovables basadas en la biomasa acumulada en los bosques) para frenar el deterioro que se había venido produciendo; en otros casos, porque se está animando oficialmente la promoción de muchas iniciativas ganaderas relacionadas con las razas autóctonas y sus productos de calidad. También la promoción de circuitos cortos de comercialización y de la ganadería ecológica. Sin embargo, tanto la cantidad total producida (en alimentación) como en materias primas (ya sean de origen vegetal o mineral) disminuyen en la mayoría de los valles. Con las medicinas naturales y sus principios activos se está aún en una etapa de poca promoción y de difícil participación en iniciativas económicas locales.

En conjunto cabe alertar sobre la necesidad de afianzar y mejorar los servicios de regulación entre los que figuran varios cuya planificación y control deberían ejercerse de forma muy significativa por parte de los poderes públicos (locales, autonómicos y nacionales). La regulación

Evaluación global del estado de los servicios de los ecosistemas de montaña alpina española

Tipo de servicio	Subtipo	Situación
Abastecimiento	1. Alimentación	↘
	2. Agua dulce	↗
	3. Materias primas de origen vegetal	↓
	4. Materias primas de origen mineral	↘
	5. Energías renovables	↗
	6. Acervo genético	↗
	7. Medicinas naturales y principios activos	↘
Regulación	8. Regulación climática global	↘
	9. Regulación climática regional y local	↘
	10. Regulación hídrica	↘
	11. Regulación morfosedimentaria	↔
	12. Formación y fertilidad del suelo	↘
	13. Regulación de las perturbaciones naturales	↗
	14. Control biológico	↘
	15. Polinización	↗
Culturales	16. Conocimiento científico	↑
	17. Conocimiento ecológico local	↘
	18. Identidad cultural y sentido de pertenencia	↗
	19. Disfrute espiritual y religioso	↗
	20. Paisaje-disfrute estético	↗
	21. Actividades recreativas y ecoturismo	↑
	22. Educación ambiental	↗

↑ = Mejora el servicio ↓ = Empeora el servicio
 ↔ = Tendencia mixta ↗ = Tendencia a mejorar
 ↘ = Tendencia a empeorar



climática ligada a los usos del bosque es una necesidad en todos los conjuntos montañosos ya que su deficiente control influye indirectamente sobre la regulación hídrica y la fertilidad del suelo. En la línea de una adecuada ordenación del territorio cabe situar los empeora-

mientos de los servicios del control biológico; respecto a la polinización, a pesar de un cierto deterioro de los paisajes en malla tradicionales, aún mantienen una flora mucho mas diversa que en las llanuras vecinas. Algunos servicios relacionados con las perturbaciones naturales han recibido una cierta dedicación por parte de diversos estamentos oficiales.

En los servicios culturales hay una clara sinergia entre poderes públicos y muchas pequeñas iniciativas privadas. Un cierto problema de planificación subsiste y, aunque todos los servicios evaluados podríamos considerar que mejoran, solo el conocimiento científico y las actividades recreativas lo hacen de una manera más directa. Entre algunos de los desajustes de promoción, cabe considerar los relacionados con el conocimiento ecológico local por el que no se ha hecho aún una apuesta decidida; se trata de asegurar que pase eficazmente a las nuevas generaciones y se complemente decididamente con tecnologías actuales que sin duda lo enriquecerán.

Las propuestas de fomento de foros de diálogo entre habitantes de la montaña alpina y visitantes podrían animar otros tipos de sinergias (mayor conocimiento integrado del medio, valoración justa de los productos naturales, de los circuitos cortos de comercialización, de la potenciación de la identidad cultural en forma de actividades con rentabilidad económica de renombre internacional, etc.). Las formas de iniciativas y de fomento y regulación de la actividad pública, deberían basarse en los modelos sociales y empresariales que ya están

funcionando, conocer bien sus limitaciones y arbitrar formas de promoción que consistiesen principalmente en solucionar las dificultades que presenten esas iniciativas. Sería una forma sencilla de hacer coincidir las fuentes de financiación con los usuarios que realmente las convertirán en un valor añadido para el territorio.

IMPULSORES DIRECTOS DEL CAMBIO EN LOS ECOSISTEMAS DE LA MONTAÑA ALPINA

Se consideran los impulsores directos de cambio resumidos en la tabla con las siguientes características: los cambios de uso del territorio presentan una intensidad muy alta y, aunque la tendencia de los dos últimos años nos indicaría que continúa, realmente se ha producido un parón generalizado en algunos aspectos parciales como pueden ser, por ejemplo, los de la construcción de segundas residencias. Una tendencia parecida cabe anotar para la contaminación o insumos externos y para la explotación intensiva de servicios y, en ambos casos, su intensidad fue alta. Esta situación de espera debería aprovecharse para redefinir claramente temas tan importantes como los de ordenación territorial y hacerlo en su doble aspecto de regulación de urbanizaciones y de construcción indiscriminada de grandes vías de conexión entre núcleos. Los mapas de riesgos de avalanchas deberían incluirse de forma especialmente previsoras y las estaciones depuradoras planificadas tendrían que incorporarse rápidamente a la regulación de los ríos.

Impulsores directos de cambio para ecosistemas de montaña alpina. La gama de colores indica la intensidad del impulsor en la alteración de los servicios que proporcionan y las flechas indican la tendencia actual que siguen los impulsores

Ecosistema	Cambios de uso de suelo	Cambio climático	Contaminación	Especies invasoras	Sobreexplotación
Montaña alpina	↘	→	↘	→	↘

Intensidad de los impulsores directos del cambio

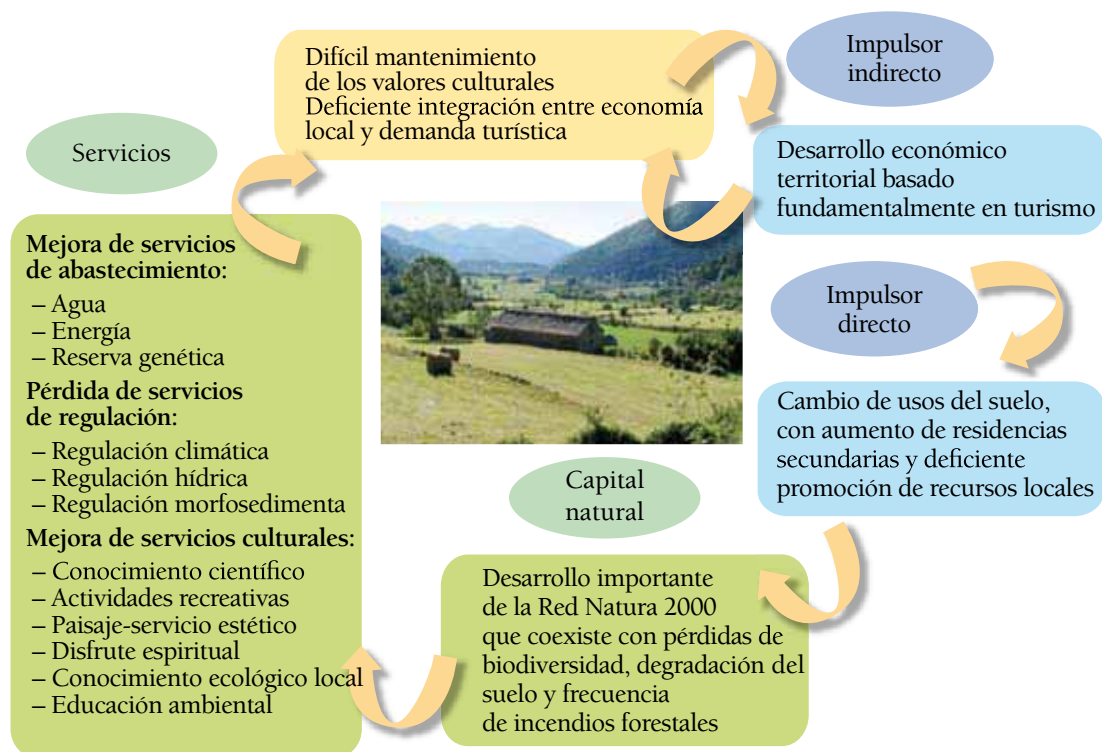


En relación con el cambio climático está claro el retroceso de los glaciares y un cierto aumento general de temperaturas unido a una disminución de precipitaciones (cambios constatados en la estación meteorológica del IPE en Jacà). Paralelamente, se han sucedido inviernos con nevadas extraordinarias y desplazamiento del calor estival a meses de inicio o final de verano, por lo que sus repercusiones en las actividades turísticas de fin de semana son muy importantes. Respecto a la ocupación estacional de hoteles, también se advierte la influencia del clima y afecta de forma diferente a los distintos tipos de usuarios. Los efectos sobre la biodiversidad se advierten en la disminución de poblaciones de especies de fauna alpina y subalpina.

En cuanto a las especies invasoras no se trata de un territorio que las acoja fácilmente, quizás de forma muy puntual y para el caso del Pirineo, se podría señalar el intenso tráfico de camiones de pienso para las explotaciones ganaderas y la dispersión de semillas en las

cunetas de las principales carreteras de paso; de momento, se evidencia su presencia en esas zonas sin que se den alarmas importantes de entrada en parcelas agrícolas o zonas de pasto. Por ello consideramos su intensidad baja y un impacto que continúa y que posiblemente habría que regularse en caso de que se detecten problemas de presencia de variedades transgénicas.

Como impulsores indirectos de cambio, consideramos fundamentalmente los relacionados con un desarrollo territorial basado en lo esencial en el turismo. La falta de coordinación en la ocupación urbanística del territorio y su grado de intensidad alto, desarrollado sobre todo durante el último decenio, podían influir negativamente en muchos de los servicios de regulación y, con ellos, disminuir también la oferta de servicios de abastecimiento. La coordinación de los diversos estamentos locales, comarcales, regionales y nacionales se hace imprescindible para plasmar sobre el territorio de la montaña alpina un verdadero



Ejemplo de cómo el impulsor indirecto económico relacionado con la promoción de un modelo de desarrollo intensivo del turismo afectaría al bienestar de los habitantes de la montaña alpina española al incidir en la capacidad de generar diferentes tipos de servicios de sus ecosistemas.

Como impulsores indirectos de cambio, consideramos fundamentalmente los relacionados con un desarrollo territorial basado en lo esencial en el turismo. La falta de coordinación en la ocupación urbanística del territorio y su grado de intensidad alto, desarrollado sobre todo durante el último decenio, podían influir negativamente en muchos de los servicios de regulación y, con ellos, disminuir también la oferta de servicios de abastecimiento. La coordinación de los diversos estamentos locales, comarcales, regionales y nacionales se hace imprescindible para plasmar sobre el territorio de la montaña alpina un verdadero desarrollo rural sostenible

desarrollo rural sostenible, capaz de llenar de contenido la iniciativa nacional promovida en dicha dirección para el período 2010-2014 (MARM, 2010e).

ANÁLISIS DE COMPROMISOS (TRADE-OFFS) Y SINERGIAS

Presentamos unos ejemplos de compromisos y sinergias que se han planteado recientemente en diversas zonas de la montaña alpina y en los que se han visto involucrados distintos agentes locales, de la propia comunidad autónoma o de diversas organizaciones nacionales.

Para el caso de una **ampliación de estación de esquí**, se identifica como ganadores a las empresas participantes en la propia estación o en la generación de nuevas urbanizaciones en su zona de influencia. En muchos casos, las ampliaciones suponen adaptar la montaña a las nuevas exigencias del usuario, cambiando o readaptando las vertientes y laderas de la propia montaña así como sus cursos de agua; complementariamente se utiliza la revegetación por siembra para unas altitudes donde precisamente la reproducción por semillas no es la estrategia predominante de las herbáceas autóctonas. Sumando muchas pequeñas perturbaciones o grandes movimientos de tierra, se acaba generando una dinámica de ladera nue-

Algunos ejemplos de cómo la decisión de potenciar un servicio tiene efectos positivos y negativos sobre otros servicios y sobre el bienestar humano

Decisión	Objetivo	Ganador/es	Ecoservicio que decrece	Perdedores
Ampliación de una estación de esquí	Incrementar el servicio cultural de actividades recreativas	La propia estación, empresas de construcción	Servicio de regulación hídrica, regulación morfosedimentaria	Población local afectada por los servicios de regulación. Posibles conflictos con espacios protegidos y conflictos con ciudadanos ecológicamente sensibles
Declaración de nuevos Espacios Protegidos	Incrementar el servicio cultural de actividades recreativas	La sociedad en general	Servicio de abastecimiento ganadero	Los ganaderos y la población local
Promoción exclusiva del sector turístico	Incrementar los beneficios locales proporcionados por un sector muy demandado	La sociedad local, regional y nacional	Otros sectores (alimentación, acervo genético)	La sociedad local por desestructuración sectorial

va que puede poner en peligro muchas de las instalaciones (arrastres, pistas rodadas de servicios complementarios, deslizamientos hasta alcanzar la propia carretera general de la zona) asentadas sobre los nuevos terrenos. Algunas ampliaciones compiten con zonas previamente declaradas de protección (Reserva de la Biosfera, por ejemplo, o sitios históricos en otros casos), por lo que los conflictos aumentan los costes y propician el malestar entre usuarios y promotores locales.

Si consideramos las **nuevas declaraciones de espacios protegidos**, está claro que se pretende ampliar el servicio cultural de actividades recreativas a través de una nueva área protegida que beneficiará a la sociedad en general. Sin embargo, una insuficiente explicación oficial por parte de los promotores o la no coincidencia completa entre los intereses locales y los propuestos, puede hacer decrecer el servicio de abastecimiento de alimentación por parte de los ganaderos locales. Indirectamente, los animales mantienen el pasto de las alturas; una disminución de la carga ganadera (por conflicto de intereses) lleva a su reversión a matorral primero y a bosque al final, acaba arruinando unos espacios abiertos que, en general, eran el principal atractivo paisajístico de la zona que potencialmente parece interesante para proteger, con lo cual, pierde toda la sociedad cuando ese no era el planteamiento inicial.

La apuesta única por el sector turismo puede acabar desestructurando otros sectores y, a menudo, los distintos pasos intermedios llegan a ser muy complejos. Por ejemplo, desde la Comisión Europea se acuerda promocionar los prados ricos en especies como un patrimonio seminatural interesante de Europa. La montaña alpina no siguió la intensificación enorme practicada en otros países europeos en los años setenta, y para los que ahora la recuperación de la riqueza florística de sus prados es costosa y casi imposible en muchas zonas de ganadería muy intensiva. Sin embargo, las ayudas propuestas por Bruselas son a costes compartidos por lo que si una

determinada comunidad autónoma decide invertir exageradamente en un sector, le quedan pocos recursos para hacerlo en otros, con lo cual no se promocionan los prados ricos en especies; es un proceso claro en el que un mínimo reconocimiento del valor de los prados de la montaña alpina podría generar un valor añadido interesante para muchas zonas. Evidentemente detrás iría la promoción de las razas autóctonas que comen esos pastos y las marcas de calidad que podrían venderlos en circuitos comerciales cortos, a los visitantes de los EEPP y de los deportes de nieve y ecoturismo en general. Por tanto, un desarrollo exagerado de un sector acaba arruinando el conjunto. ❀

BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, C.; Rodrigues, O.; Azevedo, J. y Domingos, T., 2009. "Montanha". En Pereira, H. M. et al. (eds.). *Ecosistemas e bem-estar humano: avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment*. Lisboa: Escolar Editora. p. 295-339.
- Alados, C. L. et al., 2007. "Self-organized spatial patterns of vegetation in alpine grasslands". *Ecological Modelling*, 201: 233-242.
- Arsuaga, J. L., 1999. "Los primeros europeos". *El Campo de las Ciencias y las Artes*, 136 (2): 23.
- Bartolomé, C.; Álvarez, J. et al., 2005. *Los tipos de habitat de interés comunitario de España*. Madrid.
- Benito, J. L., 2006. *Vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Sobrarbe, Pirineo central aragonés)*. Publicaciones del Consejo de la Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie Investigación, n.º 50, 421 pp. Zaragoza.
- Bhan, P. G., 1984. *Pyrenean Prehistory: a paleoeconomic survey of the French sites*. Warminster, Aris and Phillips.
- Blanco, E.; Casado, M. A.; Costa, M.; Escribano, R.; García, M.; Génova, M.; Gómez, A.; Gómez, F.; Moreno, J. C.; Morla, C.; Regato, P. y Sainz, H., 2005. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*, Planeta, Barcelona, 597 pp.
- Bolós, J., 1995. "Organització del territori i poblament a l'Edat Mitjana als Pirineus catalans". En J. Bertranpetit i E. Vives (ed.), *Muntanyes i Població. El passat dels Pirineus des d'una perspectiva multidisciplinària* 221-234. Ed. J. Bertranpetit i E. Vives. Comunidad de Trabajo de los Pirineos-Govern d'Andorra, Ministeri de Relacions Exteriors. Andorra la Vella.
- CCAA, 2010. Estadísticas de los Institutos de Estadística de Navarra: [En línea] 2010. [Citado el 20 de septiembre de 2010]: (www.cfnavarra.es/estadistica); Aragón: [en línea] 2010. [Citado el 10 de Noviembre de 2010]: (<http://portal.aragon.es/portal/page/portal/IAEST/Principal/inicio>); Cataluña: [En línea] 2010. [Citado el 08 de diciembre de 2010]: www.idescat.cat y Asturias. [En línea] 2010. [Citado el 07 de noviembre de 2010]: www.

