

CAMBIOS DE PAISAJE Y DE VALORES AMBIENTALES EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

CARLOS L. DE PABLO, MIGUEL PEÑALVER Y PILAR MARTÍN DE AGAR

RESUMEN

Se estudian los cambios del paisaje y de la calidad ambiental asociada a ellos, de un espacio protegido desde hace casi un siglo, Parque Nacional de la Montaña de Covadonga, que ha sido ampliado en las últimas décadas, configurándose el actual Parque Nacional de los Picos de Europa (PNPE). Los resultados obtenidos permiten conocer los cambios del paisaje del territorio del PNPE, en su conjunto, en él de la zona histórica (PNMC) y en él de la ampliación más reciente (PNPE-PNMC).

Los cambios de paisaje, variación espacial de las tramas de relaciones ecosistémicas del territorio, condicionan cambios en los valores ambientales soportados por esos procesos ecológicos. Los valores ambientales se han definido de acuerdo con los objetivos del espacio protegido, definidos en su Ley de declaración.

Los tres territorios han sufrido pautas de cambio muy parecidas, predominado la conservación del paisaje en amplias extensiones de ellos. Los cambios de usos más apreciables, si bien no muy cuantiosos, son el aumento en las superficies forestales arboladas y la disminución de las forestales arboladas ralas y de las cultivadas. En los tres territorios han aumentando los valores naturalísticos y sistémicos. Los culturales-antropológicos-educativos disminuyen muy poco, también en los tres ámbitos. Los recreativos disminuyen en PNMC, aumentan en PNMC-PNPE y no cambian en PNPE. Los educativos son los que menos variación presentan en todos los casos, con muy pequeños aumentos o disminuciones.

La principal diferencia entre los tres ámbitos estudiados es que en los territorios PNPE y PNMC los cambios de calidad ambiental global responden a variaciones del mismo signo de todos los valores ambientales. En el territorio PNPE-PNMC, por el contrario, hay diferentes combinaciones de aumentos y disminuciones de los valores ambientales que conducen a cambios equivalentes de calidad ambiental.

Métodos como este pueden ser incorporados en las actividades de planificación y gestión habituales de los parques nacionales para monitorizar sus cambios y ayudar a su gestión, de acuerdo con los objetivos del espacio protegido.

Palabras clave: Calidad ambiental, valores ambientales, indicadores de gestión ambiental, monitorización ambiental, cambios de paisaje, Parque Nacional de los Picos de Europa, Parque Nacional de la Montaña de Covadonga.

SUMMARY

Landscape and environmental quality changes, related to them, in a protected area since almost a century, Montaña de Covadonga National Park, enlarged in the last decades configuring the current Picos de Europa National Park, are studied. Obtained results allow us to recognize landscape changes oc-

curred in the whole PNPE territory, in the one corresponding to the historical park (PNMC) and in the one corresponding to the recently included area (PNPE-PNMC).

Landscape changes, considered as the spatial variation in the territory's ecositemic relationships, condition changes in the environmental values supported by these ecological processes. Environmental values have been defined in accordance with the protected area's conservation objectives, stated on its declaration act.

The three territories have undergone very similar landscape changes, with landscape conservation as the main trend in the most area. Noteworthy land use changes, although not very numerous, are the increase in forest areas and the decrease in sparse trees forests and cultivated ones. In the three territories naturalistic and systemic values have increased. Cultural-anthropologic-educative values slightly decreases. Recreational ones decrease in PNMC, increases in PNMC-PNPE and do not change in PNPE. Educative values show the smallest change in the three territories.

The main difference observed is that in PNPE and PNMC territories global environmental quality change is related with same sign changes in the whole set of environmental values. In the PNPE-PNMC territory, on the contrary, different combinations in increases or decreases in environmental values lead to equivalent changes in global environmental quality.

Methods as the one developed here can be implemented in the protected area planning and management routinely activities. This will allow to protected area managers monitoring landscape change and help them in the management work, in accordance with the protected area objectives.

Key words: Environmental quality, environmental values, environmental management indicators, environmental monitoring, landscape change, Pincos de Europa National Park, Montaña de Covadonga National Park.

INTRODUCCIÓN

Los espacios protegidos están sometidos a un régimen de gestión encaminado a la conservación de aspectos de la naturaleza considerados prístinos, o poco modificados por la acción humana, que cada vez son más apreciados por la sociedad. Esta gestión se articula sobre todo para la conservación del patrimonio que constituyen los componentes valiosos, fácilmente perceptibles y apreciados por la sociedad, presentes en esos espacios, y hacer posible su disfrute por la población. Como es ya bien sabido estos componentes existen y se mantienen gracias al funcionamiento de los procesos ecológicos que, mediante intercambios de materia, energía e información, conectan entre sí los componentes de diferentes tipos (biológicos, físico-químicos, sociales) que se hallan en el territorio en el que se ubica el espacio protegido (GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ 1982,

PINEDA Y FERNÁNDEZ, 1999). En consecuencia estos procesos, estas tramas de relaciones ecológicas que constituyen el funcionamiento ecosistémico del territorio, resultan también valiosos (COSTANZA *et al.* 1997, MA 2003); tanto más cuanto que de ellos depende la persistencia de los componentes más fácilmente percibidos y valorados por la sociedad.

Desde este punto de vista ecosistémico, el paisaje es la manifestación de la variación espacial de las tramas de relaciones ecológicas de un territorio (GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ 1981). La configuración espacial del territorio del espacio protegido condiciona en buena medida su funcionamiento ecosistémico, el conjunto de sus procesos ecológicos (DÍAZ-PINEDA 2001). Para la gestión de conservación el paisaje puede concretarse como el conjunto de zonas del territorio con diferentes características ecosistémicas (tasa de renovación,

diversidad, especies, etc.) incluyéndose también las relaciones espaciales entre esas zonas (contactos, fronteras, ecotonos, lugares en que se observan más fácilmente cambios en los flujos de materia y energía) así como su patrón de distribución espacial y temporal (ROLDÁN *et al.* 2003, 2006). La gestión de conservación se aplica pues a un territorio heterogéneo de acuerdo con su funcionamiento ecosistémico. También es bien sabido que el funcionamiento de los procesos ecológicos, y en consecuencia el paisaje, es dinámico y cambia con el tiempo (FORMAN & GODRON 1986), por lo que también lo hacen las características del espacio protegido.

La gestión de conservación se aplica, por tanto, a un sistema heterogéneo y cambiante, cuyas características se basan en el funcionamiento espacial y dinámico de los procesos ecológicos. La gestión de conservación tiene que actuar dentro de ese marco definido por la heterogeneidad espacial y la dinámica temporal, en territorios en general extensos, y a lo largo de periodos prolongados de tiempo, desde la declaración del espacio protegido. Ello ha hecho plantearse la necesidad de establecer criterios y diseñar metodologías para definir indicadores que hagan posible la evaluación de la planificación y gestión que se desarrolla en los Espacios Naturales Protegidos, basada en sistemas normalizados, claramente especificados y cuyos resultados respondan a un método objetivo y general, y no a consideraciones “ad hoc” para cada caso, como recogió el Plan de Acción para los Espacios Naturales Protegidos del Estado Español (EUROPARC ESPAÑA, 2002).

