

# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Redes y sistemas de espacios naturales protegidos</b>	<b>13</b>
2.1.	Aportaciones de los espacios naturales protegidos a la integridad de los ecosistemas y la salud ambiental	13
2.2.	Referencias para valorar el estado de los servicios ambientales	17
2.3.	Aportaciones de la ecología del paisaje para el diseño de redes	19
2.4.	De los espacios naturales protegidos a los sistemas	21
2.5.	Próximos retos para mejorar los espacios naturales protegidos	25
<b>3</b>	<b>La fragmentación del paisaje como principal amenaza a la integridad del funcionamiento del territorio</b>	<b>27</b>
3.1.	Los paisajes fragmentados: su estructura y grados de alteración	28
3.2.	Principales efectos de la fragmentación en el funcionamiento de los sistemas naturales	31
<b>4</b>	<b>La conectividad del territorio y los corredores ecológicos</b>	<b>35</b>
4.1.	El mantenimiento de los procesos ecológicos en una red de conservación	35
4.2.	Permeabilidad del mosaico	39
4.3.	Corredores ecológicos	42
4.3.1.	Corredores fluviales y de ribera	44
4.3.2.	Corredores lineales	45
4.4.	Puntos de paso	48
<b>5</b>	<b>Criterios para el diseño de redes de conservación</b>	<b>49</b>
5.1.	Indicadores basados en especies y hábitats o ecosistemas	50
5.2.	Indicadores de estructura y función del paisaje	54
5.2.1.	Superficie	55
5.2.2.	Fragmentación	56
5.2.3.	Forma	56
5.2.4.	Heterogeneidad	57
5.2.5.	Conectividad	57
5.2.6.	Integridad ecológica	58

5.3.	Efecto de la escala espacial en la definición de indicadores	58
5.3.1.	Efecto de la escala en el reconocimiento de los elementos lineales y en la aplicación de indicadores de conectividad del paisaje	60
<b>6</b>	<b>Presentación de casos de estudio</b>	<b>63</b>
6.1.	Situación en el Estado español	84
6.2.	Situación en Andalucía	89
<b>7</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>105</b>
<b>8</b>	<b>Referencias</b>	<b>111</b>
	<b>Glosario</b>	<b>121</b>

## **Presentación**

Es evidente que las fronteras ecológicas no atienden a límites administrativos, que el paisaje mediterráneo es el resultado de la interacción histórica del hombre y la naturaleza, y que nuestros espacios naturales protegidos, y los valores que los caracterizan, no podrían entenderse sin la presencia de las poblaciones locales y sus formas de vida tradicionales.

Conscientes de esta realidad, la Consejería de Medio de Ambiente de la Junta de Andalucía plantea entre sus principales objetivos la integración de los espacios protegidos en sistemas más amplios, en aras de alcanzar una efectiva protección de los valores genéticos, paisajísticos, ecológicos, ambientales y socio-culturales del territorio andaluz. Prueba de ello es la profunda reforma iniciada en la política de conservación de las áreas protegidas andaluzas mediante la puesta en marcha de la Estrategia de la RENPA.

En este sentido, esta Consejería, trabajando en la mejor integración ambiental del territorio protegido andaluz, está jugando un papel de liderazgo en el diseño, planificación y gestión de redes de espacios naturales protegidos en el entorno mediterráneo, sin obviar otras experiencias y buenas practicas y aprendiendo de ellas.

Pero la integración territorial debe ir de la mano de la cohesión social. El paisaje y el paisanaje están íntimamente relacionados y es en nuestra Andalucía natural donde mejor podemos vislumbrar esta realidad. Por ello, la Consejería de Medio Ambiente inserta en sus planes de actuación la variable social, fundamental en políticas ambientales progresistas.

Conscientes del reto que supone una visión mediterránea de conservación y, estando al frente de políticas novedosas de actuación en conexión social, ambien-

tal y económica de los espacios naturales protegidos, con la publicación de este libro pretendemos incentivar un debate de ideas que lleve a realidades en la implementación de políticas de conservación activas, enfocadas a la integración territorial de las áreas protegidas. Deseamos, además, que esta publicación sea un manual de referencia mediterráneo en el próximo Congreso Mundial de Parques que se celebrará en Durban en Septiembre de 2003.

Es por todo ello que para mí, en calidad de Consejera de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, sea una gran satisfacción presentar este libro **Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos**, confiando en que en un futuro cercano, la integración de los objetivos de conservación en el conjunto de políticas sectoriales sobre el territorio constituya una realidad cotidiana, no sólo en Andalucía, sino en toda la región mediterránea.

**Fuensanta Covas Botella**  
Consejera de Medio Ambiente  
Junta de Andalucía

## Prólogo

En contraste con la concepción original de las áreas protegidas de principios de siglo XX, en la que la funcionalidad de estos espacios era la de preservar la naturaleza en el estado más puro posible, exentos de cualquier tipo de intervención humana, la Cumbre sobre la Tierra (Río de Janeiro, 1992) y el IV Congreso Mundial de Parques y Espacios Protegidos (Caracas, 1992), aportan una nueva visión en el panorama de la conservación. Por un lado, ya no se entiende el espacio sin el hombre, que ha dado lugar a los paisajes característicos que lo definen, y las actividades humanas pasan a tener una importancia vital en las políticas de conservación. Por otro lado, se plantea a la comunidad internacional la necesidad de integrar las áreas protegidas, terrestres y marinas, en redes o sistemas de conservación, mediante el establecimiento de vínculos en el paisaje que permitan la sostenibilidad ecológica y social del territorio.