- asturestad.es/es/portal.do;jsession=3DB073F2CBB2788B3E1B532C71E7F739.
- Corine. 2006. [En línea] 2010. [Citado el 10 de septiembre de 2010]: www.idee.es/show.do?to=pideep_app_corine.ES.
- Creus, J., 1983. *El clima del Alto Aragón Occidental*. Monografías Inst. Est. Pirenaicos 109, 259 pp. CSIC, Jaca.
- EUROPARC España. 2010. *Observatorio de Espacios Protegidos*. [En línea] 2010. [Citado el 20 de diciembre de 2010]: www.redeuroparc.org/observatorio_espacios_protegidos.jsp.
- European Commission Environment, 2010. *Natura 2000 network*. [En línea] 2010. [Citado el 14 de diciembre de 2010]: http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm.
- Faucher, D., 1975. *Geografía agraria*. Omega, 254 pp. Barcelona.
- Fontboté, J. M., 1986. "La geología dels Països Catalans en el marc de la Mediterrània Occidental". En *Historia Natural dels Països Catalans* (Geologia I): 50-82. (Vol 1). Ed. R. Folch *et al.* Fundacio Enciclopedia Catalana, Barcelona.
- García, M. B. y Gómez, D., 2007. "Flora del Pirineo aragonés. Patrones espaciales de biodiversidad y su relevancia para la conservación". *Pirineos*, 162: 71-88.
- González, J. A.; Montes, C.; Rodríguez, J. y Tapia, W., 2008. *Rethinking the Galápagos Islands as a socio-ecological system. Implications for conservation and management*. www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art11.
- Gorria, A. J., 1995. *El Pirineo como espacio frontera*. Zaragoza, Gráficas Navarro.
- ICO, 2010. [En línea] 2010. [Citado el 07 de noviembre de 2010]: www.ecco.cat/index.php.
- ICHN (2011). Circular de la Institució Catalana d'Història Natural, 93: 12.
- INE, 2010. Demografía municipal. [En línea] 2010. [Citado el 14 de diciembre de 2010]: (www.ine.es/inebmenu/mnu_cifraspob.htm).
- Kerbe, J., 1974. "Le Climat des Pyrénées Centrales". Thèse 3eme Cycle. Université Bordeaux III. Editions du CNRS, Paris.
- Leal, J. L.; Leguina, J.; Naredo, J. M. y Terrafeta, L., 1975. *La agricultura en el desarrollo capitalista español, 1940-1970*. 248 pp. Siglo XXI Editores, Madrid.
- López, J., 1987. "Relaciones entre la fracturación y el karst en el macizo de la Piedra de San Martín (Pirineo Occidental)". *Estudios geológicos*, 43: 217-225.
- MARM, 2010b. Mapa Forestal de España E: 1:50.000. [En línea] 2010. [Citado el 07 de noviembre de 2010]: www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes_politica_forestal/estadisticas_forestal/pdf/anuario2007_documento_completo.pdf.
- MARM 2010c. *Boletín Informativo n.º 3 vacuno de cebo*, [En línea] 2010. [Citado el 14 de diciembre de 2010]: www.mapa.es/app/vocwai/documentos/Adjuntos_AreaPublica/Informe%20resultados%20econ%C3%B3micos%202008%20vacuno%20de%20cebo.pdf.
- MARM 2010d. *Conservación de Especies Amenazadas*. España, [En línea] 2010. [Citado el 14 de noviembre de 2010]: www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/especies_amenazadas.
- Martín, A., y Vaquer, J., 1995. "El Poblament dels Pirineus a l'Holocè, del Mesolític a l'edat del Bronze". En *Muntanyes i població. El passat dels Pirineus des d'una perspectiva multidisciplinària*: 35-73. Ed. J. Bertranpetit i E. Vives. Comunidad de Trabajo de los Pirineos-Govern d'Andorra, Ministeri de Relacions Exteriors. Andorra la Vella.
- Milenium Ecosystem Assessment, 2010. [En línea] 2010. [Citado el 01 de octubre de 2010.] www.maweb.org/en/index.aspx.
- Monserrat Martí, G. y Montserrat Martí, J., 1990. "Rareza y vulgaridad en la flora de áreas de montaña: El ejemplo de la transición climática atlántico-mediterránea en el Pirineo". En *Geoecología de las áreas de montaña* (146-193). Ed. J. M. García Ruiz. Geoforma Ediciones, Logroño.
- Ninyerola, M.; Pons, X. y Roure, J. M., 2005. *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.
- Ortega, M. T., 1992. *El Clima del sector norte de la Cordillera Ibérica. Estudio geográfico. De la Sierra de la Demanda a la del Moncayo*. 359 pp. Universidad de Valladolid, Valladolid.
- OSE, 2006. *Cambios de ocupación del suelo en España*. 485 pp. Ministerio de Fomento. Madrid.
- Price, L. W., 1981. *Mountains and Man. A Study of Process and Environment*. 506 pp. University of California Press, Ltd. London.
- Quasar, 2007. Informe de sostenibilidad Ambiental. Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España-Francia 2007-2013. Madrid, [En línea] 2010. [Citado el 10 de septiembre de 2010].
- Santanach, P., 1986. "La Serralada Herciniana". En *Historia Natural dels Països Catalans* (Geologia I): 99-108. (Vol. 1). Ed. R. Folch *et al.* Fundacio Enciclopedia Catalana, Barcelona.
- Souquet, P., 1986. "El cycle cretaci". En *Historia Natural dels Països Catalans* (Geologia I): 333-401. (Vol 1). Ed. R. Folch *et al.* Fundacio Enciclopedia Catalana, Barcelona.
- Sigpac, 2009. [En línea] 2009. [Citado el 10 de septiembre de 2009]: <http://sigpac.mapa.es/lega/visor>.
- Teixell, A., 2009. *Geotectónica de los Pirineos. La colisión entre las placas Ibérica y Euroasiática cerró el mar del que, hace 80 millones de años, surgieron los montes Pirineos. La cordillera actual se sostiene por una profunda raíz cortical que se adentra en el manto terrestre*. [En línea] 2009. [Citado el 10 de octubre de 2010], <http://webs2002.uab.es/ateixell/Articles/TeixellInvCI.pdf>.
- Unesco, 2010. "Ecological Sciences for Sustainable Development. Man and the Biosphere Programme". [En línea] 2010. [Citado el 20 de diciembre de 2010]: www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme.
- Villar, L., 2003. *Los saberes científico y popular en torno a las plantas del Pirineo Aragonés. Un ejemplo de biodiversidad cultural*. Monografías de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza, 23: 42 pp. Zaragoza.
- Whitby, M. y Lowe, P., 1999. "The Political and Economic Roots of Environmental Policy in Agriculture", pp: 1-24. En *Incentives for Countryside Management*.

LA PLANIFICACIÓN
AMBIENTAL DEL
TERRITORIO MEJORA
CUANDO INTERVIENEN
NUEVAS PERSPECTIVAS
Y LOS MEJORES
INSTRUMENTOS.

**ESPECIALIZACIÓN UOC DE GESTIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
URBANOS. DIRECTOR: MANUEL HERCE**

En un entorno donde los aspectos ambientales cobran cada vez mayor relevancia, este curso pretende formar a técnicos urbanistas y consultores en materia de planteamiento del entorno, infraestructuras y organización urbana con una perspectiva sostenible, dotándolos de instrumentos de análisis y de gestión territorial y ambiental.

OTROS CURSOS VINCULADOS:

- GESTIÓN DE LA CIUDAD
- GESTIÓN DEL TERRITORIO: URBANISMO, INFRAESTRUCTURAS Y MEDIO AMBIENTE
- MEDIO AMBIENTE E INFRAESTRUCTURAS PARA UN CAMBIO DE MODELO

Consulta todos los másters y posgrados de Gestión de la ciudad y Urbanismo en www.uoc.edu.

Matrícula abierta. Inicio: marzo de 2012.



**INSTITUTO
INTERNACIONAL
DE POSGRADO**

 Colegio Oficial de Biólogos
de la Comunidad de Madrid

Actúa como punto de encuentro de todos los sectores profesionales del ámbito de la Biología: sanidad, medio ambiente, enseñanza, investigación, industria, etc.

El COBCM tiene la representatividad profesional en exclusiva de los biólogos en el ámbito territorial de la Comunidad de Madrid.

El COBCM trata de potenciar el desarrollo profesional de los colegiados, abrir nuevos ámbitos de trabajo y defender la competencia de los biólogos en las distintas actividades profesionales que le son propias, tanto a nivel individual como colectivo y tanto en el sector privado como en el público.

Biólogos, la revista que te pertenece



Publica tus trabajos y tus inquietudes. Contacta con nosotros

cobcm@cobcm.net

www.cobcm.net

C/ Jordán 8, Esc. Int.
5º Planta
28010 Madrid
Tel. 91447 63 75
Fax. 91446 88 38
cobcm@cobcm.net
www.cobcm.net

Ecosistemas ríos y riberas: conocer más para gestionar mejor

M.^a Luisa Suárez Alonso y M.^a Rosario Vidal-Abarca Gutiérrez

Universidad de Murcia

En el contexto europeo, España es el país que posee mayor diversidad de tipos de ecosistemas acuáticos. Su ubicación en el ámbito mediterráneo, que se caracteriza por un clima peculiar en el que la irregularidad anual e interanual de las precipitaciones es lo habitual, junto a la fisonomía del territorio marcado por relieves altos que rompen la homogeneidad de las llanuras y un complejo marco geológico-litológico, ha dado lugar a una extraordinaria diversidad de tipos de ecosistemas fluviales. Así, en España coexisten ríos de caudal permanente, temporales, intermitentes e, incluso, secos (ramblas), con aguas dulces, salinas o hipersalinas, y muchos de ellos en la frontera entre ríos y humedales. La variabilidad hidrológica natural es, pues, el rasgo biofísico más singular de los ecosistemas acuáticos del territorio español, pero también el que la sociedad y sus gestores perciben como un aspecto negativo que dificulta la obtención de beneficios.

Los ríos españoles no ocupan más del 1,1% del territorio español y, sin embargo, son los abastecedores de agua dulce básica para el ser humano y de prácticamente todas sus actividades. Además, proporcionan muchos otros servicios de abastecimiento como alimentos, energía, y materiales de distinto origen, y servicios culturales relacionados con el ocio, el bienestar, la identidad cultural y el conocimiento y saber ecológico local. Pero los servicios más importantes y menos

tangibles que proveen son los de regulación: los ríos y sus riberas intervienen en la regulación del clima local aumentando la evapotranspiración, amortiguando las temperaturas extremas y almacenando CO₂. Las riberas bien conservadas controlan los procesos de erosión de las laderas y amortiguan las avenidas de agua. Además, procesan la materia orgánica y controlan la entrada de nutrientes, mostrando una alta capacidad au-

Los ríos españoles no ocupan más del 1,1% del territorio español y, sin embargo, son los abastecedores de agua dulce básica para el ser humano y de prácticamente todas sus actividades. Además, proporcionan muchos otros servicios de abastecimiento como alimentos, energía, y materiales de distinto origen, y servicios culturales relacionados con el ocio, el bienestar, la identidad cultural y el conocimiento y saber ecológico local

todepuradora. Pero, fundamentalmente, son los ecosistemas clave que conectan el resto del territorio: los flujos de agua transportan y redistribuyen sedimentos, materia orgánica y nutrientes, hacen funcionar los ciclos biogeoquímicos de los cuales se beneficia el ser humano. Por ejemplo: al depurar las aguas, generan hábitats para la supervivencia de especies de ambientes más húmedos y las introducen en medios más áridos: son corredores de biodiversidad. La interdependencia de los ecosistemas fluviales y terrestres es, pues, básica para mantener el bienestar humano.

ESTADO Y TENDENCIAS DE LOS ECOSISTEMAS RÍOS Y RIBERAS ESPAÑOLES EN BASE A LOS SERVICIOS QUE PROPORCIONAN A LA SOCIEDAD

Para evaluar el estado y tendencias de los servicios que generan los ríos y riberas españoles

se han utilizado un total 138 indicadores de distinta índole que han sido seleccionados y priorizados según los criterios definidos para el EME (Evaluación de los ecosistemas del Milenio de España, 2011). De forma sintética, de los 21 servicios analizados (véase Tabla 1), 14 de ellos (66,7%) se están degradando o se están utilizando de manera insostenible. Los más afectados son los servicios de regulación y los culturales relacionados con el saber popular, el conocimiento ecológico local y la identidad cultural. En contraposición, algunos servicios de abastecimiento tecnificados (como las plantaciones de choperas en las riberas fluviales) y los culturales, que demanda la sociedad urbana, están aumentando.

El agua dulce es el principal servicio de abastecimiento que proporcionan los ríos españoles. La cantidad de agua que genera el ciclo hidrológico en las cuencas españolas, aunque mues-

Tabla 1. Evaluación de la importancia relativa y tendencia de los 22 servicios suministrados por los ecosistemas ríos y riberas españoles

Tipo de servicio	Servicio		Ríos y riberas
ABASTECIMIENTO	Alimentación	Tradicional: pesca	↘
		Tecnificada: acuicultura	↘
	Agua dulce		↘
	Materiales origen biótico	Madera/leña	↑
	Materiales origen geótico	Sal, grava/arena, agua mineral	↓
	Energía renovable	Energía hidráulica	↔
	Acervo genético		↘
	Medicinas naturales		↓
REGULACIÓN	Regulación climática		↘
	Calidad del aire		↘
	Regulación hídrica		↘
	Control de la erosión		↘
	Fertilidad del suelo		↘
	Perturbaciones naturales		↘
	Control biológico		↘
CULTURALES	Conocimiento científico		↑
	Actividades recreativas		↑
	Disfrute estético		↑
	Disfrute espiritual y religioso		↗
	Conocimiento ecológico local		↘
	Identidad cultural		↓
	Educación ambiental		↑

Importancia del servicio: Bajo Medio-bajo Medio-alto Alto

Tendencia del servicio: ↑ Mejora ↗ Tendencia a mejorar ↔ Tendencia mixta ↘ Tendencia a empeorar ↓ Empeora

Pero los servicios más importantes y menos tangibles que proveen son los de regulación: los ríos y sus riberas intervienen en la regulación del clima local aumentando la evapotranspiración, amortiguando las temperaturas extremas y almacenando CO₂. Las riberas bien conservadas controlan los procesos de erosión de las laderas y amortiguan las avenidas de agua. Además, procesan la materia orgánica y controlan la entrada de nutrientes, mostrando una alta capacidad autodepuradora.

