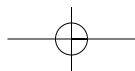
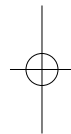
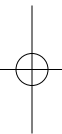


EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN ESPAÑA: NUEVAS PERSPECTIVAS

(ACTAS DEL IV CONGRESO NACIONAL DE EVALUACIÓN
DE IMPACTO AMBIENTAL. IV CONEIA)

Madrid, abril 2007



EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN ESPAÑA: NUEVAS PERSPECTIVAS

(ACTAS DEL IV CONGRESO NACIONAL DE
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. IV CONEIA)

Editores:

Casermeyro Martínez, M. A.

Espluga González de la Peña, A. P.

Desdentado Gómez, L. A.

Díaz Martín, M.

García Montero, L. G.

Sobrini Sagaseta de Ilurdoz, I.

Andrés Abellán, M.



EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN ESPAÑA: NUEVAS PERSPECTIVAS

**(ACTAS DEL IV CONGRESO NACIONAL DE EVALUACIÓN
DE IMPACTO AMBIENTAL)**

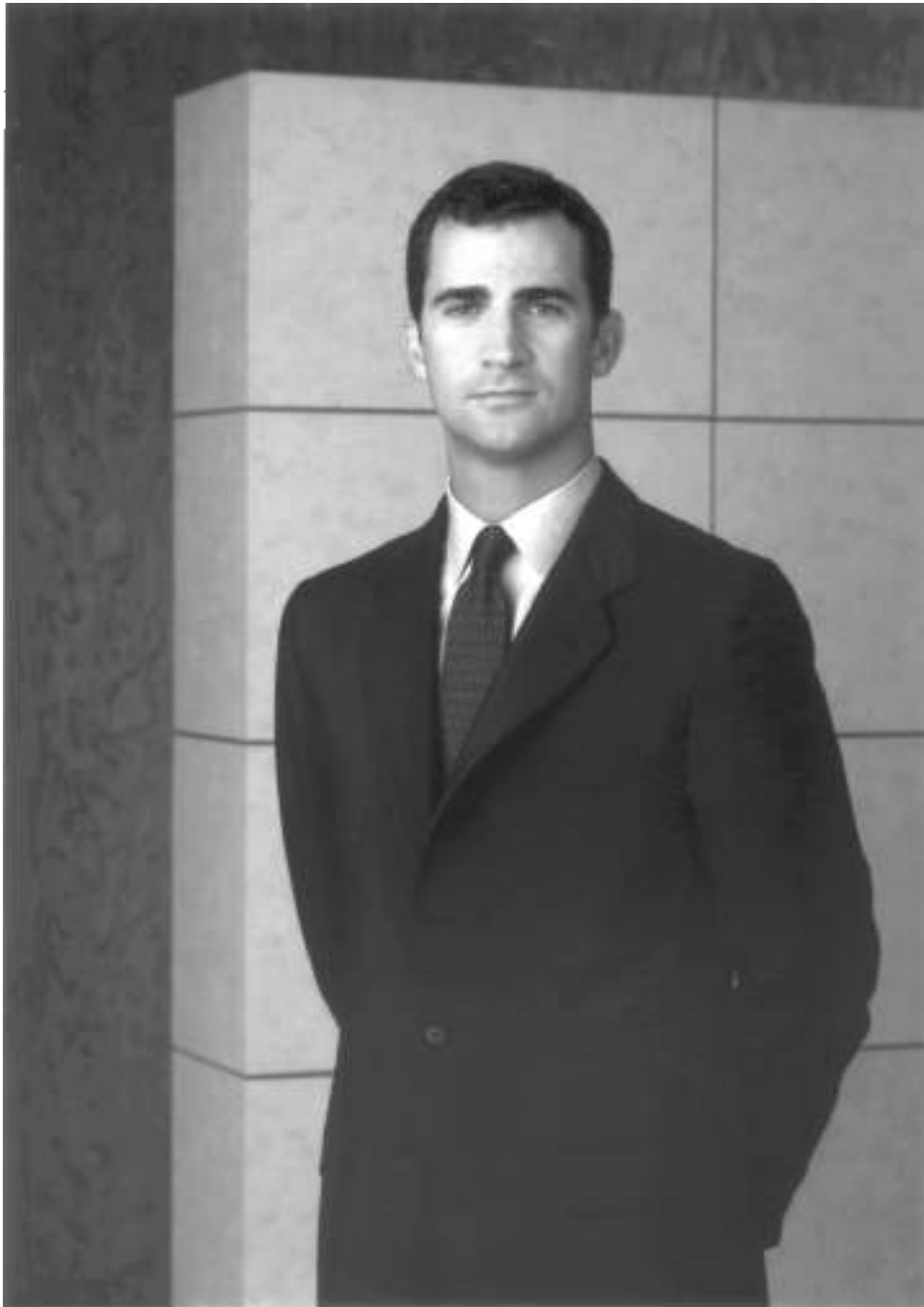
© 2007 Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