La elección de los indicadores para la evaluación debe basarse en los objetivos de la gestión del ENP, centrados en la conservación. Los indicadores que se utilicen no deben basarse solo en los componentes de los ecosistemas, deben considerar también los valores asociados a la existencia de esos elementos y de las tramas de relaciones que los generan (ALONSO *et al.* 2000). En el caso de los espacios protegidos estos valores recogen las características que motivan su declaración y están relacionados con sus mérito para ser conservados, considerado desde diferentes puntos de vista: presencia de especies singulares o em-

blemáticas, calidad estética, posibilidades de servir de ejemplo de desarrollo “sostenible”, interés para la educación ambiental, persistencia de sistemas de aprovechamiento de recursos con alto interés cultural y científico, mantenimiento de procesos ecológicos desaparecidos, o muy simplificados, en otros lugares más humanizados, etc. Todos estos aspectos valiosos están relacionados, en general, con la menor transformación sufrida por estos territorios, en relación con otros en que la explotación humana ha sido mayor, y la existencia en ellos de componentes, biológicos o no, inexistentes o muy escasos en otros lugares. El conjunto de valores de un espacio protegido depende del funcionamiento de sus tramas de relaciones ecológicas (ALONSO *et al.* 1999). Este enfoque sistémico o paisajístico aún no ha calado lo suficiente y todavía se presta mucha atención a los componentes y no a sus interacciones y a los valores que generan.

Los valores ambientales, en los que se basa la conservación del ENP, dependen, por tanto, de la composición y estructura del paisaje, que es un sistema dinámico. Esto, junto con la vocación de persistencia de los ENP¹ hace recomendable incorporar los valores ambientales a los indicadores de seguimiento de la gestión. Por ello resulta también oportuno diseñar técnicas que permitan evaluar los cambios de valor asociados a los cambios de paisaje. Ello permitirá monitorizar el incremento, mantenimiento o disminución de los valores ambientales del ENP, comprender su relación con su dinámica espacial y temporal, y orientar su gestión futura, dentro de un marco de referencia espacial y temporal amplio (ALONSO *et al.* 1999). Esta información permitirá optimizar el esfuerzo que supone realizar las actuaciones de gestión que, en diferentes combinaciones, se realizan en las distintas zonas del ENP.

¹ Los primeros parques nacionales españoles están a punto de cumplir su primer centenario (Ley de 22 de julio de 1918 de creación del Parque Nacional de la Montaña de Covadonga o de Peña Santa, en los Picos de Europa asturiano-leoneses -Gaceta núm. 230, de 24 de agosto de 1918) y su número y superficie no hace sino aumentar (EUROPARC España 2009)

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realiza en el territorio del Parque Nacional de los Picos de Europa (PNPE). Éste contiene al antiguo Parque Nacional de la Montaña de Covadonga (PNMC), designado en 1918 y uno de los más antiguos de España. Fue ampliado en 1995² a sus límites actuales y denominado Parque Nacional de los Picos de Europa. Esto permite evaluar los cambios de paisaje, y de los valores ambientales asociados con ellos, en un territorio con una porción dotada de un régimen de protección desde hace mucho tiempo y otra protegida más recientemente. Los cambios de paisaje del actual PNPE sirven como referencia de los ocurridos en el PNMC y en el territorio incluido a partir de 1995 (PNPE-PNCM).

Estudio de los cambios de paisaje

El objetivo de identificar los cambios del paisaje (variación espacial de las características ecosistémicas del territorio) es proporcionar la referencia para evaluar los cambios de los valores ambientales en los diferentes territorios considerados. Las pautas de variación de los patrones de coocurrencia de los usos del suelo proporcionan esa información (MARTÍN DE AGAR *et al.* 1995). Estas pautas pueden variar según la escala de observación. De acuerdo con esto, para identificar los cambios de paisaje se ha seguido el siguiente esquema:

1. Cálculo de frecuencias de los usos a las diferentes escalas espaciales

A partir de los mapas originales, procedentes de los inventarios forestales nacionales segundo y tercero, se calcularon las frecuencias de usos en

cada una de las casillas correspondientes a la división del área de estudio en ventanas de 3×3, 6×6 y 9×9 píxeles. Los usos del suelo que permiten la comparación entre ambos inventarios son: forestal arbolado (masas forestales con cabida cubierta superior a 10%), forestal arbolado ralo (masas forestales con cabida cubierta entre el 10% y el 5%), forestal desarbolado e improductivo natural (masas forestales con cabida cubierta inferior al 5%, formaciones de matorral y pastizal, roquedos y pedregales), cultivos (uso agrícola), agua (ecosistemas acuáticos), improductivo artificial.

Se obtienen 9 matrices de datos correspondientes a cada una de las tres escalas en los tres territorios considerados. El rango de frecuencias a 3×3 es entre 0 y 9, a 6×6 entre 0 y 36 y a 9×9 entre 0 y 81. Las correspondientes a PNPE tienen 8443, 2180 y 1026 casillas, a cada una de esas escalas respectivamente. Las correspondientes a PNMC 2520, 660 y 323 y las correspondientes a PNPE-PNMC 6025, 1591 y 757. Cada casilla aparece dos veces en cada matriz: las correspondientes a cada uno de los dos tiempos considerados. Los usos identificados se muestran en la Tabla 1.

2. Detección de las pautas de variación del paisaje

El estudio de los cambios de paisaje se basa en la identificación de los cambios de las pautas de variación conjunta de los usos (RAMIREZ *et al.* 2000). Conjuntos de casillas con perfiles similares de usos permiten identificar lugares con un patrón de similar de interacciones ecosistémicas y, en consecuencia, con la misma calidad ambiental. Conjuntos de casillas que presenten cambios equivalentes de ese perfil permiten identificar lugares en que ese patrón de interacciones ha cambiado de manera equivalente y, en consecuencia, su calidad ambiental también ha cambiado de la misma manera (RAMIREZ *et al.* 1999, DE PABLO *et al.* 2001).

Para estudiar los cambios en los perfiles se ha utilizado el análisis factorial de componentes principales y técnicas de clustering. El análisis factorial asigna coordenadas a cada una de las casillas en los diferentes ejes factoriales según la composición de su perfil de frecuencias de usos: casillas con co-

² LEY de 22 de julio de 1918 y REAL DECRETO de 16 de agosto de 1918, de creación del Parque Nacional de la Montaña de Covadonga o de Peña Santa, en los Picos de Europa asturiano-leoneses (Gaceta núm. 230, de 24 de agosto de 1918).

Ley 16/1995, de 30 de mayo de 1995 (Jefatura del Estado), de declaración del Parque Nacional de Picos de Europa (BOE núm. 129, de 31 de mayo de 1995).

ordenadas similares tienen perfiles equivalentes y viceversa, cuanto más diferentes sean las coordenadas mayores son las diferencias entre sus perfiles de usos. Cada eje factorial queda definido por una combinación de usos en función de su importancia relativa en la identificación de los diferentes tipos de perfiles identificados. Cada casilla tiene dos observaciones, correspondientes a los dos tiempos estudiados, y cada observación tiene un vector de coordenadas en los ejes factoriales. Cada casilla queda por tanto identificada por dos vectores de coordenadas en el análisis factorial: uno correspondiente cada tiempo. Casillas que tengan vectores similares responden a la misma pauta de cambio: sus frecuencias de usos se habrán modificado de manera equivalente.