Pero, fundamentalmente, son los ecosistemas clave que conectan el resto del territorio: los flujos de agua transportan y redistribuyen sedimentos, materia orgánica y nutrientes, y hacen funcionar los ciclos biogeoquímicos de los cuales se beneficia el ser humano

tra una gran variabilidad espacio-temporal, sería suficiente para satisfacer las necesidades de sus habitantes (los ríos españoles proporcionan más de 110 000 Hm³ al año). Sin embargo, en muchos casos, se está sobrepasando su tasa de renovación natural. Los 1 300 embalses con que cuenta España controlan casi el 50% del agua que se genera en las cuencas hidrográficas. De hecho, somos el país con más presas por número de habitantes del mundo, lo que está dificultando mantener como mínimo

unos caudales ecológicos necesarios para que los ríos proporcionen muchos de los servicios de abastecimiento, de regulación y culturales. Aproximadamente el 13% del agua regulada es utilizada en abastecimiento público; el 4,3%, en industria, y más del 81%, en la agricultura. Este sector, además, consume buena parte del agua extraída de los acuíferos que, entre los años 1960 y 2008, se ha multiplicado por más de 600 veces. Sin embargo, nuestro consumo de agua real es bastante mayor si incorporamos el **agua verde** (agua de lluvia que abastece a los secanos) y el **agua virtual** (la que se ha usado en obtener un producto que se va a consumir en un territorio diferente). España importa unos 20 000 Hm³ de agua como servicio de abastecimiento de alimentación en forma de productos agrícolas (Rodríguez Casado *et al.*, 2008), es decir, más cantidad que la utilizada en la agricultura española (unos 17 300 Hm³ en el año 2008). En el año 2007, los españoles consumimos una media de 157 litros diarios de agua, pero si a ello se le suma el agua utilizada en producir alimentos, papel y vestidos este valor aumenta de 10 a 20 veces. La situación es que España es uno de los países europeos con mayor **huella hídrica** (2 544 m³/hab para el año 2008) (Camarero *et al.*, 2011), lo cual nos hace especialmente responsables del deterioro ambiental de los ecosistemas acuáticos de otros países, fundamentalmente del Tercer Mundo.

La excesiva presión sobre los ríos y riberas españolas, si bien ha conseguido aumentar el servicio de abastecimiento de agua dulce, está incidiendo negativamente sobre otros servicios de abastecimiento, de regulación y culturales. Así, la pesca fluvial, como servicio de alimentación, prácticamente ha desaparecido. En los últimos 30 años las capturas de salmones en los ríos españoles han disminuido en más de un 76%, y en 29 ríos salmoneros, de los 43 catalogados en España, el salmón se ha extinguido (WWF, 2001). Además, muchos servicios de abastecimiento que hoy día han desaparecido o se encuentran excesivamente tecnificados, hubieran contribuido al bienestar de los españoles. Por ejemplo, la acuicultura de agua dulce, no se consolida como la alternativa a la



Los ríos y riberas en buen estado de conservación proporcionan servicios de abastecimiento, de regulación y culturales que permiten el bienestar humano. Foto: M.^a Luisa Suárez.

pérdida de la pesca fluvial tradicional (entre los años 1990 y 2007, la producción en piscifactorías ha pasado de 175 millones de piezas a poco más de 8 millones). De igual manera, la sal que proporcionaban las salinas continentales, y que en los últimos años ha experimentado una importante revalorización, ha disminuido significativamente por el abandono de buena parte de ellas. De las 271 salinas continentales que existían en España antes de 1990, solo quedan 23 actualmente en explotación, que generan el 2,6% de la producción total de sal, cuyo valor en el año 2007 alcanzó los 8 702 miles de euros, el 23,24% de total de sal exportada en España.

El efecto sinérgico que el excesivo control de caudales, la alteración del hábitat fluvial, la contaminación y la introducción de especies invasoras ejerce sobre el acervo genético de especies acuáticas y ribereñas endémicas en España es bien patente: según los libros rojos de peces, anfibios, reptiles y mamíferos, más del 63% de las especies de estos grupos presentan un estado de conservación preocupante o muy preocupante y, según el Atlas y Libro Rojo de los invertebrados amenazados de España (Ver-

dú *et al.*, 2011), 23 especies de artrópodos y moluscos están catalogadas como vulnerables y 6 en peligro.

Pero los servicios que están disminuyendo de forma más drástica y generalizada son los de regulación. Los “almacenes naturales” que forman parte del ciclo hidrológico y que retardan y conservan el agua, se encuentran bastante deteriorados. Así, en los últimos 200 años, tanto el número como la superficie ocupada por los glaciares españoles ha retrocedido significativamente (la superficie de los glaciares del Pirineo ha disminuido en más de un 95%), el 28,5% de los acuíferos españoles se está explotando de forma intensiva y la capacidad del suelo para acumular agua está disminuyendo a consecuencia del cambio climático que favorece la evapotranspiración. Pero de igual manera, la regulación hídrica “artificial”, a través fundamentalmente de los embalses, tampoco es hoy efectiva. La capacidad de los 1 300 embalses españoles para acumular agua es de 54 380 Hm³, y aunque su capacidad ha ido aumentando a lo largo del tiempo, no lo ha hecho la cantidad de agua acumulada (véase Figura 1),

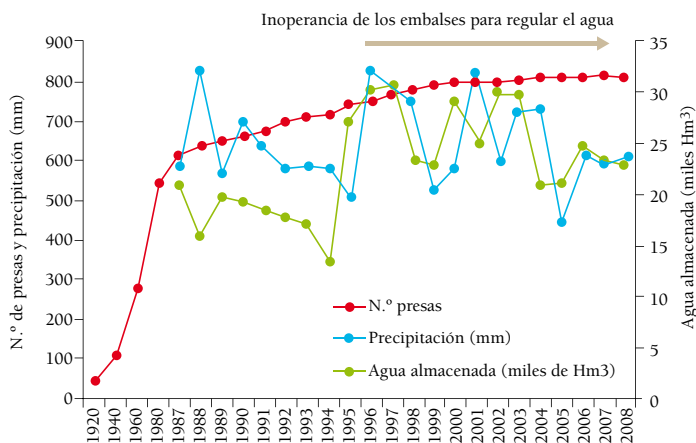


Figura 1. A partir de la segunda mitad de la década de los noventa los embalses españoles no cumplen su papel de regular el agua de los ríos. El ritmo acelerado de consumo humano de agua y la disminución de las precipitaciones han colapsado su función reguladora. Es inútil construir más embalses reguladores.

que responde directamente a las precipitaciones anuales. Además, el modelo de gestión del agua de los embalses no asegura el abastecimiento público en casos de sequías como las que tradicionalmente sufre el territorio español. Como ejemplo, desde febrero de 2006 hasta junio de 2010 la mayor parte de las cuencas hidrológicas españolas estuvieron en estado de prealerta por sequía y en tres ocasiones en situación de alerta. En este mismo periodo la Cuenca del Segura estuvo en estado de emergencia durante 31 meses y la del Guadalquivir 32 meses en estado de alerta. De hecho, durante los meses en los que la precipitación es baja, se colapsa la capacidad reguladora de las cuencas hidrológicas por el exceso de la demanda de agua.

Cuando se utiliza más cantidad de agua que la que se genera, se recurre a tecnologías complejas y muy costosas que impactan gravemente sobre los ecosistemas fluviales. En la Cuenca del Segura, por ejemplo, y según datos de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, durante el ciclo hidrológico 2010/2011 tan solo el 21% del agua consumida por la población humana provino de sus ríos, el resto lo suministraron el Trasvase Tajo-Segura (50,7%) y la desalación (20,98%), ambas con graves impactos ambientales (Hernández Soria, 2003; Roberts *et al.*, 2010), pero que además cuestan mucho dinero (el coste del agua procedente de las desaladoras está entre 0,50 y 0,70 €/m³).

Los cambios de uso del suelo son responsables directos de la pérdida de muchos servicios de regulación como el control de la calidad del aire, la regulación morfosedimentaria y formación de suelo o la capacidad para amortiguar las perturbaciones naturales. De hecho, las llanuras aluviales españolas prácticamente han desaparecido como ecosistemas naturales, dado que más del 93% están ocupadas por la agricultura y por zonas urbanas (Miguel García *et al.*, 1982), y los bosques de ribera tan solo ocupan, en el mejor de los casos, una estrecha banda de las orillas de los ríos. A pesar de la escasa superficie que ocupan, estos bosques ribereños almacenan casi 500 Giga-gramos de CO₂ al año, lo que supone el 0,12% del total de emisiones en España en el año 2008 (MARM, 2010).

Además, cada vez es más evidente cómo el agua está pasando de ocupar su espacio natural en ríos y arroyos a estar retenida en balsas artificiales. Se calcula que actualmente en España existen más de 50 000 balsas (aunque hay fuentes que hablan de 80 000-100 000) (González, *et al.*, 2009) que, además evaporan gran cantidad de agua alterando el clima local y regional. De igual manera los embalses inciden en este sentido: según datos del Instituto Geográfico Nacional, el agua evaporada por tan solo 139 embalses españoles supone algo más del 2% del total de agua que proporcionan los ríos. Pero además, los embalses retienen suelo y nutrientes, lo que impide la fertilización de los suelos de vega. El retroceso del Delta del Ebro y la disminución del suelo fértil en muchas vegas fluviales indican la pérdida de capacidad de regulación morfosedimentaria de las cuencas hidrológicas españolas, lo cual intenta ser compensado, en parte, con la incorporación de los lodos procedentes de las depuradoras a las tierras agrícola, cuyo uso se ha incrementado en más de un 20% en los últimos 10 años. Esta práctica no es inocua, dado que además de materia orgánica y nutrientes pueden incorporar metales pesados que alteran la calidad del suelo y de los productos agrícolas.

Los cambios de uso del suelo, que conducen al aumento de las superficies artificiales y al incre-

mento de las tierras de regadío en las llanuras de inundación, aumentan la escorrentía, disminuyen la capacidad de infiltración del agua y, con ello, la recarga de acuíferos, precisamente los mecanismos naturales que pueden minimizar los efectos negativos de las avenidas de agua. En la Cuenca del Segura, por ejemplo, el número de avenidas ha ido aumentando cada vez que se producía un proceso de deforestación, como los derivados de las dos desamortizaciones históricas que tuvieron lugar a mitad del siglo XVII y entre los siglos XVIII y XIX, o tras el abandono de las tierras de cultivo a principios del siglo XX (véase Figura 2). Para solucionarlo se recurre a la tecnología: encauzamientos, canalizaciones, rectificaciones, embalses..., pero casi nunca se consiguen los efectos deseados, de hecho el número e intensidad de las avenidas en España está aumentando.

Por último, los cambios de uso del suelo junto al control exhaustivo de caudales y al aumento de la carga contaminante, han hecho disminuir la capacidad autodepuradora de muchos ríos españoles. En los últimos 20 años el número de vertidos urbanos ha aumentado en un 66% y en un 82% el de los industriales y, a pesar de las 1710 depuradoras de agua residuales que existen actualmente en España, apenas se consigue mantener un grado de calidad aceptable en los ríos, entre otras razones porque no llegan a con-



trolar la contaminación difusa provocada por la persistencia de los fertilizantes y fitosanitarios aplicados a las tierras de cultivo. Los estudios realizados por las demarcaciones hidrográficas en aplicación de la Directiva Marco del Agua indican que el 74% de los tramos de ríos españoles estudiados presentan problemas de contaminación y, en nueve cuencas hidrológicas, la salinidad del agua se ha incrementado en los últimos 10 años. La tecnología intenta suplir, sin demasiado éxito, un servicio de regulación que de forma natural y gratuita realizarían los ecosistemas. De hecho las inversiones de las Administraciones Públicas en los últimos 10 años para mantener la calidad del agua de los ríos, ha aumentado en un 224% y el coste en depuración lo ha hecho en

Los suelos de vega, fertilizados de forma natural por los materiales que transportan los ríos, son especialmente aptos para producir alimentos. Foto: M.^a Luisa Suárez.

Número de avenidas registradas en la Cuenca del Segura desde antes del año 1000 hasta el 2000

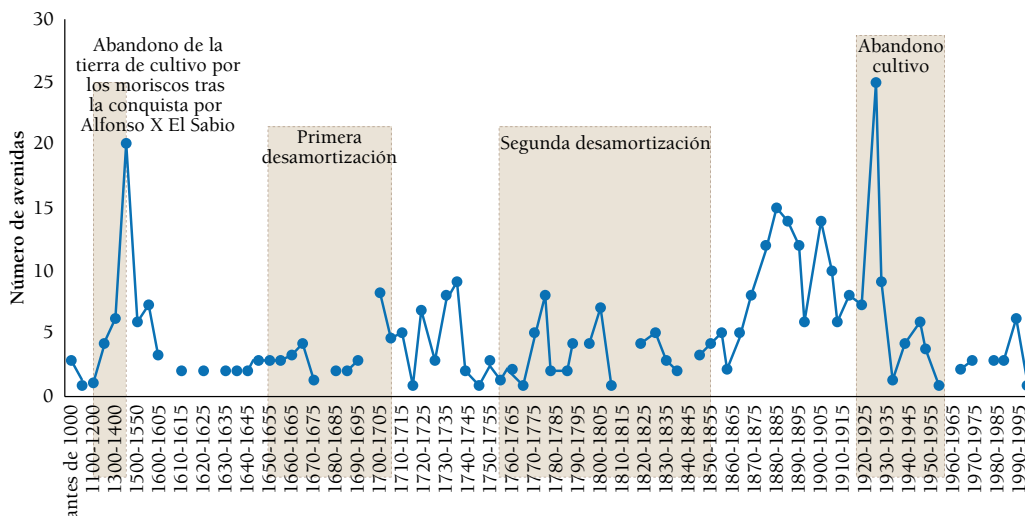


Figura 2. Evolución del número de avenidas en la cuenca del Segura desde antes del año 1000 hasta el 2000. Tras los grandes cambios de uso del suelo a lo largo de la historia, se aprecia cómo aumenta el número y frecuencia de las avenidas como consecuencia de la pérdida del servicio de regulación relacionado con la amortiguación de las perturbaciones. (Elaboración propia con datos de Bautista, 1989).



Las norias son un ejemplo de cómo el hombre ha utilizado la fuerza motriz del agua como servicio de energía renovable.

Foto:
M.ª Rosario
Vidal-Abarca.

un 415%. En el año 2009 el Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino empleó casi 500 millones de euros (el 41,7% del total de inversiones del Ministerio) en infraestructuras para mejorar la calidad del agua, y depurar las aguas residuales le está costando a los españoles 0,54 €/m³, casi tres veces más de lo que cuesta el agua para abastecimiento público procedente del Trasvase Tajo-Segura (0,19 €/m³).

Este cuadro de alteración y sobreexplotación de ríos y riberas está favoreciendo la introducción y sobre todo el asentamiento de especies invasoras (se calcula que el 32% del total de especies de vertebrados de los ríos españoles son introducidas), lo que afecta a la biodiversidad de estos ecosistemas y disminuye la reserva genética que constituyen las especies autóctonas.

Los ríos y riberas ejemplarizan una gran cantidad de servicios culturales que generó el saber popular a través de la experiencia, su uso y disfrute, pero que hoy día se están perdiendo a un ritmo muy acelerado, sobre todo los relacionados con el conocimiento ecológico local y la identidad cultural, o se están degradando como en el caso del disfrute espiritual y religioso.

La cantidad y diversidad de artilugios y sistemas hidráulicos, de los que España es especialmente rica, es la manifestación de un modelo

de uso sostenible del agua perfectamente acoplado al ciclo hidrológico: **aljibes** y **albercas** acumulaban agua de lluvia para abastecimiento humano y del ganado; las **cortas** y **boqueras** aprovechaban el agua de escorrentía y de avenida; con **cigüeñales**, **cimbras**, **minas**, **aceñas** y **qanats** se extraía y aprovechaba el agua subterránea; **batanes**, **molinos** y **norias** usaban la fuerza del agua para moler, o subir el agua a cotas donde aumentar la superficie regable. Buena parte de la experiencia del hombre con los ríos y riberas está incorporada al saber popular a través de refranes (más del 2% de los 400 000 dichos populares recogidos en el refranero español, incluyen referencias a las distintas fases del ciclo del agua, a los tipos de ecosistemas acuáticos, a los servicios que proporcionan, a oficios ligados al agua, o a sistemas y artilugios hidráulicos), nombres de pueblos, lugares o enseres que nos han legado un rico catálogo en forma de vocablos. Muchas plantas de los ríos y riberas aún son utilizadas por las poblaciones rurales por su valor culinario (p. e., almez, apio, berro, menta), terapéutico (p. e., culantrillo, escaramujo, cola de caballo, rosa silvestre), como materiales de construcción (p. e., anea, carrizo, fresno, olmo), en cestería (p. e., caña, mimbre), o en ritos (p. e., zarza, junco, baladre, chopo). Incluso se conservan maneras propias de ordenar y organizar los usos del agua acoplados a los ritmos de la naturaleza. De hecho, España posee las dos organizaciones jurídicas más antiguas de Europa que regulan el disfrute del agua de dos comunidades de regantes tradicionales: El Tribunal de las Aguas de Valencia y el Consejo de los Hombres Buenos de la Huerta de Murcia, ambas declaradas Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad.