Diseño cubierta:

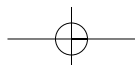
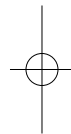
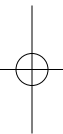
Depósito Legal: M- -2007
ISBN: 978-84-96437-73-9

Preimpresión: Gráficas 4, S. A.
Impreso en España - Printed in Spain.

Reservados todos los derechos. Se prohíbe la reproducción de cualquier parte de este libro, así como su inclusión en sistemas de almacenamiento de datos y su transmisión por cualquier medio, sea electrónico, mecánico, fotográfico, de grabación o de otro tipo, sin la previa autorización de los titulares del copyright. La responsabilidad de los contenidos y del material gráfico es exclusivamente de los autores.



*Presidente del Comité de Honor: S.A.R. D. Felipe de Borbón y Grecia,
Príncipe de Asturias.*



PRÓLOGO

Es para mí una satisfacción prologar este libro que recoge los principales resultados del IV Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (IV CONEIA) celebrado en Madrid en abril de 2007.

La Evaluación Ambiental ha experimentado a lo largo de estos últimos años una importante evolución, materializándose con la aparición en el año 2006 de la normativa de evaluación ambiental estratégica (*Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*) y posteriormente, en 2008, con el texto refundido de evaluación de impacto ambiental (*Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos*).

Esta normativa permite analizar las repercusiones ambientales de planes, programas y proyectos, abarcando no sólo la ejecución de las actuaciones en el territorio, sino la planificación de las mismas. Constituye un salto cualitativo importante que una vez recogido en la legislación básica del estado, permitirá, además, dar soporte legal al desarrollo normativo de las Comunidades Autónomas.

Estas y otras novedades en materia de Evaluación Ambiental hacen que debamos estar en continuo aprendizaje. En este sentido, la Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental, con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente, realiza el Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (CONEIA), que reúne cada dos años a profesionales y gestores ambientales y que se constituye en un valioso apoyo para las Conferencias Nacionales de Evaluación Ambiental organizadas por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

Se recogen aquí una selección de las comunicaciones presentadas en el IV CONEIA, debiendo resaltar el alto grado de participación de los congresistas y el elevado nivel de las mismas, tratándose temas de gran actualidad y demanda social. Estas comunicaciones recogen desde una perspectiva multidisciplinar los diferentes aspectos a los que se dedica la evaluación ambiental: marco normativo, aspectos metodológicos, estudio de casos tanto de planes y programas como proyectos, medidas correctoras, vigilancia ambiental, sistemas de gestión ambiental, participación pública y gobernanza.

Es necesario continuar promoviendo estos encuentros, ampliar su difusión y alimentar la participación de los mas directamente implicados en la gestión de las herramientas de Evaluación Ambiental, pero sobre todo calar en la ciudadanía para que se integre de forma habitual en los procesos participativos que, en definitiva, serán los que hagan avanzar a la sociedad y moverán también las voluntades políticas.

PRÓLOGO

Reitero mi satisfacción en presentar este trabajo que aglutina esfuerzos y suma voluntades en beneficio de esta herramienta preventiva de gestión del medio ambiente que permite la preservación de los recursos naturales y la defensa del medio ambiente, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

JAIME ALEJANDRE

Director General de Calidad y Evaluación Ambiental
Ministerio de Medio Ambiente
España

COMITÉ DE HONOR

Presidente: **S.A.R. D. Felipe de Borbón y Grecia, Príncipe de Asturias.**

Miembros:

- **Excma. Sra. D.ª Esperanza Aguirre Gil de Biedma.**
Presidenta de la Comunidad de Madrid.
- **D.ª Cristina Narbona Ruiz.**
Ministra de Medio Ambiente.
- **D.ª Magdalena Álvarez Ariza.**
Ministra de Fomento.
- **D. José Antonio Alonso Suárez.**
Ministro de Defensa.
- **Magfco. Sr. D. Carlos Berzosa Alonso-Martínez.**
Rector de la Universidad Complutense de Madrid.
- **Excmo. Sr. D. Alberto Ruiz Gallardón.**
Alcalde de Madrid.
- **Excma Sra. D.ª Fuensanta Coves.**
Consejera de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- **Excmo. Sr. D. Alfredo Boné Pueyo.**
Consejero de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.
- **Excmo. Sr. D. José Luis Martínez Guijarro.**
Consejero de Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- **Honorable Sr. D. Francesc Baltasar i Albesa.**
Conseller del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya.
- **Excmo. Sr. D. Mariano Zabía Lasala.**
Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Comunidad de Madrid.
- **Excmo. Sr. D. Benito Javier Mercader León.**
Consejero de Industria y Medio Ambiente de la Región de Murcia.
- **Honorable. Sr. D. Rafael Blasco Castany.**
Conseller de Territorio y Vivienda de la Generalitat Valenciana.
- **Mr. Ross Marshall.**
Presidente de la Internacional Association for Impact Assessment.
- **Sr. D. Íñigo M.ª Sobrini Sagaseta de Ilúrdoz.**
Presidente de la Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental.

El IV Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
ha sido organizado por:



ÍNDICE

Prólogo	7
Comité de Honor	9
Conclusiones del IV CONEIA.....	17
Bloque I: Metodologías EIA	19
<ul style="list-style-type: none"> • Valoración de la calidad intrínseca del paisaje del Monumento Natural de los Palancares y Tierra Muerta (Cuenca). Andrés Abellán, M.; Lucas Borja, M. E.; Del Cerro Barja, A.; García Morote, F. A., y López Serrano, F. R. • Metodología para estudiar el impacto sobre el cambio climático de la aplicación de lodos de depuradora al suelo. Efectos en el secuestro de carbono. Casermeiro, M. A.; Castaño, S.; De la Cruz, M.^a T.; García-Montero, L. G.; Hernando, M.^a I., y Navarro-García, F. • Metodología de gestión de aguas residuales en la industria agroalimentaria: aplicación al sector quesero. Corrêa Guimarães, A.; Perdea Cisneros, V.; Navas Gracia, L. M.; Martín Gil, J.; Hernández Navarro, S., y Sánchez Bascones, M. • Evaluación de indicadores de sostenibilidad del transporte en áreas rurales. Aplicación a la Comunidad de Madrid. García García, M. B.; Ezquerro Canalejo, A.; Otero Pastor, I., y Tolón Becerra, A. • Registro genético e identificación taxonómica de la biodiversidad animal. Isamat, M.; Hilari, J. M.^a, y Vela, E. • Nuevo modelo de cartografía de calidad ambiental de España: Biodiversidad. Mancebo Quintana, S.; Ortega Pérez, E.; Martín Ramos, B., y Otero Pastor, I. • Determinación de un índice de sostenibilidad de proyectos de urbanización a partir del estudio del ciclo de vida de la sección viaria a implantar. Martínez Ruiz, S. • Metodología para la elaboración de estudios acústicos en Parques Eólicos. Peidro Otal, C. 	19 29 35 47 55 67 75 87