Los conjuntos de casillas con la misma pauta de cambio se han identificado mediante análisis de cluster. Se calculan los cambios de frecuencias de los usos en los dos tiempos estudiados en cada uno de los grupos identificados. Esos grupos representan los distintos tipos de cambio de paisaje reconocidos en cada territorio y a cada escala. Los resultados de los análisis factoriales permiten reconocer los usos cuyos cambios son más relevantes en los cambios de paisaje. Los tipos de cambios identificados con el análisis de cluster se caracterizan por las diferencias de frecuencias entre todos los usos.

Valoración ambiental de los cambios de paisaje

Para identificar los cambios de valor se ha seguido el siguiente esquema:

1. Definir un conjunto de valores ambientales acorde con los objetivos de conservación del parque.

De acuerdo con la Ley de declaración del PNPE³ los objetivos de este espacio protegido son:

a) Proteger la integridad de los ecosistemas incluidos dentro de sus límites, que constituyen

una representación significativa de los sistemas naturales y seminaturales asociados al bosque atlántico en la provincia orocantábrica, así como de los elementos físicos y biológicos que los caracterizan.

- b) Contribuir a la protección, recuperación, fomento y difusión de los valores culturales y antropológicos que conforman la historia de este espacio natural.
- c) Facilitar el conocimiento y disfrute de sus principales valores asegurando, siempre en forma compatible con su conservación, tanto la actividad investigadora y educativa como el simple acceso de los visitantes.
- d) Promover un desarrollo social, económico y cultural sostenible para las personas y comunidades asociadas a su ámbito territorial y área de influencia, garantizando su participación en todo el proceso.
- e) Aportar al patrimonio nacional, europeo y mundial una muestra representativa de los ecosistemas de montaña en los Picos de Europa, y su legado natural y cultural, participando en los programas nacionales e internacionales de conservación de la biodiversidad.

De acuerdo con ello se ha decidido considerar:

- a) Valores ecosistémicos: relacionados con la integridad de los ecosistemas y el mantenimiento de procesos ecológicos relevantes para su conservación y la de las características asociadas a ella (objetivos a y e).
- b) Valores naturalísticos: relacionados con la presencia y abundancia de elementos físicos y biológicos, componentes de la flora y fauna, elementos geológicos y geomorfológicos, etc. que caracterizan estos ecosistemas (objetivos a y e).
- c) Valores culturales-antropológicos-educativos: relacionados con la conservación de modos de explotación tradicional de los recursos naturales de los ecosistemas protegidos (objetivos b y d).

³ Ley 16/1995, de 30 de mayo de 1995 (Jefatura del Estado), de declaración del Parque Nacional de Picos de Europa (BOE núm. 129, de 31 de mayo de 1995).

- d) Valores recreativos: relacionados con las posibilidades de realizar actividades relativas al disfrute y contemplación de la naturaleza, montañismo-escalada, deportes de aventura, senderismo, paseos 4x4 (objetivos c y d)
- e) Valores educativos: relacionados con las posibilidades de conocer el funcionamiento de una naturaleza menos intervenida por el hombre que en otros lugares y sistemas de explotación de recursos que tienen en cuenta las limitaciones del funcionamiento ecológico del territorio explotado, aprovechando sus ventajas y minimizando sus inconvenientes (objetivos c, d y e).

2. Valorar los cambios de paisaje.

Estos cambios se han identificado mediante los conjuntos de casillas cuyos perfiles de frecuencias han variado de la misma manera. Los elementos comunes de referencia de todos ellos son los usos del suelo. Por ello se han valorado los usos del suelo según los valores parciales definidos en el apartado anterior. Se denominan parciales porque recogen diferentes aspectos de la calidad ambiental global de los territorios estudiados, que resulta de la combinación de todos esos aspectos parciales.

Los valores se asignan según una escala ordinal, de 0 a 5, que indica la importancia relativa de cada uso con respecto al valor (RAMIREZ *et al.* 2000). La posición de los usos en la escala de valoración se escoge de acuerdo con las posibilidades que cada uno tiene de contribuir a las características que definen cada valor, según lo expresado en el punto anterior. Todos los usos se han valorado según todos los valores.

Cada tipo de cambio está caracterizado por dos vectores: el correspondiente a las frecuencias de usos de t_1 y el de t_2 . En cada vector se pondera el valor parcial de cada uso por su frecuencia (en %). Se obtiene así la contribución de cada uso a cada uno de los valores parciales considerados. En cada vector se estiman sus valores ecosistémicos, naturalísticos, etc., agregando la contribución de cada uso a cada uno de ellos. Se obtienen así dos vectores de valores parciales: uno para t_1 y otro para t_2 . Cada tipo de cambio de paisaje queda así caracte-

rizado por dos vectores, uno para t_1 y otro para t_2 , compuestos por sus valores ecosistémicos, naturalísticos, culturales-antropológicos, recreativos y educativos. En esos vectores se integran los cambios que sobre el conjunto de valores parciales se producen como resultado de los cambios de frecuencias de los usos. El cambio de cada valor parcial se estima restando la diferencia de valores t_2-t_1 . Cada tipo de cambio de paisaje queda caracterizado por un vector de cambios de valores ecosistémicos, naturalísticos, culturales-antropológicos, recreativos y educativos.

Para estimar el cambio de valor global de cada tipo de cambio, que resulta de la integración de los cambios de valor parciales asociados a cada tipo de cambio de paisaje, se realiza un análisis de componentes principales de los vectores de cambio de valor correspondientes a cada tipo de cambio de paisaje de cada zona (PNPE, PNMC, PNPE-PNMC) Cada tipo de cambio de paisaje queda localizado en un espacio cuyas coordenadas de referencia son los cambios de los diferentes valores considerados. La posición de cada tipo de cambio en ese espacio informa sobre su cambio de valor global, asociado al conjunto de cambios de valores parciales del perfil de cambios de valor de los usos, y también sobre la importancia que sobre ese cambio global tiene cada uno de los valores parciales considerados. Esta posición puede ser considerada una medida de la variación de calidad ambiental correspondiente a cada tipo de cambio de paisaje (MONTALVO *Et al.* 1993).

La valoración se basa, por tanto, en el valor intrínseco del uso según los objetivos de conservación del espacio protegido y el perfil de cambios del conjunto de valores parciales según los diferentes perfiles de cambios de frecuencias de los usos de los tipos de cambios de paisajes identificados.

RESULTADOS

Caracterización de los cambios en el paisaje

A todas las escalas y en todos los territorios estudiados se observan cambios de paisaje similares, si bien a la escala de 3x3 se aprecian con algo más de nitidez los detalles de estos cambios. Por ello,

en adelante, los resultados se centran en los de esta escala.