Sin embargo, cada vez es mayor la demanda por parte de la población urbana española de espacios de ocio para realizar actividades recreativas, ecoturismo o simplemente disfrutar de ambientes saludables, entre los que los paisajes ligados al agua son de los más requeridos, quizás porque desde el punto de vista estético, son de los que producen mayor placer y bienestar al ser humano. No es extraño, pues, que las Administraciones Públicas inviertan esfuer-

zos y dinero en proteger espacios que reúnen estas condiciones o que en España hayan aumentado sensiblemente los programas de educación ambiental y de voluntariado ambiental que, aunque favorecen la sensibilización de las poblaciones más urbanas, sus mensajes están aún lejos de favorecer actitudes comprometidas a través de la identificación del valor que los ríos y riberas tienen como parte del capital natural necesario para el bienestar humano.

LAS CRISIS PUEDEN SER UNA OPORTUNIDAD

Si bien es cierto que en los últimos 15 años se ha realizado un importante esfuerzo por aumentar la cantidad y mejorar la calidad del agua de los ríos españoles, el control exhaustivo de los caudales y los cambios de uso del suelo, que hacen desaparecer los bosques ribereños, aceleran los procesos de contaminación y desacoplan los ciclos biogeoquímicos, y la introducción de especies exóticas invasoras, que alteran y disminuyen el acervo genético que representan las especies acuáticas y ribereñas, están dificultando que ríos y riberas españoles suministren muchos otros servicios que mantienen de forma sostenible la variedad de usos humanos y que contribuyen al bienestar de los españoles. Hoy en día, la tecnología ha intentado suplir la pérdida de muchos servicios, sobre todo de regulación (por ejemplo, la restauración hidrológico-forestal intenta suplir el papel de la vegetación de las laderas en el control de la erosión y pérdida de suelo), pero la actual crisis económica en la que nos encontramos inmersos, que obliga a la austeridad, también va a incidir en las inversiones para ejecutar las obras y proyectos que, a duras penas, mantenían la cantidad y calidad del agua de nuestros ríos y riberas, en la protección de espacios fluviales y especies acuáticas en peligro y en la eliminación de las especies invasoras porque son muy costosas. Este panorama se verá además empeorado por las incertidumbres que está generando el cambio climático global y la percepción, cada vez más evidente, de que la alteración que están sufriendo los ecosistemas, lejos de ser lineal, es difícilmente previsible.

Es tiempo de realizar una “reconversión hídrica” sobre la base de que los ríos y riberas son el capital natural que proporciona muchos servicios básicos para la supervivencia y el buen vivir de los españoles y que, la gestión sostenible del agua y de los ecosistemas acuáticos, hay que integrarla en el espacio territorial que constituyen las cuencas hidrológicas, conexionando y coordinando las políticas hídrica, agrícola y forestal

Es tiempo, pues, de realizar una “reconversión hídrica” sobre la base de que los ríos y riberas son el **capital natural** que proporciona muchos servicios básicos para la supervivencia y el buen vivir de los españoles y que, la gestión sostenible del agua y de los ecosistemas acuáticos, hay que integrarla en el espacio territorial que constituyen las **cuencas hidrológicas**, conexionando y coordinando las políticas hídrica, agrícola y forestal. El agua hay que entenderla y gestionarla en el contexto del ciclo hidrológico que opera a nivel de cuenca. Una perspectiva más integrada de cómo los ríos y sus cuencas forman una unidad funcional e interdependiente entre el agua de lluvia y los flujos de agua azul (los que circulan por los ríos) y de agua verde (la procedente de las precipitaciones que alimentan las aguas subterráneas y se almacena en el suelo), que en conjunto proporcionan los servicios que permiten el bienestar humano, nos ayudaría a proponer modelos de gestión más sostenibles y justos del agua y del suelo.

En el actual contexto del cambio ambiental global, solo estrategias y medidas más adaptativas en la gestión de los ecosistemas,

Es urgente y necesaria una “revolución agrícola” lo que significa aunar la eficiencia de las técnicas de riego actuales con el mantenimiento de caudales ambientales que aseguren el suministro de los servicios ecosistémicos, el cultivo de productos ecológicos adaptados a la singularidad de cada territorio, la disminución de insumos (fertilizantes, fitosanitarios, etc) y la recuperación y revalorización de técnicas tradicionales, y variedades fitogenéticas locales desaparecidas o en fase de desaparición

en general, y de los acuáticos, en particular, tendrían visos de ser efectivas: más de lo mismo no es una estrategia adaptativa. Sobrepassar la tasa de renovación del ciclo del agua significa presionar a los ecosistemas acuáticos cuya consecuencia es la reducción por incapacidad para producir muchos servicios. Las estrategias adaptativas más eficaces serían aquellas encaminadas a la gestión sostenible del agua que genera el ciclo hidrológico en las cuencas, que son el espacio territorial sobre el que se debería ordenar y gestionar.

En este marco, es urgente y necesaria una “revolución agrícola”, lo que significa aunar la eficiencia de las técnicas de riego actuales con el mantenimiento de caudales ambientales que aseguren el suministro de los servicios ecosistémicos, el cultivo de productos ecológicos adaptados a la singularidad de cada territorio, la disminución de insumos (fertilizantes, fitosanitarios, etc.) y la recuperación y revalorización de técnicas tradicionales y variedades fi-

togenéticas locales desaparecidas o en fase de desaparición, pero específicamente adaptadas a las condiciones ambientales locales y al gusto de sus habitantes, que generaron los modos más sostenibles de gestionar el agua y el suelo agrícola.

Disminuir la avaricia por el agua llevaría a recuperar los ecosistemas acuáticos que, en definitiva, son los que nos proporcionan muchos de los servicios que hacen posible el “buen vivir” de los españoles. ❀

REFERENCIAS

- Bautista, J., 1989. “Las avenidas en la Cuenca del Segura y los planes de defensa”. En *Reunión Científica Internacional sobre Avenidas Fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*, pp. 469-482.
- Camarero, F. (Coord.), 2011. *Huella hídrica, desarrollo y sostenibilidad en España*. Fundación MAPFRE.
- Evaluación de los ecosistemas del Milenio de España, 2011. La evaluación de los ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados*. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- González, J. M.; Segura, R. y Sánchez, J., 2009. *Situación actual de las balsas y los pequeños embalses en España*. Asociación Técnica Española de Balsas y pequeñas presas. ([www.google.es/url?sa=t&rcct=j&q=balsas%20de%20riego%20en%20espa%C3%](http://www.google.es/url?sa=t&rcct=j&q=balsas%20de%20riego%20en%20espa%C3%99)).
- Hernández Soria, M. A., 2003. *El Trasvase Tajo-Segura –Lecciones del pasado–*. WWF/Adena. 24 pp. (http://assets.wwf-spain.panda.org/downloads/trasvase_tajo_segura.pdf).
- MARM, 2010. *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España*. Edición 2010 (Serie 1990-2008). Sumario de resultados. Secretaría de Estado de Cambio Climático. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Unidad de Información Ambiental Estratégica.
- Miguel García, P. de; et al., 1982. *Riberas marítimas, fluviales y lacustres: elementos para una ordenación*. CEOTMA, serie documentación 2. MOPU. Madrid.
- Roberts, D. A.; Johnston, E. L. y Knott, N. A. 2010. “Impacts of desalination plant discharges on the marine environment: A critical review of published studies”. *Water Research*, 44: 5117-5128.
- Rodríguez Casado, R.; Garrido, A.; Llamas, M. R. y Varela-Ortega, C. 2008. “La huella hídrica de la agricultura española”. *Papeles de Agua virtual*. Fundación Marcelino Botín. 22 pp.
- Verdú, J. R.; Numa, C., y Galante, E. (Eds.), 2011. *Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados amenazados de España (Especies Vulnerables)*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino, Madrid.
- WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza), 2001. *La situación del salmón salvaje del atlántico: Una evaluación por ríos*.



La Clave del Éxito reside en nuestra Capacidad de Superación

Adaptarnos a las nuevas exigencias del mercado, a las tecnologías constructivas más actuales, a la dimensión y complejidad de cada proyecto... nos permite superar los más exigentes requisitos de calidad, seguridad y respeto medioambiental. Manteniendo nuestra responsabilidad con cada uno de nuestros clientes y cumpliendo más allá de nuestros compromisos. Es así como ALDESA se sitúa hoy entre los diez mayores grupos de construcción de España, consolidándose y proyectándose con éxito hacia el futuro.

OBRAS FERROVIARIAS - CARRETERAS Y AUTOVÍAS - AEROPUERTOS - OBRAS MARÍTIMAS E HIDRÁULICAS
URBANIZACIONES - EDIFICACIÓN - REHABILITACIONES Y REFORMAS



 **aldesa**

Ecosistemas urbanos

Juan Carlos Barrios

Universidad Autónoma de Madrid

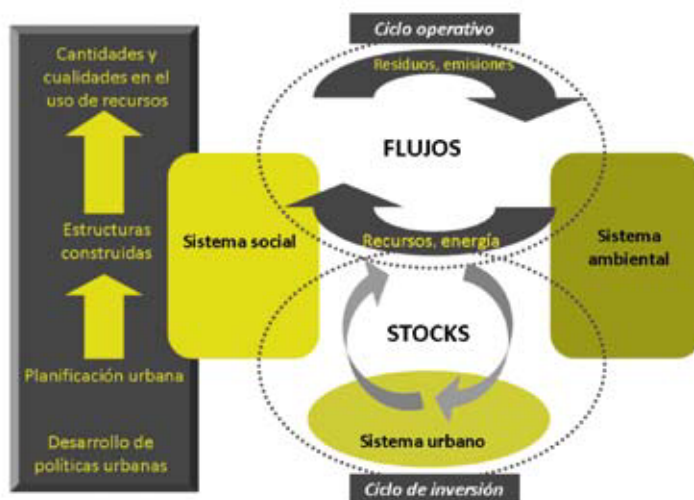
En los albores del siglo XXI el planeta está altamente urbanizado: en el año 1900 vivía en ciudades uno de cada diez habitantes. En 1950 ya eran tres de cada diez. El año 2008 será recordado como el año en el que por primera vez en la historia más de la mitad de la población mundial fue urbana: 3 300 millones de personas viven en ciudades. Para 2030, se espera que alcancen los 5 000 millones. Muchos de ellos serán pobres. De hecho, para entonces, el 80% de la población urbana mundial vivirá en ciudades de los países en desarrollo:

siete de cada diez urbanitas vivirán en África o Asia (UNFPA, 2007). En Europa la población urbana, que representa el 75% del total, creció constantemente durante las décadas de los años sesenta y setenta del pasado siglo y, desde entonces, ha habido una tendencia al crecimiento descontrolado en la periferia de las ciudades (UE, 2007).

Las ciudades son ecosistemas: sistemas abiertos y dinámicos que consumen, transforman y liberan materiales y energía; se desarrollan y se adaptan;



Metabolismo urbano: concepto de stock y flujo



están determinados por los seres humanos e interactúan con otros ecosistemas. Por todo ello, las ciudades deben ser analizadas y gestionadas como cualquier otro tipo de ecosistema (*The European Environment State and Outlook 2010 Urban environment*. EEA, 2011). Pero hay que tener en cuenta que, como ecosistemas altamente artificiales, se sustentan en la explotación de los servicios que otros ecosistemas les proporcionan (materiales, alimentos, energía, agua, etc.) y demandan la asimilación de lo que su metabolismo excreta a los ecosistemas cercanos (contaminantes, residuos, aguas fecales, etc.) y lejanos (gases de efecto invernadero) (EEA, 2010).

Este enfoque desde el punto de vista metabólico es el que tradicionalmente se ha realizado de los ecosistemas urbanos, y las conclusiones son claras: existe una dependencia casi total del resto de ecosistemas no urbanos como proveedores de servicios de abastecimiento, regulación y culturales. En España estos análisis han evidenciado desde hace tiempo esta situación (Naredo, 1988).

Pero las ciudades, analizadas como ecosistemas, no siempre han tenido un valor tan negativo en la ecuación de la demanda y provisión de servicios. Y aun hoy día no todas las ciudades demandan servicios del resto de los ecosistemas en la misma proporción. Indicadores como la Huella Ecológica de las ciuda-

des nos dan idea de la presión ejercida sobre el territorio y de cómo la propia estructura y funcionamiento de las ciudades como ecosistemas van a marcar dicha presión (Wackernagel y Rees, 1996).

Este es el desafío al que se enfrentan hoy los ecosistemas urbanos, la restauración de servicios, tan necesarios para el bienestar humano, que se han ido perdiendo en el diseño del modelo actual de nuestras ciudades:

Hay que tener en cuenta que, como ecosistemas altamente artificiales, las ciudades se sustentan en la explotación de los servicios que otros ecosistemas les proporcionan (materiales, alimentos, energía, agua, etc.) y demandan la asimilación de lo que su metabolismo excreta a los ecosistemas cercanos (contaminantes, residuos, aguas fecales, etc.) y lejanos (gases de efecto invernadero)

- la regulación del aire, las aguas y el suelo, tan impactadas por las actividades urbanas;
- la capacidad para volver a producir alimentos, energía o equilibrar el ciclo hidrológico en sus demandas de grandes cantidades de aguas superficiales y subterráneas;
- las funciones biológicas propias de los ecosistemas que se desarrollan en su interior (zonas verdes, jardines, etc.), como la polinización o el control biológico de plagas y enfermedades;
- las actividades recreativas y de disfrute estético, que en la actualidad generan un flujo de visitantes urbanos a los entornos naturales y especialmente a los espacios protegidos.

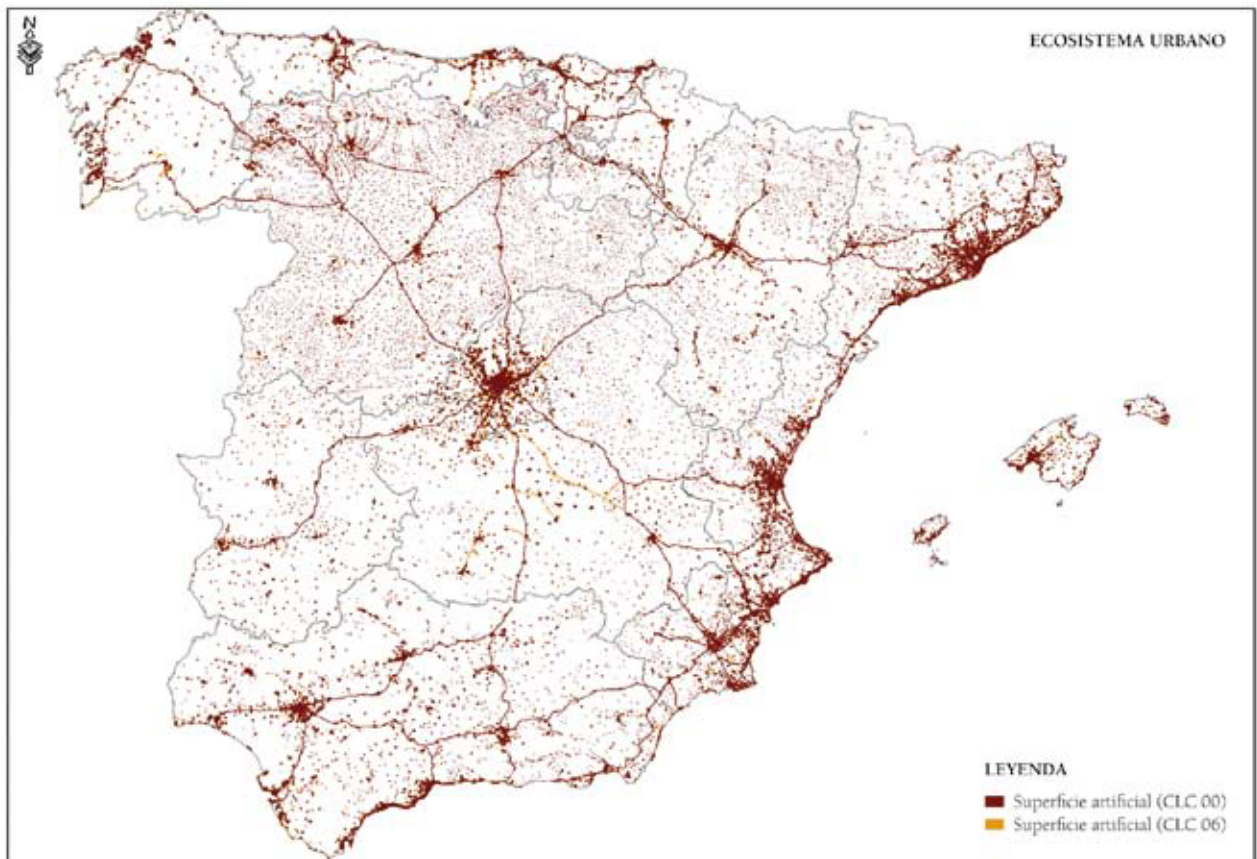
Todo ello equilibrando su metabolismo para disminuir la presión sobre el resto de ecosistemas a escala local y global.