En el ámbito de la Cuenca Mediterránea la mayoría de los territorios protegidos presentan paisajes ligados íntimamente a la actividad humana secular. No hablamos de zonas prístinas, sino conservadas. No hablamos de paisajes naturales, sino culturales. Paisajes que han sido el origen, y a la vez son el resultado, de una evolución cultural que ha creado y mantenido lo que hoy consideramos “hábitats naturales”.

En este contexto, la aplicación del modelo conservacionista tradicional sobre nuestros espacios protegidos ha dado origen a numerosos conflictos sociales, especialmente con determinados sectores: ganaderos, cazadores, ..., que hasta hoy en día, un siglo después, no habían podido resolverse.

Este hecho, unido a la evolución de las teorías ecológicas y, principalmente, al reconocimiento del equilibrio dinámico al que están sujetos los sistemas ecológicos, han sido los principales catalizadores del cambio conceptual sobre la tradicional visión estática de conservación de la naturaleza. Ahora se reconoce que

en el contexto de los cambios climáticos globales los intercambios entre zonas de interés ecológico son fundamentales para la supervivencia de las poblaciones e indispensables para la recolonización de hábitats degradados, y que la integración del componente humano en los espacios protegidos es fundamental para la preservación de los paisajes mediterráneos.

Bajo este prisma, las áreas protegidas mediterráneas no son, ni pueden ser, islas en el territorio o en el paisaje. Están asociadas inexorablemente a los usos del territorio, procesos ecológicos y realidad socio-económica y cultural de la matriz ecológicamente no neutra en la que se integran.

Esta realidad impone un nuevo reto en el panorama de la gestión para la conservación: es necesario evolucionar de la gestión unitaria de cada espacio a la gestión de redes funcionales, como integrantes de un sistema ecológico-económico. En este sentido, los nuevos modelos de gestión que se impondrán a corto y medio plazo, se deben referir a redes o sistemas de espacios protegidos interconectados y no a espacios naturales protegidos aislados, donde una mayor conectividad de las áreas protegidas en el territorio contribuya a la conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales, y mejore las posibilidades de ocio y disfrute y la cohesión social y cultural entre las comunidades locales.

En este contexto, la publicación que el lector tiene en sus manos pretende ser un documento de apoyo para el diseño e implementación de modelos de conectividad funcional en paisajes culturales. Para ello, los autores analizan las bases conceptuales y las iniciativas emprendidas internacionalmente en el diseño de redes y sistemas de espacios naturales protegidos. Desde la perspectiva de la singularidad mediterránea, se abordan las principales oportunidades y limitaciones para alcanzar la conectividad ecológica en el territorio y se proponen, en consecuencia, una serie de pautas para el diseño de redes eficaces de conservación.

Esperamos que las conclusiones y recomendaciones recogidas en este documento alimenten el debate sobre la necesidad de fomentar el establecimiento de vínculos en el paisaje para alcanzar la sostenibilidad ecológica y social del territorio, y contribuyan al diseño de estrategias de conservación acordes con la realidad mediterránea.

**Hermelindo Castro Nogueira**  
Director General de la RENP y SA  
Consejería de Medio Ambiente  
Junta de Andalucía

## 1. INTRODUCCIÓN

Las políticas de conservación de la naturaleza han venido utilizando como principales instrumentos para conseguir sus objetivos a los espacios naturales protegidos. Desde hace años se ha reconocido que estos espacios concebidos como islas en el conjunto del territorio son ineficaces si no se tienen en cuenta los procesos que ocurren fuera de sus límites. La contribución de los espacios protegidos a la conservación del conjunto del territorio requiere por tanto una planificación de carácter integrador. Esta estrategia implica una mayor incardinación de las políticas de conservación en la planificación territorial mediante el desarrollo de estructuras espaciales coherentes y un alto grado de cooperación y coordinación institucional.

A partir de la década de los 80, y particularmente tras la aprobación de la Ley estatal de conservación de la naturaleza en 1989, hemos asistido a un proceso creciente de declaración de un número importantísimo de espacios protegidos. En estos momentos contamos con más de 700 espacios en el conjunto del Estado español, lo que supone del orden del 8% del territorio. Con la puesta en marcha de la Red NATURA 2000 el territorio designado con objetivos explícitos para la conservación de la naturaleza llegará al 22%.