En la Tabla 1 se recogen los tipos de cambio identificados en la escala 3x3. El tipo de cambio que

TERRITORIO		CAMBIO DE FRECUENCIAS DE USOS					
PNPE							
Tipo de cambio paisaje	Forestal arbolado	Forestal arbolado ralo	Forestal desarbolado improductivo natural	Cultivo	Improductivo artificial	Agua	Superficie (%)
C1	0,03	-0,02	0,01	-0,02	0,00	0,00	62,50
C2	1,68	-0,21	-1,57	0,07	0,01	0,01	13,30
C3	0,18	0,00	-6,04	0,00	0,00	6,41	0,26
C4	4,40	-6,45	1,77	0,30	0,00	0,00	5,47
C5	2,42	-0,29	4,14	-0,57	-5,72	0,00	0,08
C6	3,09	-0,22	2,45	-5,33	0,01	0,00	2,95
C7	0,62	-0,18	-0,39	-0,03	0,00	0,00	15,43
Total	0,67	-0,43	-0,11	-0,14	-0,01	0,02	100,00

PNPE							
Tipo de cambio paisaje	Forestal arbolado	Forestal arbolado ralo	Forestal desarbolado improductivo natural	Cultivo	Improductivo artificial	Agua	Superficie (%)
C1	0,17	-0,02	-0,17	-0,01	0,00	0,01	69,76
C2	0,05	0,00	-6,00	0,00	0,00	5,95	0,79
C3	3,28	-0,71	0,43	0,00	-3,00	0,00	0,28
C4	3,80	-4,90	1,12	-0,05	0,00	0,00	4,52
C5	1,42	-0,18	-1,26	0,00	0,00	0,01	23,06
C6	4,03	0,00	0,43	-4,47	0,00	0,00	1,59
Total	0,68	-0,28	-0,40	-0,08	-0,01	0,06	100,00

PNPE-PNMC							
Tipo de cambio paisaje	Forestal arbolado	Forestal arbolado ralo	Forestal desarbolado improductivo natural	Cultivo	Improductivo artificial	Agua	Superficie (%)
C1	0,02	-0,01	0,01	-0,02	0,00	0,00	59,60
C2	0,00	0,00	-1,43	0,00	0,00	1,71	0,12
C3	1,00	-0,24	-0,91	0,14	0,00	0,00	11,83
C4	4,69	-7,05	1,94	0,43	0,00	0,00	5,46
C5	2,91	-0,18	2,66	-5,39	-0,01	0,00	3,63
C6	1,84	-0,66	-1,19	0,02	0,00	0,00	7,78
C7	0,16	-0,02	-0,06	-0,05	0,00	0,00	11,57
Total	0,65	-0,48	0,00	-0,18	0,00	0,00	100,00

Tabla 1. Cambios de las frecuencias de los usos de los diferentes tipos de cambio de paisaje identificados a la escala de 3x3.

Table 1. Changes in the frequencies of the uses in the different types of landscape change identified at the 3x3 scale.

ocurre en la mayor parte de los territorios estudiados es el de conservación de las superficies calificadas como “forestal desarbolado e improductivo natural”, que ocurre en más de la mitad de casillas muestreadas. El siguiente tipo de cambio más abundante, en general, se basa en un aumento de las superficies calificadas como “forestales arboladas” y disminución de las “forestales arboladas ralas”, con pequeños aumentos o disminuciones de los demás usos. Los restantes tipos de cambios ocurren en áreas muy reducidas. Su denominador común es el aumento de las superficies calificadas como “forestales arboladas”, la disminución de las “forestales desarboladas ralas”, pequeños aumentos o disminuciones de “forestal desarbolado e improductivo natural” y disminución de “cultivos”. Las superficies “improductivo artificial” apenas cambian de superficie, excepto en el tipo de cambio que afecta a menos casillas, que se caracteriza por ese aumento. Las calificadas como “agua” apenas tienen variaciones. Estos tipos de cambios conducen a una menor variedad de tipos territoriales. La mayor parte de los territorios estudiados cambia poco y apenas se aprecian diferencias entre los tres ámbitos territoriales estudiados.

Valoración ambiental de los cambios del paisaje

En la Tabla 2 se muestran los cambios de valor asociados a los distintos tipos de cambio de paisaje identificados a la escala de 3x3.

Cambios de valores ambientales del territorio correspondiente al PNPE

Los cambios de valor asociados a los cambios de patrones de usos correspondientes a cada tipo de cambio identificado varían dentro de un amplio rango y afectan de manera diferente a los distintos valores ambientales. Los tipos de cambios de paisaje reconocidos tienen efectos dispares sobre la calidad ambiental del territorio.

El perfil de cambios de valores del territorio correspondiente al PNPE consiste en un aumento moderado de valores ecosistémicos y naturalísticos, una pequeña pérdida de valores culturales-antropológicos-educativos. No varían los valores recreativos y educativos. Se puede considerar,

por tanto, que este perfil se corresponde con un cambio pequeño de la calidad ambiental del territorio. Observando los cambios de frecuencias de usos responsables de esos cambios de calidad ambiental, se puede decir que el aumento de superficie forestal arbolada mejora la calidad ecosistémica y naturalística del territorio y las disminuciones de forestal desarbolado ralo, cultivos y forestal desarbolado-improductivo natural contribuye a la pequeña pérdida de valores culturales-antropológicos-educativos.

Todos los tipos de cambios conducen a aumentos de valor ecosistémico. Lo mismo se observa con los naturalísticos. Los valores educativos son los que registran menos variación según los tipos de cambios. Los valores culturales-antropológicos-educativos y recreativos muestran diferentes respuestas según los tipos de cambio de paisaje.

Los tipos de cambio de paisaje identificados representan cambios de calidad ambiental muy diferentes, es decir, dentro de la tendencia general descrita se dan cambios de paisaje con repercusiones diferentes. El tipo de cambio que ocurre en una mayor superficie (C1-62,50%) afecta poco a la calidad ambiental del parque, los aumentos o disminuciones de sus valores son pequeños en comparación con los que se registran en otros tipos de cambio. Esto es lo que cabe esperar dado el pequeño cambio de superficies de los diferentes usos que corresponde a este tipo de cambio de paisaje. Las ganancias de valor ecosistémico, naturalístico y recreativo, se basan en el aumento de superficie forestal arbolada y desarbolada-improductivo natural. La disminución de superficies forestales arboladas ralas y de cultivo conduce a la pequeña pérdida de valores culturales-antropológicos-educativos, que no es compensada por el aumento de valor asociado al de superficie de los usos que la aumentan. Esta compensación es lo que ocurre con los valores educativos que no se modifican. La mayor parte del territorio estudiado ha seguido un tipo de cambio que ha modificado poco la calidad ambiental del territorio. El tipo de cambio que sigue a éste por superficie ocupa el 15,43 (C7) del territorio. Su efecto sobre el cambio de calidad ambiental es mayor: todos los cambios de valor son mayores, excepto los educativos que no se modifican. Au-

TERRITORIO		VALORES AMBIENTALES				
Tipo de cambio paisaje	Ecosistémicos	Naturalísticos	Culturales-antropológicos	Recreativos	Educativos	Superficie (%)
C1	0,78	0,90	-0,22	0,34	0,00	62,50
C2	24,59	3,26	0,41	-22,69	-0,41	13,30
C3	72,87	0,00	-71,04	-214,96	0,00	0,26
C4	118,16	137,94	3,35	16,42	0,00	5,47
C5	226,90	272,96	184,08	115,86	190,40	0,08
C6	96,96	124,55	-60,36	87,50	-0,34	2,95
C7	9,17	4,75	-0,34	-4,08	0,00	15,43
Total	14,83	13,56	-1,49	0,00	0,34	100,00

PNMC						
Tipo de cambio paisaje	Ecosistémicos	Naturalísticos	Culturales-antropológicos	Recreativos	Educativos	Superficie (%)
C1	2,39	0,68	-0,23	-1,82	0,00	69,76
C2	66,67	0,00	-66,11	-198,89	0,00	0,79
C3	144,33	149,11	100,00	38,11	100,00	0,28
C4	99,34	112,13	-0,56	13,35	0,00	4,52
C5	20,10	4,47	-0,12	-15,88	0,00	23,06
C6	95,56	100,42	-50,22	55,08	0,00	1,59
Total	13,15	8,78	-1,27	-4,72	0,35	100,00