ÁREAS URBANAS EN ESPAÑA

El Ministerio de Vivienda, según el Atlas de las zonas urbanas de España (Ministerio de Vivienda, 2009), divide el territorio nacional en tres tipos de ámbitos:

- Grandes áreas urbanas. Compuestas por 85 áreas (municipales o plurimunicipales) de más de 50 000 habitantes que agrupan a un total de 747 municipios en los que viven más de 30 millones de habitantes. Es decir, en el 9,2% de los municipios vive el 67,8% de la población.
- Pequeñas áreas urbanas. Entidades de población mayores de 5 000 habitantes, que engloban 306 municipios, ocupan el 10% del territorio nacional y albergan el 12% de la población.
- Áreas no urbanas. Este ámbito comprende 7 059 municipios que abarcan el 87% de los

Distribución de superficies artificiales en España. Como se puede apreciar, las superficies artificiales predominan en el interior y las zonas costeras y las infraestructuras para el transporte, claramente con un esquema radial, son una de las características de la evolución de los últimos años que más influencia han tenido en el modelo de crecimiento urbano, lo que favorece la dispersión de la población de las áreas urbanas.
Fuente: Corine Land Cover 2006.



municipios españoles, con un 19,3% de la población y sobre una superficie de un 79,8%.

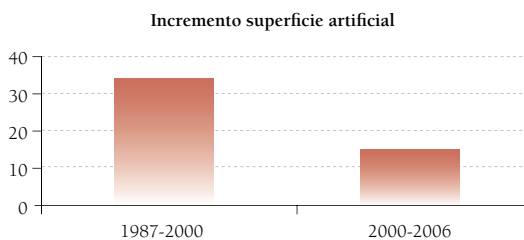
En síntesis se podría decir que el balance total de las áreas urbanas representa un total de 1053 municipios (13% del total en España) con un 80% de la población y un 20% de la superficie total.

Sin embargo, los límites de los ecosistemas urbanos se extienden más allá de los núcleos habitados, ya que no se pueden dejar fuera las áreas industriales y comerciales, que se ubican fuera del núcleo urbano o las infraestructuras para el transporte, que exceden los límites de los términos municipales. Por ello, en la cartografía de los ecosistemas urbanos se incluyen todas aquellas superficies artificiales que de una u otra forma se relacionan con el funcionamiento de los ecosistemas urbanos.

Según el *Corine Land Cover* las superficies artificiales en España en el año 2006 ocupaban 1 036 332 ha. Entre 1987 y 2006 la superficie artificial se incrementó en un 49,59%, cifra que ha seguido creciendo a partir de ese año si se tienen en cuenta las más de dos millones de viviendas libres terminadas entre los años 2006 y 2009 y las infraestructuras que las acompañan (carreteras, líneas férreas, polígonos comerciales e industriales, etc.). En su informe "Sostenibilidad Local: Una aproximación urbana y rural" (2008), el OSE señala que el incremento del suelo de naturaleza urbana en las capitales españolas ha sido de un 22,9% de media.

En los nuevos desarrollos se ha producido el sellado y degradación de las funciones del suelo, alterando su capacidad de infiltración y su fertilidad. Igualmente en muchas ocasiones la planificación no ha tenido en cuenta su capacidad de regulación del ciclo hidrológico, lo que ha provocado una alteración de los sistemas hídricos y de drenaje, y ha disminuyendo su capacidad de asimilar los cambios en los flujos de agua e incrementado el riesgo

de inundaciones en zonas urbanizadas (EEA, 2010).



Incremento de la superficie artificial en España (*Corine Land Cover*). Se observa una tendencia a la disminución de la artificialización de suelo aunque se mantiene en porcentajes elevados

MODELOS URBANOS

El importante dinamismo social y económico que han tenido los ecosistemas urbanos en las últimas décadas, el modelo de crecimiento y su diseño, basado en la preeminencia del vehículo privado como modo de desplazamiento, y el abandono del modelo de ciudad compacta, ha ejercido grandes presiones en su entorno con un incremento constante en la demanda de servicios y una generación continuo de residuos que es necesario gestionar.

Los ecosistemas urbanos han perdido su capacidad de asimilar las alteraciones a las que el planeta se va a enfrentar en el futuro provocadas por el cambio climático. Los periodos y severidad de sequías, inundaciones, olas de calor, las subidas del nivel del mar y las alteraciones que pueden provocar en los sistemas de recogida de aguas, son algunos de los impactos que las ciudades van a tener dificultad para superar como consecuencia de un proceso de crecimiento que no ha tenido en cuenta la conservación de la funcionalidad de los servicios de regulación del propio ecosistema urbano y que es necesario volver a recuperar (EEA, 2010).

Aspectos como la contaminación atmosférica, la producción de ruidos, la falta de espacios públicos, la escasez de elementos de regulación climática, etc., son el resultado de una planificación urbana en la que se ha obviado el papel que desempeñan los servicios de los ecosiste-

mas, especialmente los de regulación, a costa de la explotación intensiva de los externos de abastecimiento. Por ello, el bienestar humano de los propios habitantes de las ciudades se ha visto afectado con un incremento de efectos negativos sobre su salud, física y mental; sobre sus bienes, inundaciones e incendios en ecosistemas contiguos; y sobre su capacidad de adaptación a cambios externos, con una dependencia total para cubrir sus necesidades de materia y energía.

La expansión de los ecosistemas urbanos ha supuesto un incremento de los consumos de suelo y energía que amenazan el capital natural en los ambientes naturales y rurales, aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero, eleva la contaminación atmosférica y acústica hasta niveles superiores a los límites para la salud humana y presiona sobre los servicios de regulación de los ecosistemas.

ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS URBANOS

Como hemos dicho, en los ecosistemas urbanos la planificación de su crecimiento se ha realizado sin tener en cuenta su capacidad de generar servicios para la sociedad. La intensificación de los ciclos de materia, agua y energía que se canaliza hacia los ecosistemas urbanos ha obligado a dedicar ingentes recursos humanos y económicos para evitar el impacto sobre los ecosistemas cercanos y la población, en muchas ocasiones con escasos resultados.

Por ejemplo, la alteración de los cauces fluviales en el interior de las ciudades sin respetar las zonas inundables ni la vegetación de ribera que actuaba como freno a las crecidas, ha derivado en la mayoría de las ciudades en la canalización de los cauces, acelerando el flujo de agua hacia el curso inferior y destruyendo el conjunto de servicios que esas masas de vegetación aportaban para el bienestar humano (protección climática, control de plagas, etc.).

El modelo de movilidad urbana, que se ha potenciado con el objetivo de incrementar la actividad económica en los núcleos urbanos, ha derivado en una alteración de la calidad del aire que provoca daños en la salud de sus habitantes. En ese modelo de movilidad se han sacrificado los espacios públicos, las zonas verdes y, con ello, los servicios de regulación y culturales que ofrecen para la asimilación de los contaminantes atmosféricos, el ruido y la disminución del estrés de las personas.

La expansión de la ciudad fuera de los límites tradicionales del área urbana, con el argumento de ofrecer un tipo de vida tranquilo y más cercano a la naturaleza, ha destruido los ecosistemas cercanos y, con ello, los servicios que generaban. Además el proceso de destrucción compromete la conectividad entre los ecosistemas y aísla completamente las zonas verdes del interior de las ciudades de los ecosistemas cercanos. La población local de estas ciudades es la que ha sufrido el problema, tanto por el incremento de la movilidad con todo lo que ello supone, como por la pérdida de los servicios de regulación que la ciudad consumía de estos ecosistemas destruidos.

La expansión de los ecosistemas urbanos ha supuesto un incremento de los consumos de suelo y energía que amenazan el capital natural en los ambientes naturales y rurales, aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero, eleva la contaminación atmosférica y acústica hasta niveles superiores a los límites para la salud humana y presiona sobre los servicios de regulación de los ecosistemas

En relación a los servicios de abastecimiento, los ecosistemas urbanos no son capaces de suministrar todos los servicios necesarios para su funcionamiento y han demandado grandes cantidades de materia, agua y energía del resto de ecosistemas, algunos de ellos cercanos y otros más alejados, para garantizar su crecimiento y estabilidad. Esta necesidad se ha debido tanto al enorme flujo de población que se ha trasladado a vivir a entornos urbanos desde el medio rural como a la adopción de hábitos de consumo, que tienen como referencia la necesidad de un crecimiento continuo de la economía basado en el consumo de bienes, sin tener en cuenta la capacidad de los ecosistemas para suministrar los servicios que se demandan y, menos aún, su capacidad para regular el impacto generado.

El consumo energético se ha incrementado en un 150% desde los años setenta y el consumo de agua municipal se ha incrementado en un 25% solo en los últimos años. Tras Chipre y Bélgica, España tiene el tercer mayor índice de explotación de agua de Europa (EEA, 2010). En los indicadores sobre consumo interno, entre el año 2000 y el 2006 la cantidad de materiales que entraron en la economía española (*input* directo de materiales) para su procesado no ha cesado de aumentar. Según los datos del INE (Cuentas de flujos de materiales 2000-2006), en el año 2000 se necesitaron 770 105 412 de toneladas de materiales, mientras que en 2006 fueron 1 001 743 137 de toneladas, un incremento del 30,08%. Además, si añadimos la cantidad de energía necesaria para la producción de estos bienes de consumo (intensidad energética) que se consumen en los ecosistemas urbanos o la huella hídrica que contienen, veríamos que la utilización de los servicios de abastecimiento de otros ecosistemas es lo que ha permitido el crecimiento constante de los ecosistemas urbanos.

En cuanto a los servicios de regulación, en los ecosistemas urbanos la vulnerabilidad a los efectos del clima son evidentes. Además de los efectos del incremento del nivel del mar en las ciudades costeras (5 de las 10 ciudades

más pobladas están en la costa y cerca del 44% de la población vive en municipios litorales), las olas de calor tienen un impacto elevado en la población, especialmente en menores y ancianos. En 2003, en Europa la ola de calor provocó 70 000 muertes, y las estimaciones de la Unión Europea son de que en las regiones del centro y sur de Europa, en el año 2080, el número de muertes anuales estará entre 50 000 y 160 000. Las ciudades actúan como islas de calor lo que incrementa la temperatura en su interior por causa de la edificación, la planificación urbana y la falta de zonas verdes que atemperen la acción solar y favorezcan la evapotranspiración. Por todo ello, la regulación climática debe ser uno de los servicios que más importancia tenga en el futuro.

Las ciudades son las mayores contribuyentes al proceso de calentamiento global por sus altas emisiones de gases de efecto invernadero, procedentes de los vehículos privados, la demanda energética para climatización, la generación y tratamiento de residuos y la demanda de productos industriales.

Los planes de acción contra el cambio climático que se están elaborando y desarrollando en muchas ciudades apuestan por la necesidad de incrementar los sumideros de carbono a través del incremento de las zonas verdes y una gestión adecuada de las zonas periurbanas que favorezca la regeneración de bosques, la creación de áreas de cultivo o de áreas de recreo. En el caso de Vitoria-Gasteiz, su Plan de lucha contra el cambio climático establece la posibilidad de que en 2020 el conjunto de zonas verdes, bosques, etc., del municipio sea capaz de fijar el 17% de las emisiones totales del municipio. Además, este tipo de usos en las zonas urbanas y periurbanas, además de combatir los orígenes de estos procesos de alteración del clima, actúan como elementos reguladores de la temperatura, contrarrestando el efecto de isla de calor de los centros urbanos.

Según los datos proporcionados por *Corine Land Cover* 1990, 2000 y 2006, entre 1990 y 2000 el incremento de las superficies de zona verde

fue del 1,9%, mientras se mantuvo estable entre 2000 y 2006, y alcanzó una superficie total de cerca de 10 000 has. Las zonas verdes en los ecosistemas urbanos son el elemento central en el análisis de los Servicios de los Ecosistemas que se hace en muchos de los informes que sobre este tema se han elaborado, y se han analizado en numerosos estudios sus efectos sobre el bienestar humano (Barthel *et al.*, 2010; MA, 2005). Sin embargo, en el caso de España, las áreas verdes no han sido en la mayoría de los núcleos urbanos una parte crucial en la planificación y el desarrollo. Mientras, como ya se ha comentado anteriormente, el crecimiento de otras superficies urbanas y de las redes de comunicación ha sido mucho mayor. La Orga-

nización Mundial de la Salud recomienda que la superficie de zona verde por habitante esté entre los 10 y los 15 m² por persona y según el informe del OSE sobre Sostenibilidad Urbana y Local, solo 15 capitales de provincia en España están en ese margen, mientras que en el resto es inferior.

Las zonas verdes, los huertos urbanos, las áreas recreativas, los jardines de los edificios, etc., son fundamentales para mantener la biodiversidad de los ecosistemas urbanos y los servicios que proporcionan (polinización, control biológico, regulación climática, etc.). No existen estudios en España que analicen ni la situación de estos tipos de uso del suelo en el ecosistema urbano



ni la capacidad de generar estos servicios que poseen (Orive, A, 2010 en Cambio Global en España 2020-2050).

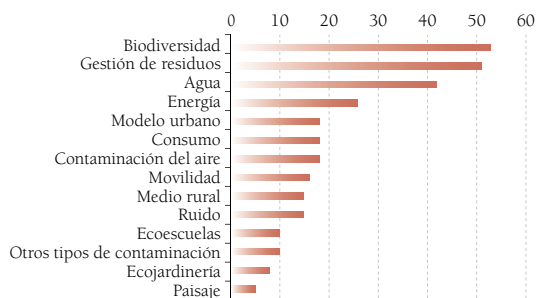
En cuanto a los servicios culturales, los ecosistemas urbanos son en estos momentos uno de los que más interés científico y técnico están despertando y su importancia se pone de relieve por la cantidad de congresos y jornadas que sobre el tema se celebran. Aunque la ecología se mantuvo durante mucho tiempo al margen de la investigación en las áreas urbanas, la ecología urbana es en la actualidad un campo científico en crecimiento.

En octubre de 2010 se celebró la Cumbre de la Diversidad Biológica de la Ciudad simultáneamente con la 10.^a Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Se trata de un hecho relevante por la importancia que supone mantener el recorrido de los últimos años de incorporar a las ciudades en la conservación de la biodiversidad y porque en la declaración resultante, continuación de las de Curitiba y Bonn, los dirigentes y mandatarios de las ciudades reconocen la necesidad de seguir investigando en la materia y resaltan la importancia de las redes de investigación que ya están incorporando sus reflexiones a la gestión de las ciudades: TEEB (Economía de los ecosistemas y la biodiversidad), URBIO (Urban Biodiversity & Design. Red internacional para la educación y la investigación aplicada) o los trabajos de la UNESCO.

La realización de Programas de Educación ambiental en las ciudades es un servicio cultural que ha ido creciendo en consonancia con la concienciación de la población sobre los problemas ambientales y la necesidad de acercar al individuo a la naturaleza.

En un estudio realizado por el Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid (García Ventura, 2009) se analizaron los Programas de Educación Ambiental de los municipios de más de 25 000 habitantes. En ese estudio se señalaba que la temática más

abundante de los Programas de Educación Ambiental está centrada en aspectos relacionados con la biodiversidad, seguidos por los que se refieren más específicamente a las presiones que los ecosistemas urbanos ejercen sobre el resto.



La demanda de naturaleza, entendida como la necesidad de entrar en contacto con sus valores estéticos y psicológicos, no ha sido cubierta por el diseño de zonas verdes, jardines, etc., en las ciudades, lo que ha generado un incremento del consumo de este servicio en los ecosistemas cercanos a la ciudad, principalmente en las áreas declaradas como espacios naturales protegidos. Se ha demostrado que la presencia de “naturaleza” en la ciudad no ha sido suficiente para sus habitantes como demuestra la demanda de este tipo de servicio cultural del resto de ecosistemas.