La experiencia de gestión adquirida durante las últimas décadas permite valorar los logros alcanzados y las limitaciones existentes. A pesar de los grandes esfuerzos realizados por las administraciones competentes en dotar de recursos legales, humanos y financieros a la materialización de la gestión, no es posible todavía argumentar con datos concretos la eficacia real de dicha gestión en la conservación de la biodiversidad. Sabemos que la fragmentación del territorio, causada fundamentalmente por el aumento de infraestructuras viarias o por el desplazamiento de determinados usos del suelo frente a otros usos ligados al carácter rural del territorio, es una de las amenazas más graves para la conservación de la biodiversidad y de los procesos funcionales a escala de paisaje. Intuimos por tanto

que todas aquellas iniciativas orientadas a amortiguar los efectos de la fragmentación favorecerán el cumplimiento de los objetivos de conservación.

Junto a una creciente experiencia en la planificación y en la gestión de los espacios protegidos, asistimos en los últimos años al desarrollo de la ecología del paisaje como ciencia que nos ayuda a formalizar conceptos útiles para el diseño de políticas basadas en un mayor conocimiento de los procesos ecológicos que favorecen la salud de los ecosistemas.

El paso de una política de conservación centrada en los espacios naturales protegidos como unidades aisladas a una concepción de sistema implica la consideración del conjunto del territorio. Es decir, es necesario considerar las funciones de conectividad y el mantenimiento de los procesos ecológicos, de las interrelaciones y conflictos entre usos del suelo. Esta concepción supone, en términos administrativos, la coordinación entre políticas sectoriales.

En este contexto se ha elaborado este documento que tiene como finalidad principal aportar información relevante para el futuro diseño de sistemas de espacios naturales protegidos. Para alcanzar este objetivo se abordan tres aspectos:

- Cuáles son las principales contribuciones de la ecología del paisaje al diseño de redes ecológicas, poniendo de manifiesto la importancia de los procesos de fragmentación del paisaje como principal amenaza a la integridad del funcionamiento del conjunto del territorio y sintetizando las bases científicas referidas a la conectividad del territorio.
- Cuáles son los criterios más relevantes para el diseño de una red ecológica, haciendo especial énfasis en los indicadores basados tanto en las especies y ecosistemas como en la estructura del paisaje.
- Qué experiencias se han emprendido en los últimos años orientadas al diseño de redes ecológicas, tanto a nivel internacional como en el Estado español.

## **2. REDES Y SISTEMAS DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS**

### **2.1. Aportaciones de los espacios naturales protegidos a la integridad de los ecosistemas y la salud ambiental**

El origen histórico de los espacios naturales protegidos se encuentra en la voluntad social de evitar la desaparición de lugares excepcionales destacados por la grandiosidad de sus paisajes, la riqueza o singularidad de su fauna y flora o por su estado primigenio. Los primeros parques nacionales fueron entendidos como recintos aislados, segregados de un territorio circundante en proceso de vertiginosa transformación. El espíritu de estos parques nace de una sensibilidad romántica de nostalgia de la naturaleza surgida a la sombra del positivismo ilustrado. Los términos pintoresco, agreste, belleza natural, lugar singular, paraje notable, forman parte de la terminología con que se argumentan los valores de conservación de estos lugares y así han quedado recogidos en conmovedores documentos legales de la creación de los primeros parques nacionales.

Las teorías conservacionistas clásicas sintonizaban con la creencia en el equilibrio inmutable de la naturaleza (McIntosh, 1985). En consecuencia, el objetivo consistió en mantener lugares inalterados donde se respetase el funcionamiento de la vida silvestre fuera de la presencia humana hostil. Hasta los años 80, la conservación se abordaba con una concepción de isla; es decir se trataba de aislar o defender el espacio natural de los efectos destructivos del desarrollo humano. Sin embargo, este enfoque y su complementaria estrategia de conservación orientada a especies individuales emblemáticas se han mostrado en gran medida inviables e ineficaces (Angenmeier y Karr, 1994). Los conocimientos científicos actuales han puesto de manifiesto lo inadecuado del concepto de clímax, la inviabilidad de los lugares más maduros y el escaso poder de reposición que estos espacios isla pudieran tener para el ecosistema (Holdgate, 1996). En efecto, la conservación se ha centrado exclusivamente en la atención a las singularidades y a los ecosistemas más virginales sin tener en consideración la importancia de espe-

cies propias de estadios sucesionales intermedios. Por otro lado, uno de los problemas característicos del enfoque clásico de la conservación es el aislamiento de las poblaciones impidiéndose el intercambio genético.

Las limitaciones del modelo comenzaron a ser tenidas en cuenta a partir de los 80 cuando se comenzó a buscar una mayor integración entre los espacios naturales protegidos y su entorno circundante. El concepto de reserva de biosfera con su área periférica de amortiguación está inspirado en esta idea. Es en esa década cuando toma auge el concepto de red de conservación buscando una forma más eficaz para alcanzar los objetivos de los espacios protegidos. La Directiva Europea de Hábitats (1992/43/CEE) propone la constitución de la Red Natura 2000 a partir de la identificación y selección de hábitats de interés comunitario. Tres propósitos subyacen en general a la filosofía de red:

1. Mantener los flujos entre poblaciones de distintos espacios naturales protegidos.
2. Representar la diversidad de especies y ecosistemas de la región como resultado de las singularidades recogidas en cada espacio natural protegido.
3. La red como proyecto político debe responder a un plan o propósito de la institución que la crea siendo consistente desde el punto de vista administrativo y de gestión.