PNPE-PNMC						
Tipo de cambio paisaje	Ecosistémicos	Naturalísticos	Culturales-antropológicos	Recreativos	Educativos	Superficie (%)
C1	0,56	0,67	-0,22	0,34	0,00	59,60
C2	30,29	0,00	-30,70	-91,69	0,00	0,12
C3	16,45	2,97	2,09	-15,57	0,00	11,83
C4	127,59	149,45	4,85	17,02	0,00	5,46
C5	95,76	125,72	-60,28	90,69	0,33	3,63
C6	30,90	16,01	0,25	-15,14	0,00	7,78
C7	2,25	1,57	-0,56	-0,12	0,00	11,57
Total	15,28	15,36	-2,09	2,18	0,00	100,00

Tabla 2. Cambios de los valores ambientales en los diferentes tipos de cambios de paisaje identificados a la escala de 3x3
Table 2. Changes in the environmental values in the different types of landscape change identified at the 3x3 scale.

mentan los ecosistémicos y naturalísticos, como en el tipo de cambio anterior, y disminuyen los recreativos. Estos cambios aparecen asociados al aumento de superficie forestal arbolada y a la disminución de superficies desarbolado-improductivo natural. El siguiente tipo de cambio por

superficie afectada (C2-13,30%) implica mayores cambios de valor, pero en un número más reducido de ellos: los ecosistémicos aumentan y disminuyen los recreativos. Los cambios de superficies presentan un perfil parecido al del tipo de cambio anterior: aumento de superficie

forestal arbolada y disminución de desarbolado-improductivo natural. Puede observarse como dos perfiles de cambios de usos parecidos conducen a cambios de calidad ambiental diferentes: la mayor disminución de desarbolado-improductivo natural condiciona el menor aumento de valores naturalísticos, cuyo aumento es favorecido por el aumento de arbolado. Los siguientes tipos de cambio ocurren en superficies bastante menores, pero representan mayores variaciones de calidad ambiental. El del 5,47% (C4) representa una importante mejora de dicha calidad: aumentan todos los valores, sobre todo naturalísticos y ecosistémicos, y no se modifican los educativos. La pérdida de los valores asociados a las superficies forestales desarboladas ralas es nítidamente compensada por el aumento de valores asociados al incremento de superficies arboladas y desarbolado-improductivo natural. El del 2,95% (C6) supone una mejora de la calidad ecosistémica, naturalística y recreativa y una pérdida de calidad culturales-antropológicos-educativos y educativa. Este tipo de cambio se caracteriza por la disminución de superficies dedicadas a cultivos y el aumento de las forestales arboladas y desarbolado-improductivo natural. El del 0,26% (C3) puede considerarse como una pérdida de calidad ambiental: los valores sobre todo recreativos y culturales-antropológicos-educativos disminuyen, a pesar del aumento de los ecosistémicos. Este cambio de calidad ambiental está ligado a la disminución de desarbolado-improductivo natural y al aumento de sistemas acuáticos, responsable de la mejora de calidad ecosistémica. Por último el de 0,08% (C5) supone la mejora más clara de la calidad ambiental del territorio: todos los valores aumentan considerablemente. Estos cambios de valor están asociados a la disminución de superficies cultivadas y al aumento de desarbolado-improductivo natural y forestal arbolado.

Cambio de calidad ambiental global

De acuerdo con los resultados de la ordenación multivariante de los tipos de cambio de paisaje según sus cambios de valor (Fig 1), todos ellos contribuyen de la misma manera al cambio de calidad ambiental global del territorio. Los tipos de cambio situados hacia el lado positivo del eje re-

presentan mejoras de todos los aspectos de la calidad ambiental, recogidos en los valores ambientales, y los situados hacia el negativo representan disminuciones. El tipo de cambio que supone una clara mejora de la calidad ambiental global del parque es el C5 (0,08%) y el que representa el más claro empeoramiento de esa calidad es el C3 (0,26%). El C4 (5,47%) y C6 (2,95%) pueden considerarse como cambios que han mejorado la calidad ambiental global y C1 (62,50%), C7 (15,43%) y C2 (13,30%) situaciones de conservación de dicha calidad. Es decir, los tipos que cambios que han ocurrido en el 91,23 % del territorio se puede considerar que conservan su calidad ambiental. Hay que matizar esta afirmación porque incluso en estos casos algunos aspectos de esa calidad disminuyen, como puede observarse en la disminución de algunos de los valores ambientales, lo que debería ser objeto de atención para la gestión. Una mejora de dicha calidad ha ocurrido en un 8,42%, y sólo ha empeorado en el 0,26% de la superficie estudiada. En cualquier caso esta disminución de calidad es menor que las mejoras conseguidas como consecuencia de los otros tipos de cambios: su coordenada está menos alejada del origen de coordenadas del eje.

Cambios de valores ambientales del territorio correspondiente al PNM

El cambio en el conjunto de valores ambientales observado en el territorio del PNM es moderado, dentro del mismo rango de variación del observado en el PNPE. Puede decirse por ello que este territorio ha conservado su calidad ambiental. Aumentan los valores ecosistémicos y naturalísticos y disminuyen ligeramente los recreativos y culturales-antropológicos-educativos. Estos pequeños cambios de valor están asociados principalmente con el aumento de superficies forestales arboladas y la disminución de desarbolado-improductivo natural y arbolado ralo. Los demás usos registran cambios de frecuencias muy pequeños.

Como en el territorio correspondiente al PNPE los valores ecosistémicos, naturalísticos y educativos aumentan o se conservan. Y los culturales-antropológicos-educativos y los recreativos aumentan o disminuyen. Es decir, en todos los tipos de cambio identificados los valores del pri-