La mayor parte de los más de 25 millones de visitas que se realizan a los Espacios Naturales Protegidos en España proviene de los habitantes de los núcleos urbanos. Estas visitas se concentran en aquellos espacios más emblemáticos, principalmente algunos Parques Nacionales y en los que están más ligados a las zonas urbanas, que soportan una fuerte presión por la afluencia de visitantes. Los Parques Naturales de la Comunidad de Madrid, como el de la Cuenca Alta del Manzanares o el de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara, con más de 350 000 visitantes anuales registrados; los de la provincia de Barcelona con más de 1 millón de visitantes o simplemente el de la Montaña de Montserrat con más de 2 millones, dan una idea de la presión que se ejerce sobre estos territorios ligados a las grandes urbes.

Conclusiones

Las áreas urbanas, como elementos creados de forma artificial por el ser humano, resultan complejas de gestionar si se adopta una visión de la ciudad como un sistema ecológico en el que las relaciones con el resto de ecosistemas, cercanos y lejanos, se establecen a través del flujo de servicios existente entre ellos. Las ciudades se gestionan desde administraciones locales, con límites administrativos fijados; sin embargo, la red de la que dependen para su equilibrio y funcionamiento excede estos límites y las conexiones entre ellas crecen continuamente. Por ello, la primera necesidad que se plantea al abordar la gestión de los ecosistemas urbanos es la existencia de una serie de objetivos comunes y de una visión consensuada entre las distintas Administraciones, agentes sociales y económicos y ciudadanía.

Cualquier acción nueva que se desarrolla en una ciudad va a tener repercusiones en otras ciudades (redes de comunicación, creación de lugares de ocio y/o negocio, nuevas viviendas, etc.), en otros ecosistemas cercanos (ocupación de riberas de ríos, presión de contaminantes, fragmentación de hábitats, etc.) y en ecosistemas lejanos (contaminación atmosférica, demanda de agua y energía, etc.). Eso quiere decir que en su planificación y ejecución se debe incorporar una visión global de los efectos que van a tener y de las medidas que se deben tomar para reducir los impactos negativos.

Pero también es necesario modificar la ciudad vigente, para hacerla menos dependiente de otros ecosistemas. La demanda actual de materia, energía y servicios culturales para la población urbana, la producción de residuos y contaminantes, la ocupación de suelo, etc., que pone en peligro el capital natural del resto de los ecosistemas, se basa en un modelo de ciudad en la que su estructura, la forma de gestionar los ciclos de materia y energía, el estilo de vida de sus habitantes y la estructura política que la gestiona, ha quedado obsoleta. Con la

visión global que proporciona la evaluación de los servicios de los ecosistemas podemos plantear modelos urbanos que reduzcan esa dependencia.

En la visión de la ciudad como un ecosistema, la primera necesidad es la búsqueda del equilibrio. La dependencia externa la convierte en vulnerable y las alteraciones que se produzcan van a tener un fuerte impacto en el bienestar de sus habitantes. Por ello, la ciudad debe tender al autoabastecimiento y a generar los mecanismos de amortiguación de las perturbaciones. En términos de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, tiene que potenciar los servicios de abastecimiento y regulación.

El concepto de *complementariedad ecológica de los usos del territorio* se adecua perfectamente a este objetivo. En la planificación urbana es necesario complementar los usos del territorio convencionales con el ecosistema sobre el que se asienta (o asentaba) la ciudad. El respeto al ciclo hidrológico, a las capacidades y características de los suelos, a la biodiversidad existente y/o potencial, etc., y la necesidad de potenciar los servicios propios del ecosistema urbano, deben ser parte integrante de los planes de ordenación urbana de nueva redacción.

En la coyuntura actual, la conservación del ecosistema urbano pasa por recuperar los servicios que puede y debe proporcionar a la población y que hasta hace unas décadas seguía proporcionando en mayor o menor medida. Las perturbaciones a las que los ecosistemas urbanos en España, en un clima mediterráneo y con gran parte de la población viviendo en zonas litorales, van a tener que hacer frente por los efectos del cambio climático, no pueden ser solventados a base de inversiones en tecnologías y obras de contención. Ya existen experiencias de cómo las áreas urbanas pueden adaptarse a estas perturbaciones y ahora es necesario incorporarlas en los procesos de gestión, algo que hasta el momento no se ha tenido en cuenta en estos ecosistemas. ❁

En la visión de la ciudad como un ecosistema, la primera necesidad es la búsqueda del equilibrio. La dependencia externa la convierte en vulnerable y las alteraciones que se produzcan van a tener un fuerte impacto en el bienestar de sus habitantes. Por ello, la ciudad debe tender al autoabastecimiento y a generar los mecanismos de amortiguación de las perturbaciones. En términos de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, tiene que potenciar los servicios de abastecimiento y regulación

REFERENCIAS

- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2010. *The European environment — state and outlook 2010* (SOER 2010). *Urban Environment*. Copenhagen.
- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2010. *The European environment — state and outlook 2010* (SOER 2010). *Adapting to climate change*. Copenhagen.
- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2010. 10 messages for 2010 Urban ecosystems. Copenhagen.
- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2006. Urban sprawl in Europe. The ignored Challenge. Copenhagen.
- Centro Complutense de Estudios e Información Medioambiental de la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid. 2010. *Cambio Global en España 2020/50*. Madrid.
- Diputación de Barcelona, 2008. *Mitigación y adaptación local al cambio climático. Catálogo de propuestas*. Barcelona.
- Donald C. Dearborn; Salit Kark. 2009. *Motivations for Conserving Urban Biodiversity*. Conservation Biology.
- EUROPARC-España, 2010. *Anuario EUROPARC-España del estado de los espacios naturales protegidos en 2009*. Madrid.
- Ernstson, H.; Barthel, S.; Andersson, E. y Borgström, S. T. 2010. "Scale-crossing brokers and network governance of urban ecosystem services: the case of Stockholm". *Ecology and Society* 15(4): 28.
- Fondo de Población de Naciones Unidas (UNFPA), 2007. *Estado de la población mundial 2007*. Nueva York.
- García-Ventura, D. 2009. *Environmental Education in Spanish municipalities. An approach through indicators*. 5th World Environmental Education Congress. May, 10-14. Montréal (Canadá).
- Grimm, N; Faeth, S; Golubiewski, N; Redman, C; Wu, J; Bai, X; Briggs, J. 2008. *Global Change and the Ecology of cities*. Science 319. 756-760.
- MA (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT). 2005. *Ecosystem and human well-being: Urban systems*. World Resources Institute. Washington, DC. 795-825.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Secretaría de Estado de Energía. 2009. *La Energía en España*. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2000. *Libro blanco del agua en España*. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. *Perfil Ambiental de España 2009. Informe basado en indicadores*. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008*. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. *Inventario de Gases de Efecto Invernadero de España. Edición 2010 (Serie 1990-2008). Sumario de resultados*. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. *Plan Nacional de reutilización de aguas. Versión preliminar*. Madrid.
- Morán, N. 2010. *Agricultura urbana: un aporte a la rehabilitación integral*. Papeles de relaciones sociales y cambio global. N.º 11. 99-111.
- Naredo, J.M. y Frías, J (1988). *Los flujos de agua, energía, materiales e información en la Comunidad de Madrid y sus contrapartidas monetarias*. Comunidad de Madrid, Consejería de Economía.
- Observatorio para la Sostenibilidad en España. 2006. *Sostenibilidad Local: Una aproximación Urbana y Rural*. Madrid.
- Prieto, F. Campillo, M. X. Fontcuberta, (2010): *Cambios de ocupación del suelo en el Reino de España. Primeros análisis a partir del proyecto Corine Land Cover 2006, Sin Permiso*, 27 de junio.
- Rueda, S. 1996. *La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa*. La construcción de la ciudad sostenible. Primer catálogo español de buenas prácticas. Coordinado por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA) (Gobierno de España). Madrid. MOPTMA.
- Rueda, S. 2009. *El Libro Verde del Medio Ambiente Urbano 2*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Unión Europea. 2007. *State of European Cities Report. Adding value to the European Urban Audit*. Bruselas.
- Unión Europea. 2007. GREEN PAPER Towards a new culture for urban mobility. Bruselas.
- Wackernagel, M. Rees, W. 1996. *Our Ecological Footprint*, Philadelphia, Gabriola Island, BC.

Los ecosistemas de la zona árida (EZA)

Juan Puigdefábregas

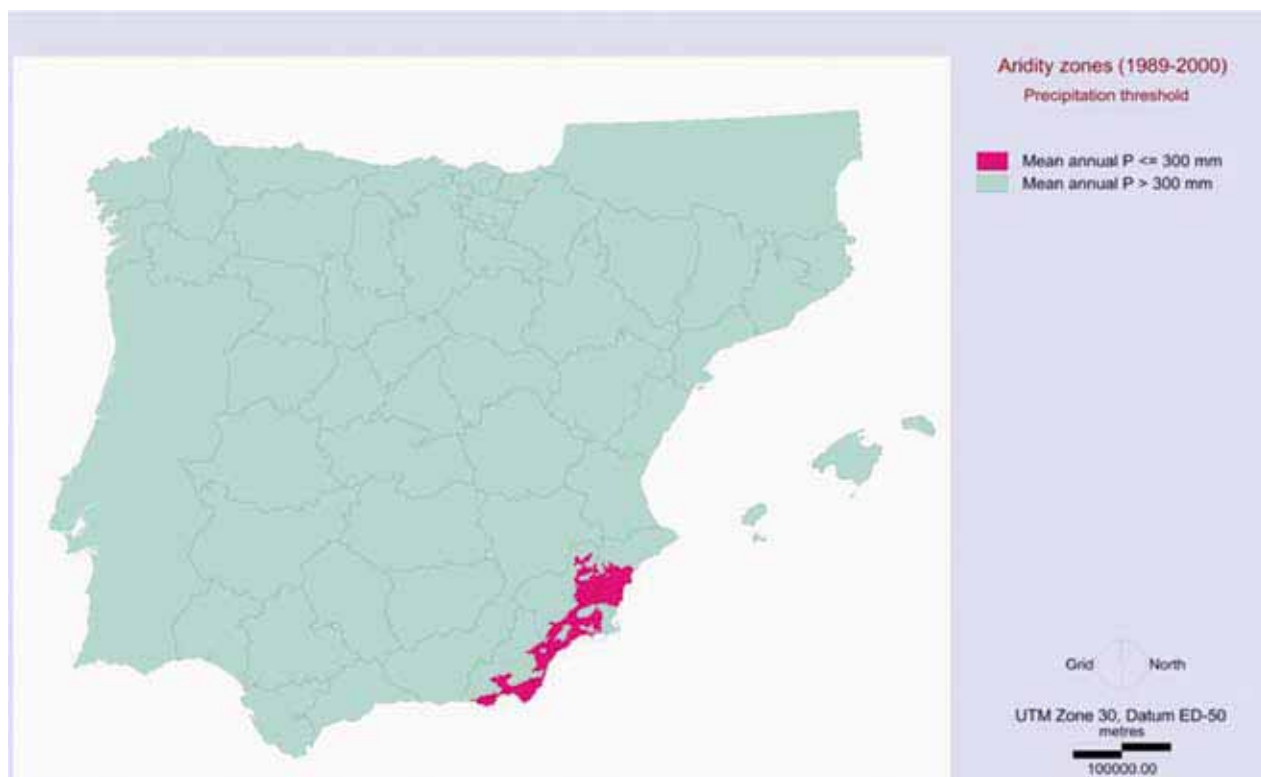
Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC)

Existen diferentes criterios climáticos y ecológicos para definir las zonas áridas. En EME se adoptó uno de los más sencillos, su precipitación anual no supera los 300 mm. Según ese criterio, la zona árida española ocupa una superficie reducida, 13 131 km², el 2,6% de la superficie del Estado. De ese total, un 63%, con 8 237 km², corresponden al sudeste peninsular y se incluyen en las provincias de Almería,

Murcia y Alicante, mientras que el 37% restante, 4 894 km², los encontramos en las islas Canarias.

En ese marco climático, el ecosistema de la zona árida (EZA) se circunscribe al área ocupada por vegetación espontánea, y se excluyen las zonas urbanas y agrarias, estas últimas, con una consideración específica en EME.

Distribución de la Zona Árida en España (Península).





Distribución de la Zona Árida en España (Islas Canarias).

EVOLUCIÓN HISTÓRICA

La dimensión temporal del paisaje suele ser difícil de percibir ya que en ausencia de catástrofes, suele ser más lenta que una generación humana. Sin embargo, es imprescindible tenerla en cuenta a la hora de comprenderlo y gestionarlo. El paisaje mediterráneo se generó hace unos siete millones de años durante la transición climática que dio lugar a la desecación de la cuenca y a su característica sequía estival. Desde entonces ha evolucionado bajo los efectos de grandes cambios geológicos y climáticos. La mayoría de sus sistemas orográficos son jóvenes y, a menudo, con tectónica todavía activa de modo que sus laderas y redes fluviales se hallan lejos del equilibrio, soportando elevadas tasas de erosión o sedimentación. Desde el término de las glaciaciones, hace diez mil años, las condiciones áridas se fueron consolidando, con periodos particularmente secos entre 6 y 4 milenios atrás y con fluctuaciones húmedas y frías que quedaron registradas entre 3000 y 250 años atrás. El calentamiento más reciente está documentado en la vertiente mediterránea española desde los años setenta del siglo pasado.

Para enmarcar el estado de conservación del EZA, es preciso resumir las condiciones climáticas que caracterizan sus dos principales subtipos, el peninsular y el canario.

En la Península la escasez de precipitaciones se debe a la pantalla ejercida por la Penibética frente a los vientos húmedos del suroeste. La pulsación seca antes mencionada, desplazó los encinares hacia las montañas y el territorio

basal fue ocupado por matorrales adaptados a clima cálido, con esparto y pinares dispersos. La aridez de las islas Canarias se debe a la persistencia del anticiclón de las Azores y a la influencia sahariana. Su vegetación se caracteriza por su adaptación a la escasez de lluvia y a cierta humedad atmosférica con numerosas especies suculentas que almacenan agua en sus tallos.

En las islas Canarias orientales, dado que ninguna de ellas alcanza los 700 m de altitud máxima, toda su superficie se encuentra por debajo del nivel de inversión de los alisios. Este hecho físico dificulta las lluvias orográficas tan importantes en las otras islas occidentales, ya que no existe obstáculo montañoso que pueda detener el “mar de nubes”. Por otro lado, Lanzarote es, junto a Fuerteventura, la isla más cercana al continente africano, como consecuencia, la precipitación anual es muy baja e irregular entre años. Gran parte de la isla está cubierta por materiales volcánicos recientes, con erupciones que datan de los siglos XVIII y XIX. El resultado es que una porción importante de la superficie insular se halla cubierta de malpaís acaravado y lapillis (cenizas volcánicas). También destacan por su extensión los jables o arenas calcáreas de origen marino formadas por restos de conchas y moluscos traídos por el viento.

Existen pocas dudas de que la vegetación mediterránea, tal como la encontramos hoy, resulta de modificaciones debidas a la actividad del hombre. Este ha contribuido a extender la vegetación perennifolia, como encinas y pinos, a partir de sus áreas originales en suelos secos,

a expensas de los robles caducifolios. De este modo, el hombre ha creado paisajes en mosaico con una estructura espacial muy rica y elevados niveles de diversidad biológica.

Los efectos de la actividad humana en la zona árida se han caracterizado por la expansión de la agricultura cerealista a partir de las áreas más fértiles, combinándose con el aprovechamiento ganadero en varios entornos de trashumancia en busca de barbechos y zonas incultas vecinas o muy lejanas.

En el sureste, este proceso condujo al cultivo de los márgenes de las ramblas mediante agricultura de inundación, de los sedimentos acumulados al pie de las vertientes y de las laderas aterrazadas al efecto. En la parte alta de estas últimas, donde el aterrazamiento era demasiado costoso, el hombre expandió el esparto a expensas de los matorrales preexistentes que quedaron relegados a los barrancos, cabezos rocosos y puntos con menor espesor de suelo.