Además de la consabida pérdida de diversidad biológica, el concepto de conservación de la naturaleza ha evolucionado en los últimos años bajo la influencia de dos evidencias científicas:

- Los ecosistemas naturales y seminaturales proporcionan bienes y servicios a la sociedad cuya obtención en caso de no existir tendría un gran coste. Tales bienes y servicios resultan invisibles para la contabilidad de las naciones y para el mercado.
- El conocimiento sobre las consecuencias del cambio climático sugiere que las especies y ecosistemas con mayor capacidad de adaptación tendrán gran importancia en el mantenimiento de los ecosistemas futuros.

Las consideraciones de monumentalidad y de admiración que inspiraron la creación de los primeros parques nacionales a los conservacionistas del siglo XIX deben ser complementadas actualmente con la constatación de que los eco-

sistemas naturales proporcionan a la sociedad bienes y servicios relacionados con la regulación de ciclos y procesos de soporte de la vida. Algunos de estos procesos son el ciclo hidrológico, el flujo de energía y la organización trófica del ecosistema, los ciclos biogeoquímicos y la transferencia de nutrientes, la dinámica de poblaciones y la interacción entre especies, la sucesión ecológica y autoorganización de los ecosistemas, las fluctuaciones y el régimen de perturbaciones naturales, los procesos de dispersión de propágulos y la migración de especies.

Entre los bienes y servicios derivados del funcionamiento de los ecosistemas naturales se pueden destacar la regulación de la composición de gases atmosféricos, del clima, del ciclo hidrológico, el control de la erosión, la formación de suelo, la regulación de los ciclos de nutrientes, la polinización, el control biológico de poblaciones, el mantenimiento de la diversidad biológica, el almacenamiento y suministro de agua, la producción de alimentos y materias primas, así como espacios para el desarrollo del hábitat humano y para el recreo y la cultura (Cairns, 1996).

Algunos de estos servicios son identificables localmente y sus beneficios son también inmediatos y a veces cuantificables en términos económicos. Por ejemplo, la creciente actividad turística observada en el entorno de los espacios protegidos es una consecuencia de los esfuerzos realizados para el mantenimiento de ecosistemas silvestres atractivos para los visitantes. Por el contrario, otros bienes y servicios se manifiestan en extensiones y escalas temporales muy amplias como puede ser el caso de la regulación de gases en la atmósfera. Es evidente que para tener un buen retrato de los beneficios proporcionados por la conservación de los ecosistemas naturales deben utilizarse aproximaciones locales, regionales y globales, considerando también distintas proyecciones en el tiempo. También parece evidente que la conservación de estos ecosistemas es una necesidad para el mantenimiento del bienestar social.

Los bienes y servicios aportados por los ecosistemas, tengan o no un valor económico en los sistemas de mercado, producen beneficios indispensables para la economía, la salud pública y el bienestar general de los seres humanos (Daily, 1997). Los ecosistemas sanos constituyen un capital natural del que es necesario mantener una reserva mínima que asegure su renovación de forma permanente para no descapitalizar a la sociedad que lo utiliza. Su explotación sostenible constituye el suministro actual y potencial de bienes y servicios indispensables para el

mantenimiento del capital construido, social y humano de nuestra sociedad (Goodland y Daly, 1996).

La conciencia de incertidumbre introducida por la observación del cambio climático está influyendo en la orientación de las políticas de conservación. La idea tradicional de que el principal objetivo de la conservación es el mantenimiento de los lugares con menor presencia humana por ser reductos de mayor diversidad biológica es insuficiente (Pérez-Corona y otros, 2002). Los ecosistemas seminaturales (manejados) pueden contener una elevada biodiversidad integrada por especies con una mayor capacidad de respuesta ante las incertidumbres del futuro que las especies raras, relictas o excepcionales. También se sabe que la sucesión ecológica va acompañada de una curva de diversidad biológica cuyo máximo no se da habitualmente en la situación de mayor madurez, sino en una situación previa con un cierto grado de explotación (Connell, 1978). Las especies propias de las distintas etapas intermedias de desarrollo de un ecosistema no son las mismas que las que encontraremos en las situaciones de mayor madurez. Estos conocimientos son particularmente aplicables a la gestión y planificación de los paisajes mediterráneos (Makhzoumi y Pungetti, 1999), donde el largo proceso de coevolución entre cultura y naturaleza es el responsable de paisajes manejados, compatibles con elevados valores de diversidad biológica.

Los enfoques más avanzados de conservación de la naturaleza no atienden ya exclusivamente a los ecosistemas intocados; sino que se fijan también en los servicios ambientales proporcionados por los ecosistemas seminaturales. El objetivo es el mantenimiento de combinaciones óptimas de ecosistemas naturales y seminaturales con los ecosistemas urbanos artificiales, en los que una gran parte de la sociedad habita, de forma que se garanticen los servicios ambientales de la naturaleza. En el territorio estos distintos tipos de ecosistemas se combinan espacialmente dando lugar a configuraciones que son percibidas socialmente como paisajes. El paisaje ha sido descrito como un mosaico de amplitud kilométrica conformado por ecosistemas locales recurrentes (Forman, 1995). Entre las teselas del mosaico se mantienen procesos funcionales con estrechas relaciones y flujos horizontales entre ecosistemas. La escala de paisaje es un nivel muy apropiado para representar redes o sistemas de conservación de la naturaleza dado el componente funcional que esta escala representa.