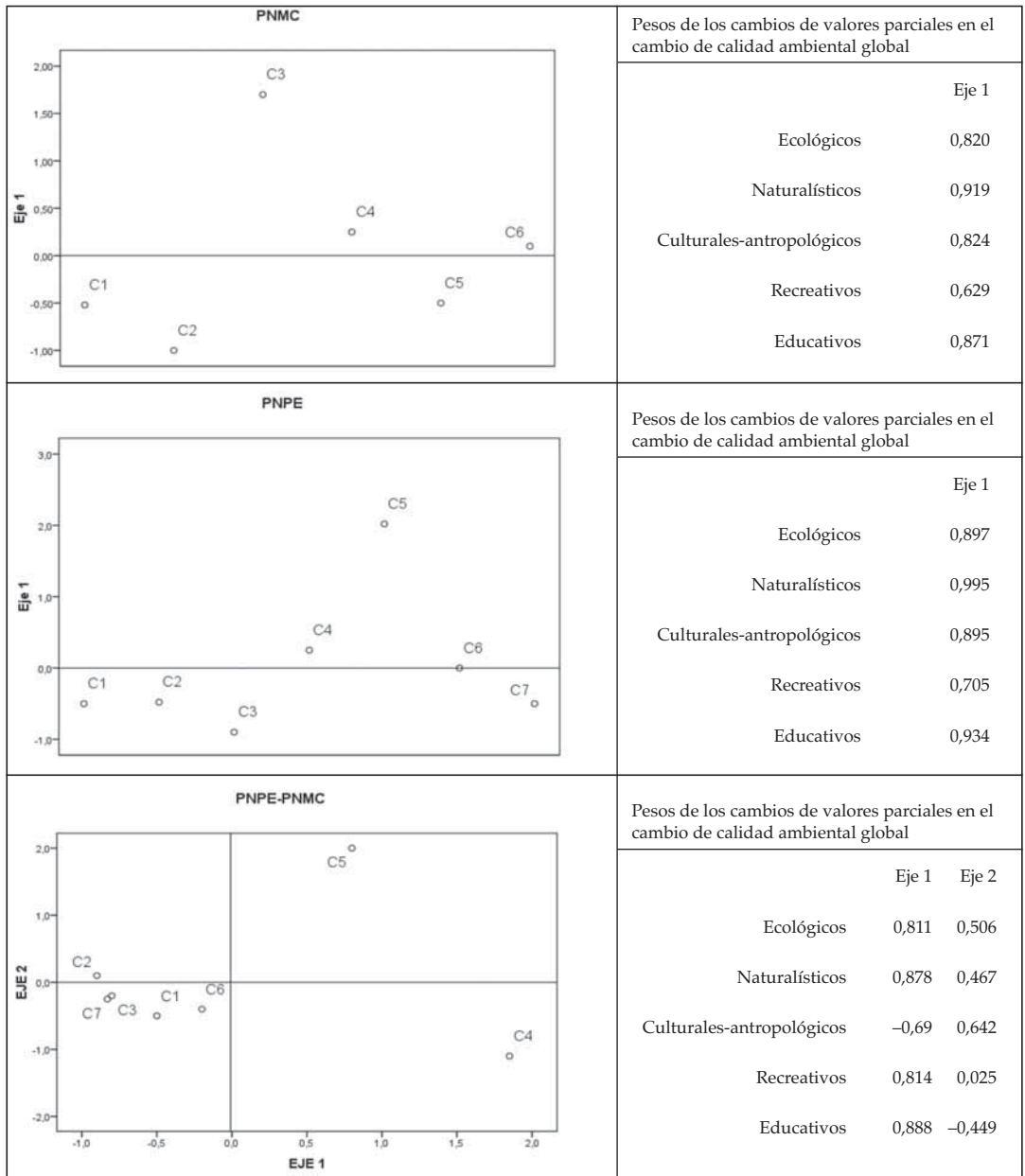


Figura 1. Cambios de calidad ambiental global de los tipos de cambios de paisaje identificados a la escala de 3x3. Los tipos de cambio del paisaje se identifican como en la Tabla 1. La posición de los tipos de cambio de paisaje con respecto al eje 1 es una medida de la variación del conjunto de valores ambientales ocurrida con cada tipo de cambio. La importancia del cambio de cada valor en el cambio de calidad global está indicada por su peso en el eje.

Figure 1. Changes in the overall environmental quality of the types in landscape changes identified at the 3x3 scale. Types of landscape change are identified as in Table 1. The position of the types of landscape change with respect to axis 1 is a measure of the variation of all environmental values that occurred with each type of change. The importance of each value change in the overall quality change is indicated by its loading on the axis.

mer grupo siempre aumentan y son los del segundo los que pueden disminuir, es decir, los que más pueden contribuir a la disminución de la calidad ambiental.

Los tipos de cambios de paisajes presentan perfiles de cambios de valor muy distintos. Se reconocen solo 6 tipos de cambios, a diferencia de los 7 identificados en el PNPE. El que afecta a una mayor superficie es muy similar al descrito para todo el territorio estudiado, pero con cambios de valor mucho más pequeños, y está asociado a un perfil de cambios de uso también similar al de todo el territorio, pero con menores cambios de la frecuencia de los usos, excepto el desarbolado-improductivo natural que iguala a la del territorio completo. Es decir, la mayor parte del territorio apenas registra cambios en su calidad ambiental.

El siguiente tipo de cambio por superficie afectada tiene también un perfil de cambios de valor similar al anterior, pero con cambios de valor de mayor magnitud; es decir, con un mayor efecto sobre la calidad ambiental, que mejora mucho en sus aspectos ecosistémicos y disminuye sus valores recreativos. Los usos implicados son los mismos que el tipo de cambio anterior pero con mayores variaciones de frecuencia. Puede decirse que en estos lugares se intercambia calidad recreativa por ecosistémica. En los tipos de cambio anteriores los cambios de valor no son altos, por lo que no se daría ese intercambio de valores.

Los demás tipos de cambios conducen a una mayor variación de la calidad ambiental global, a juzgar por las magnitudes de las variaciones de los valores, pero ocurren en una superficie mucho más reducida. En general todos suponen mejoras de calidad, excepto el C2 (0,79%) en que hay una importante pérdida de valores recreativos asociada a la disminución de desarbolado-improductivo natural y al aumento de ecosistemas acuáticos. Llama la atención la importante mejora de la calidad ambiental del cambio C3 (0,28%) en que todos los valores presentan notables aumentos. En este caso cabe destacar la disminución de improductivo artificial y el aumento de superficies arboladas. En el cambio C4

(4,52%) lo más llamativo es la disminución de superficies forestales desarboladas y el aumento de arboladas, y en el C6 (1,59%) la disminución de cultivos y el aumento de superficies arboladas. Siendo esto un denominador común de todos los tipos de cambios.

Cambio de calidad ambiental global

Los resultados de la ordenación multivariante de los tipos de cambio según sus cambios de valor corroboran los anteriores: sólo un tipo de cambio supone una clara disminución de calidad ambiental, pero la superficie en que esto ocurre es pequeña (C2-0,79%). Los tipos de cambios más frecuentes (C1-69,76% y C5-23,06%) aparecen en posiciones cercanas al origen de coordenadas del eje de la ordenación, lo que indica que sus valores apenas han variado y, por tanto, su calidad ambiental global apenas se ha modificado. Lo mismo puede verse con los cambios que implican al C4 (4,52%) y al C6 (1,59%). Sólo el cambio C3 (0,28%) implica una clara mejora de la calidad ambiental. Como en el territorio correspondiente al PNPE todos los cambios de valor afectan en el mismo sentido a la calidad ambiental: cuando ésta aumenta lo hace porque aumentan todos los valores. Los que más contribuyen a ese aumento son los naturalísticos, seguidos de los educativos, culturales-antropológicos-educativos y ecosistémicos, los que menos influyen en los cambios de calidad global son los recreativos.

De nuevo se observa relación entre magnitud del cambio y superficie afectada.

Cambios de valores ambientales del territorio correspondiente al PNPE- PNMC

El perfil de cambios de valor del PNP-PNMC también recoge un cambio moderado de valores ambientales. Los que más aumentan son los ecosistémicos y naturalísticos; también lo hacen los recreativos. Disminuyen muy poco los culturales-antropológicos-educativos y se conservan los educativos. Este cambio de calidad ambiental representa una situación intermedia entre los observados entre los territorios correspondientes PNPE y PNMC.

En todos los tipos de cambio de paisaje los valores ecosistémicos, naturalísticos y educativos aumentan o no varían. Son los culturales-antropológicos-educativos y los recreativos los que aumentan o disminuyen.

El tipo de cambio que afecta a la mayor superficie C1 (59,60%), como en los otros territorios estudiados, es el que menos cambio de valores, y por tanto de calidad ambiental global, conlleva. Conduce a un pequeño aumento de valores naturalísticos, ecosistémicos y recreativos; a una pequeña disminución de valores culturales-antropológicos-educativos y no se modifican los educativos. A diferencia de la tendencia de todo el territorio en este tipo de cambios aumentan las superficies desarbolado-improductivo natural y, sobre todo, disminuyen las cultivadas.