El resurgimiento de la minería del plomo y la exportación de esparto para celulosa, ambas en la segunda mitad del siglo XIX y principios del

XX, ocasionaron la ruina de la vegetación leñosa en buena parte del territorio.

A partir de los años sesenta del pasado siglo, la tecnificación de la agricultura y la expansión comercial a gran escala dio lugar al desarrollo de regadíos intensivos en el sudeste, generalmente basados en la explotación de aguas subterráneas. Esto propició el progresivo abandono de la agricultura tradicional en los antiguos secanos y la aparición de un nuevo tipo de ganadería estante basada en el aprovechamiento de residuos agrarios. Los antiguos campos, abandonados, fueron colonizados por arbustos, albardales, tomillares o retamares, según su estado de degradación o de la disponibilidad de agua en profundidad en el caso de estos últimos.

En las islas Canarias, ante las adversas condiciones climáticas, se ha desarrollado una cultura de agricultura “sin agua” en condiciones tremendamente adversas, pero que ha dado como resultado uno de los sistemas de adaptación más espectaculares que se conocen. Producto de esta singular cultura agrícola en Lanzarote existen dos formas propias de cultivo por lo que a la naturaleza del suelo agrícola se refiere: los jables y enarenados naturales o artificiales. Ambos se

El sector inferior de Rambla Honda con la depresión de Tabernas al fondo (Almería). Espartal en la parte alta de las laderas y campos abandonados con retamas albardales y en el fondo del valle. Foto: A. Sole.



A partir de los años sesenta del pasado siglo, la tecnificación de la agricultura y la expansión comercial a gran escala dio lugar al desarrollo de regadíos intensivos en el sudeste, generalmente basados en la explotación de aguas subterráneas. Esto propició el progresivo abandono de la agricultura tradicional en los antiguos secanos y la aparición de un nuevo tipo de ganadería estante basada en el aprovechamiento de residuos agrarios. Los antiguos campos, abandonados, fueron colonizados por arbustos, albaidales, tomillares o retamares, según su estado de degradación o de la disponibilidad de agua en profundidad en el caso de estos últimos

basan en el aprovechamiento de arenas porosas, procedentes de conchas de moluscos o volcánicas, respectivamente, que tienen la propiedad de capturar y almacenar rocío y otras formas de humedad atmosférica. De esta manera, se consiguen rendimientos excepcionales, similares a los de regadío. Este tipo de agricultura ha significado un freno a la erosión de un medio árido, donde se han optimizado los escasos recursos existentes para desarrollar una agricultura de calidad y creadora de paisaje.

De las anteriores circunstancias se derivan dos conclusiones. La primera es que los paisajes de la zona árida española han evolucionado por im-



Cultivos en jables (Lanzarote).

pulso de dos agentes principales: por un lado, las fluctuaciones climáticas y procesos geológicos y, por otro, las actividades humanas que han ocurrido hasta el presente. La segunda conclusión es un aviso frente a la idea de un paisaje mediterráneo prístino u original. No existe evidencia de que, una vez liberado de la actividad humana, el paisaje retorne a su referencia primigenia.

Este carácter irreversible del tiempo tiene implicaciones en las políticas de conservación, en buena parte, empeñadas en reconstruir ecosistemas “originales” de dudosa vigencia como ecosistemas maduros en la actualidad. Por el contrario, más sensato sería estimular la evolución de los ecosistemas hacia su equilibrio hidrológico en las condiciones y tendencias climáticas actuales mediante la necesaria complejidad y diversidad ecológica.

TRANSFORMACIÓN RECIENTE DEL ECOSISTEMA DE LA ZONA ÁRIDA

La ruina del EZA impulsada desde en el siglo XIX y primera mitad del siglo XX, por el incremento de la población rural, la minería del plomo y el expolio de los espartales, los dos últimos en el sudeste peninsular, nos legó un estado de conservación deplorable. Los sectores mejor conservados, con arbolado disperso de pinares y matorral mediterráneo, apenas alcanzan el 20% de la superficie actual del EZA.

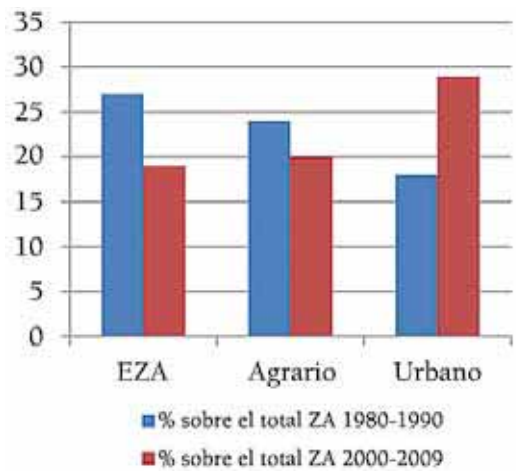
En las islas Canarias, ante las adversas condiciones climáticas, se ha desarrollado una cultura de agricultura "sin agua" en condiciones tremendamente adversas, pero que ha dado como resultado uno de los sistemas de adaptación más espectaculares que se conocen. Producto de esta singular cultura agrícola en Lanzarote existen dos formas propias de cultivo por lo que a la naturaleza del suelo agrícola se refiere: los jables y enarenados naturales o artificiales. Ambos se basan en el aprovechamiento de arenas porosas, procedentes de conchas de moluscos o volcánicas, respectivamente, que tienen la propiedad de capturar y almacenar rocío y otras formas de humedad atmosférica. De esta manera, se consiguen rendimientos excepcionales, similares a los de regadío. Este tipo de agricultura ha significado un freno a la erosión de un medio árido, donde se han optimizado los escasos recursos existentes para desarrollar una agricultura de calidad y creadora de paisaje

El resto corresponden a campos abandonados, convertidos en eriales, pastos ralos y matorral bajo, todos con suelos muy degradados.

Por otra parte, la invasión de la agricultura marginal en el EZA que tantos desastres ocasionó en

el pasado, ya no es una amenaza actual. La actividad agrícola se ha intensificado y concentrado en las zonas regables. Tan solo se presentan pequeñas fluctuaciones en las fronteras del EZA con las zonas agrarias, debido al potencial invasor de los regadíos más rentables y su consiguiente abandono, en caso de que las condiciones de mercado no les sean favorables. Con todo, no se descartan futuras expansiones de la agricultura impulsadas por nuevos actores en los mercados, por ejemplo, el de los biocarburantes.

La principal amenaza actual sobre el EZA es la urbanización debido a su localización próxima al litoral. Este fenómeno está determinado por la proximidad a los núcleos urbanos y vías de comunicación. Así en algunos casos, como en Alicante, afecta sobre todo a pinares y zonas mejor conservadas próximas a la red viaria y con mayor valor residencial, mientras que en otros casos, como en Gran Canaria, la invasión urbana ocupa áreas degradadas y regadíos por ausencia de otras alternativas.



Superficie ocupada por el EZA, la agricultura y la zona urbana en dos intervalos de tiempo y en porcentajes sobre el total de la Zona Árida española.

Los datos manejados no permiten identificar efectos netos del cambio climático. Hay que tener en cuenta la gran resiliencia del EZA, ya que con ligeras modificaciones de su estructura espacial puede acomodar importantes disminuciones de la precipitación, tal como se ha demostrado mediante el seguimiento de la densidad de vegetación por teledetección.

Los paisajes de la zona árida española han evolucionado por impulso de dos agentes principales: por un lado, las fluctuaciones climáticas y procesos geológicos y, por otro, las actividades humanas que han ocurrido hasta el presente. La segunda conclusión es un aviso frente a la idea de un paisaje mediterráneo prístino u original. No existe evidencia de que, una vez liberado de la actividad humana, el paisaje retorne a su referencia primigenia. Este carácter irreversible del tiempo tiene implicaciones en las políticas de conservación, en buena parte, empeñadas en reconstruir ecosistemas "originales" de dudosa vigencia como ecosistemas maduros en la actualidad. Por el contrario, más sensato sería estimular la evolución de los ecosistemas hacia su equilibrio hidrológico en las condiciones y tendencias climáticas actuales mediante la necesaria complejidad y diversidad ecológica

LOS SERVICIOS DEL ECOSISTEMA DE LA ZONA ÁRIDA

Para obtener una perspectiva general del estado y tendencias de los servicios del EZA, los clasificaremos en tres categorías, según contribuyan al abastecimiento, a la regulación o a proporcionar bienes culturales.

1. Abastecimiento. En el pasado, hasta mediados del siglo XX, los servicios de abastecimiento del EZA tuvieron gran importancia estratégica como complemento a una agricultura incapaz de sostener las necesidades de una población creciente debido a la escasez de agua. Por un lado, proporcionaban sustento a una ganadería extensiva que compartía los barbechos con los pastos naturales y caza que complementaba la dieta proteínica. Por otro, proporcionaban leña, indispensable para los hogares. En tercer lugar, permitían exportar materiales industriales como esparto para celulosa, sales derivadas de especies de zonas salinas (quenopodiáceas), plomo y plata de antiguas minas renovadas, mármol y materiales pétreos.

Todo esto, que permitía la multiplicidad de recursos que complementaban e, incluso, superaban a la agricultura, se vino abajo a mediados del siglo pasado por diversos motivos: la emigración

a ciudades industrializadas del país o del exterior fue una oportunidad real, las minas se agotaron, las canteras de mármol sufrieron un serio problema de mercados, el esparto dejó de ser rentable como fuente de celulosa y, sobre todo, el acceso a recursos subterráneos de agua abrió paso a una pujante agricultura capaz de poner en el mercado productos fuera de estación, de manera que se convirtió en una fuente de trabajo, con el consiguiente drenaje demográfico de las zonas rurales del interior, y un atractor de la ganadería de lanar y caprino que le proporcionaba estiércol y se alimentaba de residuos de cultivo.

En la actualidad, el EZA es una zona marginal desde el punto de vista del abastecimiento, su producción bruta apenas alcanza 25 M € y sigue decreciendo, apenas el 1,5% del producto agrario bruto de la zona.

2. Regulación. Al contrario que los servicios de abastecimiento, los de regulación están siendo percibidos como un valor en alza. Sus efectos *ex situ*, suelen tener mayor impacto ambiental y económico que los locales *in situ*. Sin embargo, su evaluación es más difícil e imprecisa, toda vez que no está gobernada por las relaciones de oferta y demanda. Todos ellos dependen de la condición del ecosistema, sobre todo de la densidad de vegetación, de su estructura espacial y

del contenido de materia orgánica en el suelo. Destacan las dos funciones siguientes:

a) *Regulación hídrica, morfo-sedimentaria y depuración de agua.* Se basa en el incremento de la fracción del agua de lluvia disponible para la infiltración profunda a expensas de la arroyada superficial. Los efectos son el aumento de la recarga de acuíferos y la disminución de la intensidad de las avenidas. En el primer caso, ayudan a mantener la disponibilidad de agua para los usos humanos que la requieran; en el segundo, contribuyen a paliar desastres naturales debidos a la torrencialidad. Los datos disponibles en la zona árida peninsular muestran que con un 30%-40% de cubierta vegetal, la más común en condiciones de equilibrio hidrológico, la arroyada desciende hasta un 20%-15% y la erosión cae hasta un 5%-10%, ambas referidas a sus respectivos valores en suelo desnudo. Combinando estos datos con evaluaciones europeas de costes de remediación de la erosión/sedimentación, obtenemos una aproximación grosera de la función del EZA en la regulación morfosedimentaria (Tabla 1).

La distribución de los usos del suelo en la zona árida española en el decenio 2000-2009, era de un 5% forestal, un 52% matorral/pasto y un 38% agrario. La tabla destaca tres aspectos relevantes. El primero, la importancia de los costes de remediación *ex situ* que representan el 95%. El segundo es la magnitud de los costes actuales en la zona árida española, del orden de los 50 M € (€ 2003) anuales (SIMACT) en la zona árida española, un 2,5% del Producto Agrario Bruto que, en el periodo considerado, roza los 2 000 M € anuales. El tercero alude al ahorro que supone la función reguladora del EZA (Tabla 1), estimada por la diferencia entre un escenario en

Tabla 1. Estimación de costes anuales de remediación de la erosión en la Zona Árida española para el periodo 2000-2009 en 10⁶ € de 2003 para 3 supuestos de uso del suelo

Simulaciones	Tipos de uso	<i>in situ</i>	<i>ex situ</i>	Total
SIMACT	Actual	3,37	45,40	48,76
SIMEZA	100% forestal	0,20	3,40	3,60
SIMGR	100% agrario	4,30	65,79	70,10

que toda la superficie fuera agraria (SIMAGR) y otro en que toda fuera forestal (SIMEZA). Esa diferencia (66,5 M €) representa el 3,4% del Producto Agrario Bruto y supera en 15 veces el Valor Añadido Bruto de la agricultura en la zona, estimado en 4,3 M € para 2007. Estos resultados deben considerarse como exploratorios, pero alertan de la importancia del EZA en la regulación de la erosión y de sus costes.

b) *Regulación climática local y regional, almacenamiento de carbono.* La regulación climática está asociada a la mayor cobertura vegetal que asegure el predominio de la energía utilizada en evapotranspiración (calor latente) respecto a la empleada en calentar el suelo y el aire (calor sensible). Si bien existe la base teórica sustentada por numerosas observaciones locales, no se dispone todavía de conclusiones cuantitativas acerca de los efectos en el entorno regional. Esto se debe a que, en ese ámbito, ocurren fenómenos de mezcla y homogeneización atmosférica que tienen lugar por encima de la capa de fricción generada por el relieve y, en ese nivel, otras fuentes de calor y humedad marinas o continentales, enmascaran las fuentes locales y condicionan su clima.

Así por ejemplo, en el sureste peninsular, la dinámica anual del tiempo está determinada por dos factores principales, el Mediterráneo y el núcleo continental de la meseta; otros secundarios son la orla montañosa, las borrascas atlánticas y, de manera excepcional, el viento procedente del Sáhara, en ocasiones acompañado de lluvias torrenciales. En las islas Canarias, la presencia de montañas cerca de la costa provocan que las masas de aire del noreste se condensan, dando lugar al fenómeno conocido como *mar de nubes* y, por tanto, el beneficio de la vegetación de la zona debido a la humedad (laurisilva). Sin embargo, debido a los microclimas existentes en una misma isla, podemos encontrar zonas donde aparecen bosques húmedos y otras zonas donde la aridez es la característica principal. Los vientos del levante, *siroco* suelen ir acompañados de *calima*, es decir, polvo en suspensión procedente del desierto del Sáhara, que alcanza a veces una gran densidad.

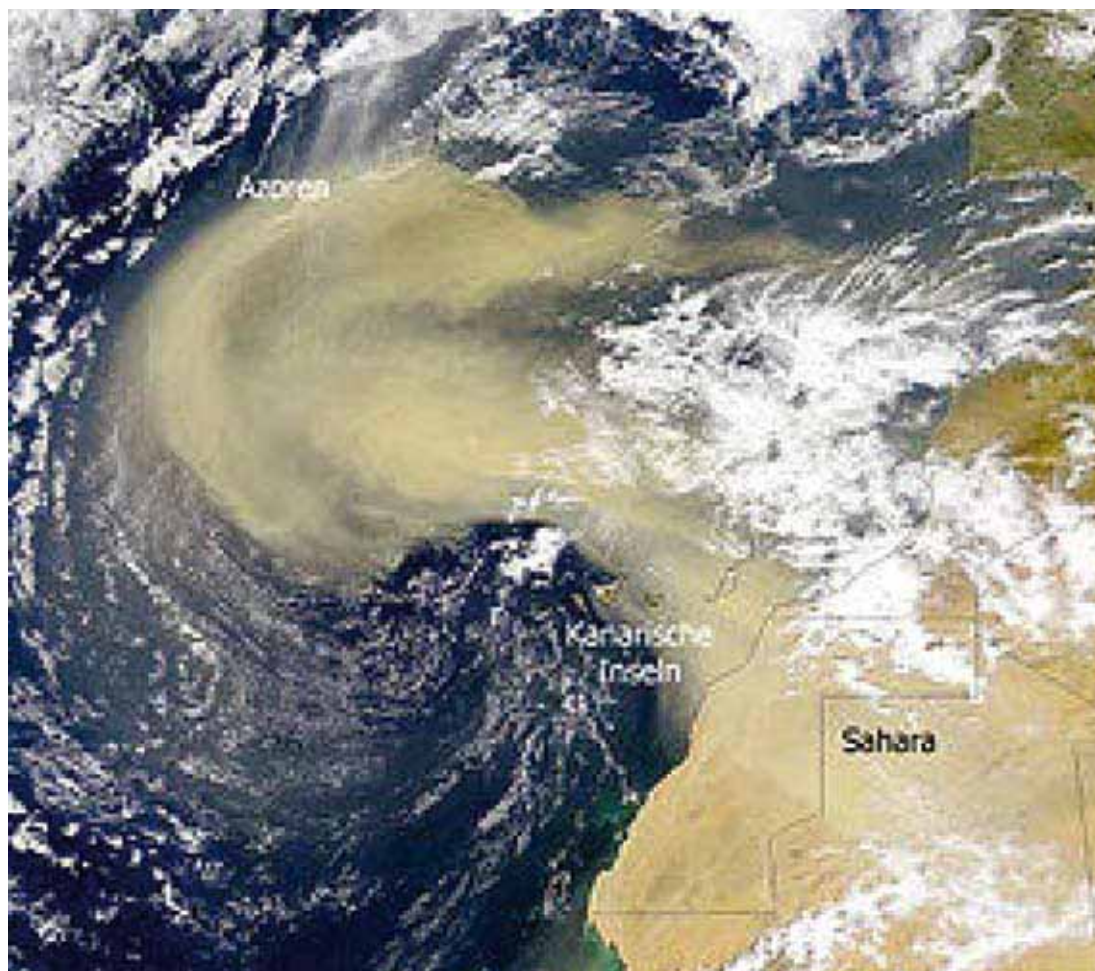
Por lo que respecta al almacenamiento de carbono en el EZA, como agente en la determinación del contenido en CO₂ atmosférico y su papel sobre el clima global, no existe una información sistemática y consolidada y, mucho menos, en términos económicos, pero sí hay datos disponibles que nos permiten establecer algunos órdenes de magnitud.