A escalas más amplias, el ámbito ecorregional se utiliza cada vez con mayor frecuencia como referencia para la organización de sistemas de conservación

(Montes y otros, 1998). Las ecorregiones, caracterizadas por similitudes climáticas y biogeográficas de gran escala, cuentan con conjuntos de especies y ecosistemas característicos, cuyo estado de conservación debe ser evaluado en esta extensión territorial.

Podemos decir por tanto que los marcos de referencia espaciales más adecuados para abordar el mantenimiento de los servicios ambientales de los ecosistemas son los de paisaje y ecorregión.

## **2.2. Referencias para valorar el estado de los servicios ambientales**

En los últimos años se han acuñado distintos conceptos con objeto de describir este pretendido estado óptimo de los ecosistemas naturales que permitiría asegurar la provisión de bienes y servicios para la sociedad. Algunos de estos conceptos son una referencia importante para la definición de los objetivos de una red de conservación por lo que es necesario aclararlos.

Se entiende por integridad ecológica la habilidad de un ecosistema de perpetuar su funcionamiento en el tiempo siguiendo su camino natural de evolución y de poder recuperarse tras una perturbación (Angermeier y Karr, 1994; Brown y otros, 2000). La integridad implica un mayor vigor (capacidad total del sistema para procesar materia y energía), una mejor organización o eficacia en la transferencia y degradación de la energía y la capacidad de resistir a las perturbaciones (Westra y otros, 2000). Un ecosistema más *íntegro* sería capaz de extraer más trabajo útil de la energía solar que otro menos *íntegro* en su misma ubicación (Ulanowicz, 2000). El estado de máxima integridad excluiría las actividades humanas que disipan energía y desorganizan el ecosistema.

El objetivo ideal de los espacios naturales protegidos es el mantenimiento de la integridad de los ecosistemas en la medida que sea posible. La integridad ecológica referida a territorios o regiones comprende la representación de todo el rango nativo de especies y funciones ecológicas con su rango de variabilidad natural con independencia del estado local de un ecosistema en un momento determinado.

La integridad ecológica es un estado de referencia que señala el óptimo para la evaluación de los ecosistemas. Sin embargo, en el caso de los ecosistemas

mediterráneos la pretensión de alcanzar esta máxima integridad es probablemente ingenua e indeseable. En efecto, el valor de muchos de estos ecosistemas reside precisamente en el grado de adaptación entre los aprovechamientos y el funcionamiento del ecosistema. Muchas de las especies que en un estado primigenio corresponderían al ecosistema íntegro han desaparecido. Aún con estas consideraciones, no es en absoluto desdeñable la pretensión de recuperar en algunos casos un grado de máxima integridad aprovechando la tendencia al abandono de agrosistemas y bosques con usos marginales.

La salud de un ecosistema es la habilidad que éste posee para sostener su estructura y función a lo largo del tiempo frente a cierto grado de estrés externo (Costanza, 1992). No es necesario que un ecosistema en buen estado de salud sea completamente íntegro sino que admita un cierto grado de explotación. A escala de paisaje la salud del ecosistema implicaría el mantenimiento de los bienes y servicios proporcionados por todos los elementos del mosaico. Un paisaje en buen estado de salud es capaz de proporcionar bienes y servicios ambientales derivados tanto de los ecosistemas naturales como de los seminaturales y artificiales sin que esto comprometa su futuro. Las distintas teselas que componen el mosaico paisajístico proporcionarían beneficios de diferente naturaleza: las teselas más silvestres orientadas a los servicios de los ecosistemas naturales, las teselas ocupadas por agricultura intensiva orientadas preferentemente a finalidades extractivas.

El concepto de sostenibilidad está íntimamente ligado al de salud del ecosistema y haría referencia a los proyectos o actividades viables manteniendo la salud del ecosistema (Karr, 2000). La idea de sostenibilidad aporta un aspecto normativo acerca de las decisiones de los gobernantes para integrar objetivos ambientales, económicos y sociales en la política de desarrollo (Brown y otros, 2000). Atendiendo a la regla input/output de la sostenibilidad (Goodland y Pimentel, 2000) se pueden establecer criterios de salud y sostenibilidad a escala de paisaje. Un paisaje sostenible o en buen estado de salud sería aquel en el que la disposición de los elementos del mosaico y sus intercambios entre estos asegurase el cumplimiento de las reglas de entradas y salidas.

Los conceptos de integridad, salud y sostenibilidad ecológica permiten formalizar las características deseables de los ecosistemas de forma que los objetivos de la conservación sean claros y convincentes para la sociedad. Los bienes y servicios de los ecosistemas naturales están relacionados con el mantenimiento de la integridad ecológica. Supuestamente cuanto más íntegro sea un ecosistema más asegurados estarán los bienes y servicios que éste proporciona. El concepto de integridad eco-

lógica está siendo incorporado progresivamente en documentos técnicos y políticos sobre medio ambiente (Council of Europe, 1996; Stanners y Bourdeau, 1995).