El C3 (11,83%) supone un cambio de calidad ambiental muy diferente, basada en la disminución de valores recreativos, en el menor aumento de naturalísticos y en el aumento de culturales-antropológicos-educativos. Está ligado sobre todo al aumento de superficies forestales arboladas y la disminución de desarbolado-improductivo natural. El C7 (11,57%) es muy parecido al de todo el territorio, con mayores cambios de valor, y una mayor disminución de desarbolado-improductivo natural. El C4 (5,46%) no presenta ninguna pérdida de valor, la pérdida asociada a la disminución de superficies forestales desarboladas se compensa con los aumentos de valores asociados a los aumentos de los demás tipos de superficies. El C5 (3,63%) destaca por el aumento de valores recreativos y la disminución de culturales-antropológicos-educativos, asociada a la disminución de superficies cultivadas y al aumento de desarbolado-improductivo natural. El C2 (0,12%) es el único que supone una disminución de la calidad ambiental global, basada sobre todo en la pérdida de valores recreativos y culturales-antropológicos-educativos. Se basa en la disminución de desarbolado-improductivo natural y el aumento de ecosistemas acuáticos.

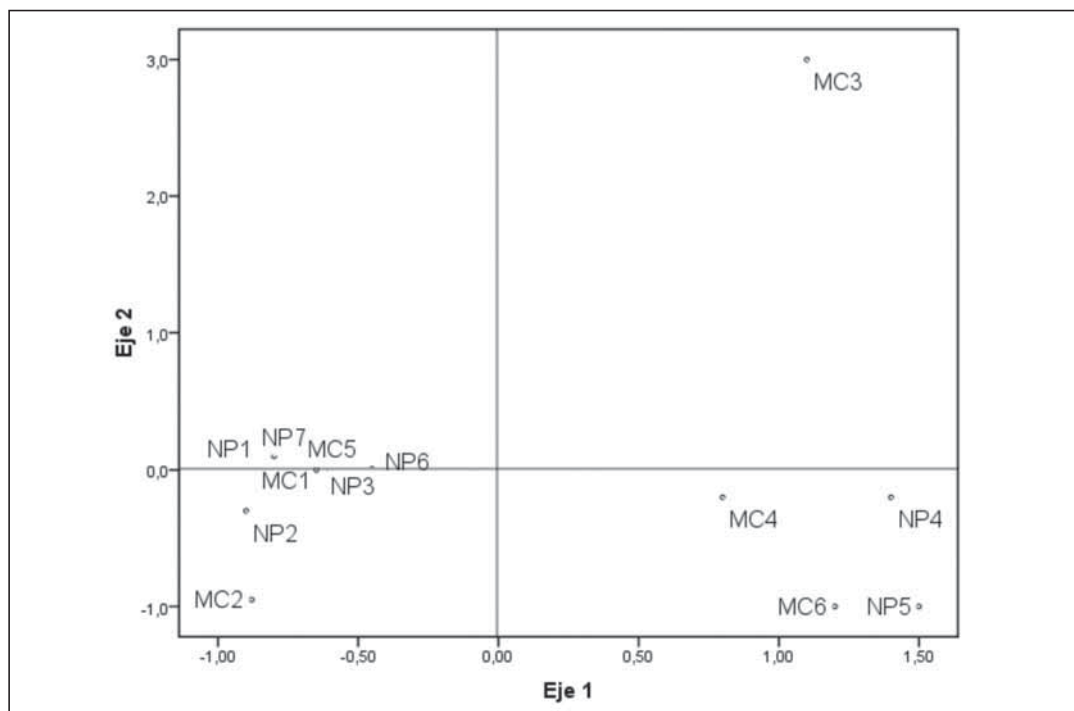
Cambio de calidad ambiental global

Desde el punto de vista de la contribución de los cambios de los diferentes valores a los cambios de calidad ambiental global, en este territorio, a

diferencia de los anteriores, se observa que las mejoras de calidad ambiental pueden obtenerse mediante dos combinaciones de cambios de valor y que la mayoría de los tipos de cambio de paisaje prácticamente no implican cambio de calidad global. En los territorios PNPE y PNMC se identificaba al menos algún tipo de cambio de paisaje que, aunque en una pequeña superficie, disminuía claramente la calidad ambiental. El cambio C5 (3,63%) implica un cambio de calidad basado en el aumento de todos los valores, excepto los culturales-antropológicos-educativos que disminuyen. El C4 (5,46%) implica un cambio de calidad global basado en el aumento de todos los valores.

Comparación de los cambios de calidad ambiental global de los territorios correspondientes a PNMC y PNPE-PNMC

Al estudiar conjuntamente los cambios de calidad ambiental global de los tipos de cambios de paisaje identificados en los territorios correspondientes a PNMC (espacio protegido desde hace casi un siglo) y a PNPE-PNMC (espacio protegido desde hace algo más de un década) se observa (Fig. 2) que la mayoría de esos cambios han modificado poco dicha calidad. En efecto, la mayoría de los tipos de cambio se localizan en coordenadas próximas al origen de coordenadas de los ejes del análisis factorial, lo que indica cambios de valor próximos a cero en todos sus valores parciales. Los tipos de cambio situados hacia la derecha del gráfico (MC4, NP4, MC6, NP5 y MC3) indican mejoras de la calidad ambiental, porque los factores de carga de los valores parciales en el eje 1 son todos positivos. Los que más contribuyen a esa mejora de la calidad ambiental global son los valores naturalísticos y ecosistémicos, como se observa en sus factores de carga más altos, seguidos de los recreativos y educativos y, por último, de los culturales-antropológicos. Esta mejora de la calidad ambiental está asociada al aumento de superficies "forestales arboladas" y, en menor medida, de "forestales arboladas e improductivo natural" y la disminución de las "forestales arboladas ralas". Se ve matizada por la información que aporta el eje 2, en la que son los valores culturales-antropológicos y educativos (factores de carga 0.955 y



Pesos de los cambios de los valores parciales en cambio de calidad ambiental global

Valores	Eje 1	Eje 2
Ecológicos	0,894	0,181
Naturalísticos	0,978	0,172
Culturales-antropológicos	0,085	0,995
Recreativos	0,643	0,145
Educativos	0,322	0,887

Figura 2. Cambios de calidad ambiental global de todos los tipos de cambio de paisaje identificados en PNMC (rotulado como MC) y en PNPE-PNMC (rotulado como NP). Ello permite la comparación de los cambios de calidad ambiental de los territorios protegidos desde 1918 y 1995 respectivamente. La importancia del cambio de cada valor en el cambio de calidad global está indicada por sus pesos en los ejes.

Figure 2. Changes in the overall environmental quality of the types in landscape changes identified at the PNMC (marked as MC) and at the PNPE-PNMC (marked as NP). This made it possible to compare changes in the environmental quality of the protected territories since 1915 and 1995 respectively. The importance of each value change in the overall quality change is indicated by its loading on the axis.

0,887 respectivamente) los que más contribuyen a la mejora de calidad ambiental del tipo de cambio MC3. Este cambio está sobre asociado a la disminución de superficies “improductivo artificial” y aumento de las “forestales arboladas” propias de este tipo de cambio. Los tipos de cambio MC6 y NP5 indican una pequeña pérdida de valores ecosistémicos, naturalísticos y recreativos asociada a la disminución de los valores culturales-antropológicos y educativos que los sitúan hacia la parte negativa de este eje. Estos cambios

de valor están sobre todo condicionados por la disminución de las superficies de cultivos que se registra en estos tipos de cambio, que ocupan una muy pequeña fracción de esos territorios.