Las fases maduras del ecosistema de la zona árida ibérica presentan valores de C orgánico en los 10 cm superficiales del orden del 2% frente a los bajísimos contenidos de los suelos agrícolas y degradados (< 1% en los 30 cm superficiales). No se dispone de información para establecer el balance anual de entradas y salidas de carbono. Sin embargo, sí es posible indicar que la degradación o la disminución de superficie no agraria en la zona árida, supone una pérdida acumulada de unas 3000 t de carbono orgánico por km².

Esa cantidad representa 18 veces la media anual de las emisiones de carbono en España.

3. Servicios culturales. La importancia cultural del EZA es mucho mayor que el que le correspondería por su extensión geográfica. La razón hay que buscarla en su carácter único desde el punto de vista de su aridez climática, su paisaje geológico al descubierto debido a la escasez de vegetación, su interés biogeográfico por su riqueza en endemismos y la sucesión de culturas que lo han poblado desde el Neolítico, dejando en él sus huellas.

Esas condiciones atraen numerosas actividades relacionadas con el conocimiento científico y goce estético de sus paisajes. Por ejemplo, en una revisión del periodo 1981-1990, la actividad científica, en términos de publicaciones y tesis doctorales, relacionada con desertificación, se



Canarias afectada por el polvo en suspensión procedente del desierto del Sáhara. Fuente: MARM.

concentra en las cinco provincias de la zona árida española a partir de otras 36 provincias, además de contar con un tercio de colaboración internacional. Otro tanto podría decirse sobre el vulcanismo en Canarias. Ese interés científico, junto con el atractivo estético, han estimulado la creación de diferentes figuras de protección, como lo demuestran 5 Parques Nacionales, varias islas consideradas Reservas de Biosfera en Canarias, 3 Parques naturales, 140 yacimientos arqueológicos en Canarias y 40 en el sureste peninsular.

La función del paisaje como identidad cultural en la zona árida peninsular es menor que en otras zonas españolas más septentrionales, quizá debido a las transiciones que ha venido sufriendo hasta el siglo XV con el consiguiente reemplazo de culturas y asolamiento del litoral por la piratería. Los principales símbolos raramente son paisajísticos y se remontan a antepasados neolíticos, poblados íberos, fenicios y romanos, cuyos yacimientos y arte rupestre han sido fuente de inspiración, como sucede con el indalo almeriense, el arte esquemático en Murcia o la dama de Elche en Alicante.

Canarias es un caso aparte. En ella confluyen tres elementos fundamentales: un sustrato guanche, de origen posiblemente bereber; el elemento básico, europeo, fundamentalmente castellano, andaluz y gallego, aunque con importantes aportaciones portuguesas y, en menor medida, italianas, flamencas, británicas o francesas; y, finalmente, el influjo americano, producto de las relaciones comerciales y migratorias con Latinoamérica, particularmente con Cuba y Venezuela.

En cuanto a la Zona Árida como fuente de actividades recreativas, pueden distinguirse las que usan sus recursos intrínsecos de las que vienen forzadas por la demanda social. Entre las primeras, se cuentan las que satisfacen sus atractivos turísticos, tales como puertos deportivos, pesca con caña, surf, windsurf, buceo, senderismo, rutas culturales y naturales y, por supuesto, las actividades de ocio y descanso relacionadas con las playas y proximidad al mar. Entre las segundas, la que más impacto social y económico está teniendo, es el golf como práctica deportiva y

todo lo relacionado con la oferta al turismo de alto nivel. Resulta irónico que provincias con un altísimo índice de aridez se empeñen en ofrecer este tipo de actividades pese a la justificación política de todas ellas. Otro tanto cabe decir de los parques temáticos acuáticos. Si bien en una actividad y en otra se procura minimizar gasto de agua, sigue siendo un coste elevadísimo. A esto hay que añadir la proliferación de piscinas tanto públicas como privadas.

Por lo que se refiere a la educación ambiental, aumenta la sensibilización de las Administraciones Públicas en términos de centros de educación ambiental (91 en la zona árida) centros de recuperación de fauna y flora y diversos planes de actuación locales para la conservación de espacios naturales protegidos. Sin embargo, después de más de treinta años de actividades de educación ambiental, el cambio de comportamiento en los individuos y en la sociedad global es un proceso muy lento, su agilización requiere una acción educativa más eficaz y creíble.

RESPUESTAS Y OPCIONES DE GESTIÓN DEL EZA

Las políticas de gestión del EZA, en realidad, se caracterizan por la ausencia de diagnóstico que permita el establecimiento de objetivos coherentes dirigidos a solucionar sus principales carencias. Por el contrario, se basan en el establecimiento de figuras de protección asociadas a determinadas áreas, alrededor de las cuales gravitan programas culturales de atracción de visitantes y de inversiones públicas que los soportan. Sin embargo, todo esto no tiene impacto real sobre el EZA en su conjunto.

Para reorientar esta situación se precisa reconocer el carácter marginal del EZA, su problema no es el exceso de presión, sino su abandono en cuanto a sistemas de usos persistentes y organizados. En consecuencia, es presa de aprovechamientos ocasionales y arbitrarios, como por ejemplo la extracción de arenas y gravas a cielo abierto. Más de tres cuartas partes de la superficie ocupada por el EZA son tierras degradadas por la agricultura marginal del pasado siglo y

MENSAJES CLAVE

1. El ecosistema de la zona árida constituye un área cada vez más marginal desde el punto de vista del abastecimiento productivo directo (*muy cierto*). Apenas alcanza los 25 M € en el total EZA, menos del 1,5% del Producto Agrario Bruto, y está en declive.
2. Su principal contribución al bienestar humano reside en sus servicios de regulación (*muy cierto*). La condición para ello es su buen estado de conservación, y sus efectos se refieren tanto a la regulación hidrológica y erosiva, como a la climática, por su papel en el ciclo de carbono orgánico. Además mantiene una elevada diversidad biológica, dada la singularidad y rareza de muchas de sus especies.
3. El ecosistema de la zona árida presta, además, importantes servicios culturales al bienestar del ser humano (*muy cierto*). Por su propia naturaleza, permite visualizar mejor que otros ecosistemas la relación entre los procesos geológicos y los ecológicos. Percibir el papel del tiempo en la evolución de su paisaje, el efecto de los impactos antrópicos y el de los esfuerzos adaptativos de las poblaciones humanas a lo largo de su historia, contribuyen a integrar al ser humano en su entorno de un modo particularmente relevante.
4. El ecosistema de la zona árida presenta una degradación histórica (*muy cierto*). Los sectores de EZA mejor conservados apenas alcanzan el 20% del total en la mayoría de las provincias de la Zona Árida. Hasta mediados del siglo pasado, la práctica de la agricultura marginal, bajo la demanda de una población rural creciente, era el principal impulsor. Desde los años 80, ese rol ha sido sustituido por la urbanización, principalmente en las provincias más pobladas (Alicante y Canarias).
5. En el caso de la erosión, el EZA contribuye a disminuir sustancialmente los costes de remediación in situ y ex situ (*certeza alta*). Estos últimos suelen superar el 95% de los totales. En las condiciones actuales del EZA, ese ahorro es del mismo orden que la producción bruta de los servicios de abastecimiento directo por recursos renovables. La condición extrema en que el EZA bien conservado ocupara toda el área rústica, el ahorro superaría en 15 veces el Valor Añadido Bruto (VAB) actual de la agricultura.
6. En el caso de su función como almacén de carbono orgánico, la pérdida acumulada en el tiempo que ha supuesto su degradación o puesta en cultivo es del orden de $3,10^6$ k.km⁻² (*certeza alta*). Esa cantidad representa 18 veces la emisión media por km² de España en el año 2008.

su restauración no ha sido nunca considerada como una inversión prioritaria.

El estímulo del turismo debería tener en cuenta el impacto que las infraestructuras acompañantes tienen sobre la economía, el entorno ecológico, la cultura y el patrimonio histórico-artístico. Solo así se podrá proporcionar una alternativa sostenible de manera que el turismo sea una forma de intercambio y conocimiento entre culturas y no una mera colonización del espacio con objetivos económicos.

Ante esa situación, se propone reorientar las opciones de gestión con los siguientes objetivos:

1. Fomentar el entramado de sistemas de uso permanentes y rentables, asociados a actuaciones públicas para la restauración de las áreas de

gradadas susceptibles de ser recuperadas. Esos usos deberían integrar las actividades dispersas que hoy se realizan (miel, plantas medicinales, caza, turismo rural) todo ello, vertebrado por una ganadería de calidad.

2. Superar el divorcio entre el EZA y la agricultura intensiva colindante. El eje para conseguirlo, probablemente debería ser la ganadería, hoy centrada en los desechos agrícolas, pero que podría usar complementariamente pastos del EZA.

3. Integrar la red de reservas y áreas protegidas en la matriz del EZA usada como se ha indicado en los anteriores puntos.

4. Acometer seriamente programas de restauración en el EZA para mejorar su capacidad de regulación. ❀

Ambienta ya está en la Red

con todos sus contenidos digitalizados

**Puedes disfrutar de la revista
ambienta gratuitamente
también desde tu ordenador**



www.revistaambienta.es



Entre todos hemos conseguido que el reciclaje funcione.



Y es que gracias a las Administraciones Públicas, empresas y ciudadanos que colaboran en el Sistema Integrado de Gestión (SIG) de Ecoembes, en el último año ya se han podido reciclar más de 1,2 millones de toneladas de residuos de envases ligeros y papel/cartón (el 65,9% de los envases gestionados).

Se trata de una cadena en la que participamos todos. Y gracias a ello, hemos hecho posible que la recogida selectiva de residuos de envases funcione de forma eficiente,

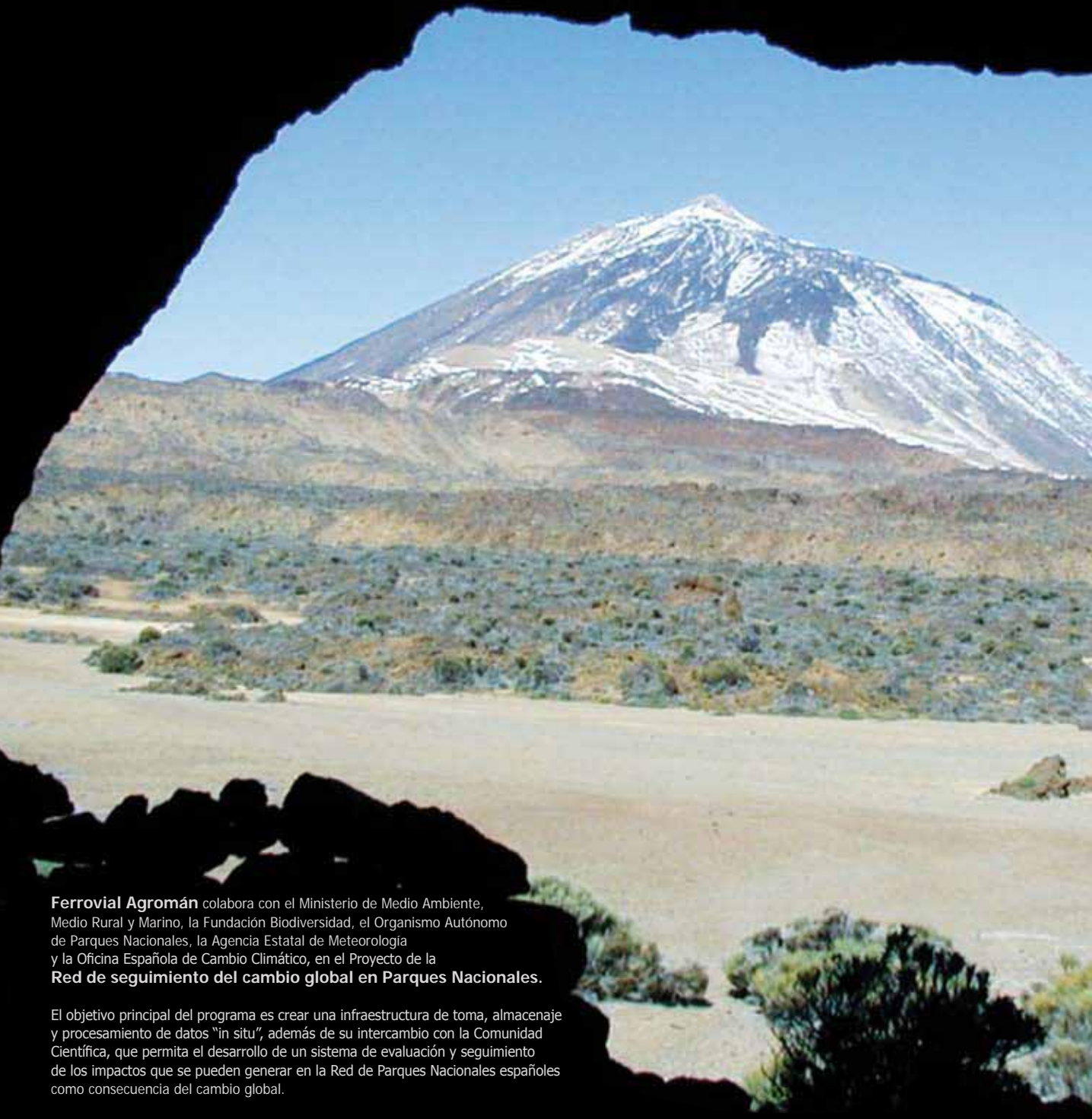
superando ampliamente los objetivos que marca la Ley, cuidando del medio ambiente y asegurándonos un futuro mejor.

Por eso es importante que el reciclaje siga funcionando tan bien como hasta ahora.



ECOEMBES

www.ecoembes.com



Ferrovial Agromán colabora con el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, la Fundación Biodiversidad, el Organismo Autónomo de Parques Nacionales, la Agencia Estatal de Meteorología y la Oficina Española de Cambio Climático, en el Proyecto de la **Red de seguimiento del cambio global en Parques Nacionales.**

El objetivo principal del programa es crear una infraestructura de toma, almacenaje y procesamiento de datos "in situ", además de su intercambio con la Comunidad Científica, que permita el desarrollo de un sistema de evaluación y seguimiento de los impactos que se pueden generar en la Red de Parques Nacionales españoles como consecuencia del cambio global.

Para la consecución de este objetivo se ha instalado una red de 19 estaciones meteorológicas, una boya meteo-oceanográfica, sensores de temperatura y nivel de caudal, fotómetros así como captadores de partículas activos y pasivos en cuatro de los catorce Parques Nacionales.

Frenar el cambio climático, uno de nuestros principales retos.