Tanto en un contexto ecorregional como paisajístico las ideas de salud y sostenibilidad deben basarse en la complementariedad de funciones entre los diferentes tipos de ecosistemas con distintos grados de intervención humana que los componen. El conjunto de espacios protegidos debe organizarse en forma de red o sistema de manera que contribuya a asegurar la salud ecológica del conjunto del territorio. Distinguiremos en este mosaico las funciones de los espacios naturales estrictamente protegidos (cuya finalidad será asegurar la mayor integridad ecológica), de las funciones de otras áreas dedicadas a actividades agrícolas, ganaderas y silvícolas (donde el objetivo puede ser el mantenimiento de la salud del ecosistema cumpliendo ciertas condiciones de sostenibilidad), y de algunos usos agrícolas intensivos, urbanos, mineros, etcétera, que no serán capaces por sí mismos de cumplir las exigencias de la sostenibilidad y sólo en el contexto de paisajes capaces de asimilar este estrés serán viables o admisibles. El objetivo final es garantizar el funcionamiento de los procesos ecológicos básicos en el conjunto del territorio (Noss, 2000).

La finalidad de una red de conservación de la naturaleza es contribuir a este propósito general del territorio.

### **2.3. Aportaciones de la ecología del paisaje al diseño de redes**

Cualquier planteamiento moderno de conservación de la naturaleza o de la biodiversidad debe analizar el papel de cada uno de los elementos del paisaje considerando su contribución a la salud de los ecosistemas. El objeto de la conservación no es exclusivamente los espacios intocados sino que también debe evaluarse el papel los ecosistemas manejados para la agricultura, la ganadería y la silvicultura, e incluso con una contribución más modesta los ámbitos metropolitanos. La forma en que estas actividades se distribuyen y combinan en el territorio es relevante para la dispersión de las especies, para la regulación de flujos y para el amplio conjunto de funciones del ecosistema.

La ecología del paisaje puede considerarse como el estudio de las interacciones entre patrones paisajísticos y procesos ecológicos, específicamente de la influencia de dichos patrones en los flujos de agua, energía, nutrientes y biota (Turner, 1989). Esta ciencia realiza dos aportaciones esenciales para abordar la ges-

ción de los ecosistemas a escala territorial. En primer lugar establece relaciones entre la estructura del paisaje y procesos ecológicos relevantes por constituir bienes y servicios ambientales. En segundo lugar proporciona un marco jerárquico para interpretar la estructura, función, cambio y estabilidad considerando la escala de análisis y estableciendo relaciones entre distintas escalas. El paisaje es un mosaico formado por teselas que se diferencian en sus condiciones ambientales y en las especies que contienen. Es también un mosaico de la diversidad e intensidad de usos que la sociedad hace del territorio. Las teselas reguladas por las actividades humanas se caracterizan por la mayor cantidad de energía artificial invertida y por el rejuvenecimiento y simplificación de los ecosistemas que soportan. Las teselas con coberturas naturales y en ausencia de perturbaciones tendrán, en igualdad de condiciones ambientales, una mayor complejidad y diversidad.

En un territorio se disponen constituyendo teselas contiguas los ecosistemas naturales de una alta productividad ecológica y alta biomasa como los bosques, los ecosistemas de alta productividad y baja biomasa, como muchos humedales sujetos a un régimen de perturbaciones frecuentes, y los sistemas muy poco productivos como por ejemplo los desiertos. Todos ellos pueden contener especies clave, raras, relictas o endémicas que reclaman una exigente conservación. Otro amplio rango de ecosistemas seminaturales tienen un manejo de intensidad media con una inversión limitada de energía artificial. Estos sistemas combinan la presencia de especies explotadas con otras adaptadas a los ecosistemas humanizados y algunas que aprovechan parcelas remanentes de cobertura natural en la matriz agraria.

El paisaje resulta ser este mosaico más o menos heterogéneo donde se combinan ecosistemas de distinto grado de integridad, ocupando distintas superficies, de forma cambiante en el tiempo. La biodiversidad del territorio y el mantenimiento de los procesos ecológicos no es sólo resultado de la superficie cubierta por cada tipo de ecosistemas sino también de la forma en que se combinan en el espacio, de su grado de fragmentación y aislamiento. Características ecológicas del paisaje como la conectividad, la heterogeneidad o la fragmentación son determinantes de la riqueza biológica y del funcionamiento de los ecosistemas.

Igual que la riqueza de especies es importante para el funcionamiento de un ecosistema, la diversidad de ecosistemas en un paisaje puede ser crítica para el funcionamiento regional. Bajo ciertas circunstancias, los patrones de tamaño, forma e imbricación de los ecosistemas en un paisaje afectan profundamente a su funcionamiento.