CONCLUSIONES

El esquema de trabajo seguido permite identificar los elementos del paisaje del territorio del parque, considerados como la manifestación espacial de

las interacciones ecosistémicas del territorio. Ello permite monitorizar los cambios del paisaje del territorio de acuerdo con un planteamiento ecosistémico y evaluar esos cambios según los cambios de valores ambientales que estos componentes del paisaje soportan. La incorporación de este tipo de monitorización ecosistémica puede sentar las bases de un sistema de evaluación de los cambios del estado ambiental del Parque.

Los cambios del paisaje en los diferentes territorios estudiados, relacionados con el desarrollo histórico del Parque Nacional de Picos de Europa, son poco acusados, como cabría esperar en un lugar de estas características.

En los tres territorios el cambio de calidad ambiental no es muy acusado. Los valores que más aumentan en los tres ámbitos territoriales estudiados son los ecosistémicos y naturalísticos. Los culturales-antropológicos-educativos disminuyen, muy poco, también en los tres ámbitos. Los recreativos disminuyen en PNMC, aumentan en PNMC-PNPE y no cambian en PNPE. Los educativos son los que menos variación presentan en todos los casos, con muy pequeños aumentos o disminuciones. El perfil de cambio de usos también es parecido en los tres ámbitos territoriales. Aumentan las superficies forestales arboladas y disminuyen las forestales arboladas ralas y las cultivadas. Las correspondientes a ecosistemas acuáticos también lo hacen, pero en menor cuan-

tía, o no cambian. Las desarbolado-improductivo natural disminuyen o no varían. Lo mismo ocurre con las de improductivo artificial, pero con cambios mucho menores.

El método desarrollado es apropiado para los objetivos planeados y puede ser incorporado en las actividades de gestión habituales de los parques nacionales y otros espacios protegidos.

AGRADECIMIENTOS

El Programa de "Ayudas a la investigación en materias relacionadas con la Red de Parques Nacionales", del Organismo Autónomo Parques Nacionales del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, financió el proyecto "Repercusiones de la aplicación de los planes de gestión en el paisaje de los parques nacionales españoles: diseño metodológico y ensayo en un parque nacional" referencia 62/2003, dentro del que se realizó este trabajo.

Asimismo Víctor Valverde Morales y Cristina Moreno Gutiérrez, colaboradores honoríficos del Departamento de Ecología de la UCM, colaboraron en la preparación de los mapas de usos del suelo.

Por último debemos agradecer la colaboración del personal del parque por la información cartográfica y de gestión proporcionada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO CAMPOS, G., PINEDA, F.D., DE PABLO, C.L. & MARTÍN DE AGAR, P. 1999. Evaluación ecológica del Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. V Jornadas de Desarrollo Sostenible en Urdaibai. Mundaka (Vizcaya). 11 pp.
- ALONSO CAMPOS, G., PINEDA, F.D., DE PABLO, C.L. & MARTÍN DE AGAR, P. 2000. Evaluación ecológica del Plan Rector de Uso y Gestión (P.R.U.G.) de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. En: Investigación aplicada a la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Centro UNESCO de Euskal Herria. Bilbao. pp: 247-254.
- COSTANZA, R. D'ARGE, R, DE GROOT, R, FARBER, S, GRASSO, M, HANNON, LIMBURG, H, NAEEM, S, O'NEILL, RV, PARUELO, J, RASKIN, RG, SUTTON, P & VAN DEN BELT M. 1997 The value of the world's ecosystem services and natural capital *Nature* 387, 253 - 260
- DE PABLO, C.L., MARTÍN DE AGAR, P., ORMAETXEA, O. & UGARTE, F.M. 2001. Desing of a GIS for physical land use planning: a case study in the Basque Country. *Lurralde* 14: 185-190.
- DÍAZ PINEDA, F. 2001. Espacio y tramas de funcionamiento en el paisaje Mediterráneo, en Morey, M. & MayoL, J. (eds.): *El paisaje y el hombre: valoración y conservación del paisaje natural, rural y urbano*. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid: 37-54.

- EUROPARC ESPAÑA. 2002. Plan de Acción para los espacios naturales protegidos del Estado español. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid.
- EUROPARC ESPAÑA. 2009. Programa de trabajo para la áreas protegidas 2009-2013. Ed. FUNGOBE. Madrid.
- FORMAN, R.T.T. AND M. GODRON. 1986. Landscape Ecology. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, USA.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. 1981. Ecología y Paisaje. H. Blume. Madrid
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. 1982. Análisis ecosistémico de los recursos naturales. Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales. Serie: Opiniones: Recursos Naturales. 2. Madrid, 33 p.
- MA: MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2003. Ecosystems and Human Well-being. Island Press. Washington. USA.
- MARTÍN DE AGAR, P., DE PABLO, C.L., SCHMITZ, M.F., ATAURI, J.A., RESCIA, A. & PINEDA, F.D. 1995. Incidencias ambientales de los cambios de usos del suelo en la reserva de la Biosfera de Urdaibai. En: E. Angulo and I. Quincoces (eds.), Reserva de la Biosfera de Urdaibai: Investigación básica y aplicada. Servicio de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria. pp: 297-334.
- MONTALVO, J., RAMÍREZ-SANZ, L., DE PABLO, C.L. & PINEDA, F.D. 1993. Impact minimization through environmentally-based site selection: a multivariate approach. Journal of Environmental Management 38: 13-25.
- PINEDA, F.D. & FERNÁNDEZ GUILLÉN, M.D. 1999. Nuevas perspectivas para la ordenación ambiental del territorio. En: Libro Homenaje a D. Ángel Ramos Fernández. Real Academia Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid. pp: 385-398.
- RAMÍREZ-SANZ, L., DE PABLO, C.L. & MARTÍN DE AGAR, P. 1999. Cartografía ecológica de los valores ambientales del parque regional de la Cuenca Alta del Manzanares (Madrid). IV Jornadas de la Sociedad Española de Ecología Terrestre. Alicante. Resúmenes: 74.
- R. RAMÍREZ-SANZ, L. ALCAIDE, M.T. CUEVAS, J.A. GUILLÉN, D.F. Y SASTRE OLMOS, P. 2000. A methodology for environmental planning in Protected Natural Areas. Journal of Environmental Planning and Management; 43: 785-798.
- RAMÍREZ-SANZ, L. DE PABLO, C.L. & MARTÍN DE AGAR, P.M. 2000. Cartografía ecológica del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. Ensayo preliminar para la evaluación automática del territorio. Centro de Investigación de Espacios Naturales Protegidos Fernando González Bernáldez. Serie documentos nº 6. Soto del Real, Madrid. 29 pp.
- ROLDÁN, M.J., DE PABLO C.L. & MARTÍN DE AGAR P. 2003. Landscape mosaics recognition and changes over time: a methodological approach. In: Ü. Mander and M. Antrop (eds.), Multifunctional Landscapes. Volume III. Continuity and change. Wit Press, Southampton, Boston. pp: 55-77.
- ROLDÁN MARTÍN, M.J., DE PABLO, C.L. & MARTÍN DE AGAR, P. 2006. Landscape changes over time: comparison of lands uses, boundaries and mosaics. Landscape Ecology 21: 1075-1088.