Los patrones de organización del paisaje y la heterogeneidad tienen importantes implicaciones en la utilidad de los espacios protegidos para la conservación de especies frente al cambio climático. La planificación y la gestión de estos espacios requiere por tanto conocer cuáles son los factores que controlan los procesos biofísicos responsables de la integridad de los ecosistemas, de modo que se garantice su pervivencia a largo plazo y su capacidad de resistir las perturbaciones. La aplicación de este tipo de criterios permite detectar sistemas vitales para el funcionamiento global, pero que escapan a los métodos de valoración habituales.

## **2.4. De los espacios naturales protegidos a los sistemas**

Siempre es un gran error confundir el fin con los medios. Los espacios naturales protegidos pudieron constituir al principio de su historia un fin en sí mismos. Actualmente se conciben preferiblemente como un instrumento destinado a alcanzar fines más allá de sus límites geográficos. Los espacios protegidos son un instrumento útil y eficaz de administración territorial difundido en todo el mundo como herramientas y medios de intervención bien caracterizados y experimentados. Se considera que un espacio natural protegido que ha alcanzado el nivel de gestión activa dispone al menos de un plan de gestión o manejo, de un presupuesto y de personal cualificado para llevar a cabo las actuaciones (EUROPARC-España, 2002). El plan de gestión debe comprender objetivos operativos explícitos, con actividades y resultados esperados claramente definidos y con un conjunto de instrumentos para la verificación y la evaluación del proceso. La gestión se materializa territorialmente constituyendo un ejemplo demostrativo para el ámbito circundante. Los espacios naturales protegidos son por este motivo un buen punto de partida para cuidar los bienes y servicios que los ecosistemas naturales y seminaturales nos proporcionan.

Los criterios de selección del territorio cualificado para constituir espacios protegidos deben ser la contribución al mantenimiento de procesos que soportan bienes y servicios ambientales además de la preservación de lugares singulares y enclaves representativos. Por ejemplo, para asegurar las piezas clave del flujo hídrico en el paisaje es preciso mantener la cubierta de bosque de las cabeceras de cuenca, el estado natural y permeable de las áreas de recarga y de descarga y la continuidad y ausencia de contaminación de las corrientes superficiales. El mantenimiento de la complementariedad valle/montaña, esencial para muchas especies de fauna en ambientes mediterráneos, implica la permanencia de superficies protegidas en ambos sectores y su conexión natural. La capacidad reguladora de los flujos de nutrientes depende de la ubicación de ecosistemas de mayor

producción en lugares clave impidiendo la liberación de nutrientes a ambientes sensibles (aguas libres, acuíferos, etcétera). En general una mayor biomasa, más persistente es signo de integridad del ecosistema.

Como hemos visto, el interés por la definición de redes de espacios naturales surge por un lado como respuesta a las deficiencias de la conservación basada en espacios aislados o especies individuales y por otro lado, para buscar una coordinación en la gestión de los distintos espacios. El criterio seguido para la constitución de estas redes ha sido habitualmente el de la representatividad de los distintos tipos de ecosistemas, ambientes, hábitats o especies. Como señalase González Bernáldez (1988), la falta de conocimiento de la mayoría de los aspectos funcionales, junto con la urgencia de adoptar medidas de protección, ha hecho que la política más frecuente de designación de espacios sea la basada en este criterio de representatividad.

Los distintos modelos de redes de espacios naturales protegidos existentes conceden atención preferente a distintos criterios para su constitución. Podemos destacar los siguientes enfoques:

- *Catálogos o inventarios de espacios naturales.* Representa un paso más respecto a la simple consideración de espacios aislados. Generalmente se ha utilizado el criterio de representatividad. El conjunto de espacios integrados en la red proporciona un grado de representatividad de ecosistemas, hábitats, especies, especies endémicas o amenazadas, etcétera. Cada nuevo espacio incrementa la representatividad de la red en un determinado porcentaje al incorporar nuevos ecosistemas, hábitats y especies.
- *Redes de coordinación administrativa o institucional.* No son redes en el sentido espacial (no es necesario que existan conexiones funcionales), sino que se trata de sistemas de coordinación administrativa sobre los objetivos, los criterios de selección o los modelos de gestión.
- *Redes ecológicas.* El principal criterio para la constitución de estas redes es garantizar la conectividad. El conjunto de espacios naturales protegidos se integran en la red mediante elementos territoriales que facilitan la continuidad de los procesos ecológicos (especialmente la conexión de poblaciones). El modelo incorpora corredores y áreas de amortiguación que constituyen facilidades para asegurar este flujo de organismos.
- *Sistemas.* Los sistemas se caracterizan por garantizar la integridad ecológica. El territorio se analiza en su conjunto, atendiendo no sólo a los crite-

rios de representatividad y conectividad, sino de complementariedad, coherencia interna y coherencia externa. En una aproximación de sistema se considera tanto el territorio protegido como otros elementos territoriales, en especial ecosistemas seminaturales, que pueden cumplir un importante papel como zonas de amortiguación e interconexión. Esta aproximación aún no está desarrollada en la práctica.



**Figura 2.1.** Estrategias de conservación: hacia el establecimiento de sistemas de espacios naturales. A la izquierda se indican los criterios que más peso tienen en cada una de las fases. Al criterio de singularidad dominante en las primeras fases de diseño de espacios protegidos aislados se van sumando los criterios de representatividad y coordinación institucional en los estadios de catálogos de espacios y de redes de carácter fundamentalmente administrativas. El criterio de conectividad se suma a los anteriores en la estrategia de diseño de redes ecológicas. El criterio de integridad define la estrategia de diseño de sistemas.

Una red de conservación debe constar de teselas que alberguen ecosistemas íntegros (ecosistemas primarios, ecosistemas de alta madurez y diversidad, aún siendo secundarios) acompañadas por una serie de áreas con continuidad física o funcional con un papel relevante por albergar ecosistemas naturales y seminaturales. Se suelen denominar zonas de transición o de amortiguación

aunque su papel preferente no siempre sea necesariamente éste. Estas zonas habitualmente alcanzan altas cotas de biodiversidad debido a su heterogeneidad paisajística. Son frecuentemente gestionadas como sistemas agrosilvopastorales extensivos. Cuando las condiciones de naturalidad del territorio se alteran a causa de la urbanización o la agricultura intensiva, tiene sentido asegurar la conexión entre poblaciones mediante la creación o mantenimiento de corredores ecológicos.

Las formas de actuar para mantener la conectividad de los ecosistemas naturales dependerán de la naturaleza de la matriz del paisaje donde se pretenda actuar. Hobbs y Wilson (1998) distinguen cuatro tipos de matriz, desde completamente natural hasta una matriz artificial. Sobre este esquema simple podría superponerse un gradiente de transformación de los ecosistemas, desde los de un mayor grado de integridad (dehesas) hasta los muy transformados (agricultura intensiva).

En resumen, entendiendo el paisaje como un mosaico formado por teselas con distinto grado de madurez ecológica que difieren en sus cualidades ambientales y en los organismos que contienen, la red o sistema de conservación sería el patrón del mosaico natural/seminatural/intensivo/artificial que mejor contribuyese al mantenimiento de la integridad ecológica. Tendríamos que pensar entonces no tanto en una red constituida como una malla formada por nudos y conexiones, sino en una jerarquía de procesos en el territorio cada uno de los cuales se da en una determinada extensión espacial.

La clave consiste en identificar los procesos manejables en la escala espacio temporal de los espacios naturales protegidos dejando otros niveles de regulación para diferentes esferas de la administración. Por ejemplo, el manejo de los procesos hidrológicos a escala de cuenca comprende la administración de recursos relacionados con toda la variedad de usos del suelo y actividades económicas de la cuenca. La gestión de estos recursos debería ser coherente con la de los espacios protegidos situados en dicha cuenca. Evidentemente, una red de espacios protegidos difícilmente puede contribuir a la integridad del ciclo hidrológico si sus intervenciones no están respaldadas por otras en diferentes ámbitos administrativos.

## 2.5. Próximos retos para mejorar los espacios naturales protegidos

Los espacios protegidos concebidos como islas de conservación han demostrado la ineficacia del establecimiento de medidas que no tengan en cuenta los procesos que ocurren fuera de sus límites. La contribución de los espacios protegidos a la conservación del conjunto del territorio requiere considerar su papel con respecto a la salud ecológica y al mantenimiento de cierta integridad en el ámbito territorial. Esta estrategia implica una mayor integración de las políticas de conservación en la planificación territorial mediante el desarrollo de estructuras espaciales coherentes y un alto grado de cooperación y coordinación institucional.

El paso a la planificación del conjunto de espacios naturales protegidos en un marco territorial más amplio aún es incipiente en España. La coordinación con otros instrumentos de planificación territorial sigue siendo el gran reto a afrontar en los próximos años, según se ha identificado en el *Plan de Acción para los espacios naturales protegidos del Estado español*. En la elaboración de dicho Plan se han identificado las siguientes recomendaciones en relación a la planificación de los sistemas de espacios protegidos (EUROPARC-España, 2002):

- Desarrollar un sistema en cada comunidad autónoma y con la adecuada coordinación territorial interadministrativa. Este sistema debe integrar los elementos que garanticen el funcionamiento del territorio: áreas protegidas, zonas de amortiguación y conexiones biológicas.
- Utilizar un sistema de planificación en cascada para optimizar el uso de los recursos humanos y materiales y como mecanismo para garantizar mayor coherencia.
- Desarrollar metodologías para establecer los criterios de selección y delimitación de áreas del sistema.
- Desarrollar el documento de planificación del sistema, su relación con la planificación territorial y la definición de sus contenidos.
- Integrar la planificación del sistema con las políticas sectoriales a través de la evaluación ambiental estratégica de planes y programas.
- Establecer mecanismos de coordinación con entidades, agentes y aquellos instrumentos de planificación territorial y sectorial con estrecha relación con los espacios protegidos.

La definición de una estrategia de conservación de la naturaleza que integre todos estos aspectos debería incorporar los conocimientos científicos así como las experiencias ya emprendidas en otros países. Para que la estrategia emprendida sea realista y ejecutable, será además imprescindible identificar los instrumentos administrativos y legales para garantizar la coordinación necesaria.