INDICE

• Herramientas para la elaboración de estudios de afecciones sobre Natura 2000 y otros estudios ambientales de proyectos y planes con repercusiones en el medio natural. Ramírez Santigosa, I.; Ballester Sabater, R., y Díez de Revenga Martínez, E.	95
• Integración de criterios para la conservación del medio natural en los planes urbanísticos a través de los procedimientos de evaluación. Ramírez Santigosa, I.; Ballester Sabater, R., y López Martín, D.	101
• Análisis de afecciones a rapaces rupícolas en los estudios de impacto ambiental mediante el uso de áreas de campeo estimadas. Sánchez Balibrea, J.; Díez de Revenga Martínez, E.; Aledo Olivares, E.; Martínez Torrecillas, J. E., y Fernández Sempere, M.	111
• Indicadores Ambientales Derivados de Mapas de Usos del Suelo. Aplicación en la Evaluación Ambiental Estratégica del Plan de Desarrollo Rural 2007-2013 de la Comunidad de Madrid. Valbuena Puebla, R.; Mauro Gutiérrez, F., y García-Abril, A. D.	121
 Bloque II: Estudio de casos de EIA	 129
• Aplicación de un SIG en la localización óptima de actividades no deseables: un ensayo en el municipio de El Espinar (Segovia). Azcárate Luxán, M.ª V.; Cocero Matesanz, D.; Muguruza Cañas, C., y Santos Preciado, J. M.	129
• Principales efectos ambientales de una explotación minera subterránea en la Comunidad de Madrid. Díaz Martín, M.	139
• Análisis de una población de tortuga mora (<i>Testudo graeca</i>) durante la evaluación de impacto ambiental de un desarrollo urbanístico y gestión de medidas posteriores. Díez de Revenga Martínez, E.; Giménez Casalduero, A.; Sánchez Balibrea, J.; Montesinos Navarro, A.; Daniel Anadón, J.; Martínez Pedrero, M.; Eguía Martínez, S.; Sempere García, R., y Mora Villaplana, I.	145
• SIG en la Evaluación Ambiental Estratégica: Beneficios y limitaciones de la información espacial. González del Campo, A.; Gilmer, A.; Foley, R.; Sweeney, J., y Fry, J.	155
• Evaluación de la contaminación estacional de las aguas del embalse de Río Hondo (Argentina) mediante la aplicación de índices de calidad. González García, C.; Werenitzky, D.; Ayutga Téllez, E.; García García, M. J., y Espluga González de la Peña, A. P.	165
• La Evaluación del Impacto Ambiental, un instrumento valioso para el desarrollo de la Infraestructura Eléctrica en México. Hernández Álvarez, F. J.	173
• Propuestas de uso público sostenible en el pinar de La Algaida (Puerto Real, Cádiz) basadas en la caracterización ecológica y la	

valoración ambiental. Hernández, I.; García de Lomas, J.; García, C. M.; Muñoz, G.; Pérez Hurtado, A., y Castro, M.	179
• El estado de conservación como medida de la calidad según los criterios de la Red Natura 2000. Hernando Gallego, A.; Tejera Gimeno, R.; De Soto Ramos, S.; Grande Vega, M.ª; Núñez Martí, M.ª V., y Velásquez Saornil, J.	187
• Permeabilidad faunística en infraestructuras de transporte: Necesidad de reconsiderar algunos criterios en la Evaluación de Impacto Ambiental y propuesta de definiciones. Iglesias Merchán, C. ..	197
• La gestión del recurso natural suelo en obras y proyectos de ingeniería civil. Iglesias Merchán, C.	207
• Impacto ambiental causado sobre la vegetación y el suelo como consecuencia del uso recreativo en "Las Torcas" dentro del Monumento Natural de los Palancares y Tierra Muerta (Cuenca). Lucas Borja, M. E.; Andrés Abellán, M.; Del Cerro Barja, A.; López Serrano, F. R., y García Morote, F. A.	215
• Valoración de los efectos ambientales de una planta de tratamiento de aguas salobres. Molina Holgado, P., y Berrocal Menárguez, A. B. .	223
• El concepto de paisaje territorial como instrumento de gestión y evaluación territorial y ambiental de cuencas hidrográficas mediterráneas; ensayo de aplicación en la cuenca del río Bullaque (Montes de Ciudad Real). Muñoz-Rojas Morenés, J.	233
• Matriz de valoración cualitativa de impactos ambientales de un parque solar fotovoltaico en Extremadura. Rodríguez Lara, L.; Pérez Fernández, M.ª A., y Cabezas Flores, J.	245
• Estudios de impacto en la calidad del aire para centrales de ciclo combinado e incineradoras utilizando modelos de tercera generación MM5-CMAQ-EMIMO en España: Sistemas de control en tiempo real. San José, R.; Pérez, J. L.; Morant, J. L., y González, R. M.	257
• La implantación de Sistemas de Gestión Ambiental como continuación a la Evaluación de Impacto Ambiental. Caso práctico: Graveras. Sobrini Sagaseta de Ilurdoz, I. M., y Pumares, M.	265
Bloque III: Restauración y vigilancia ambiental	273
• Seguimiento ambiental del vertido al medio litoral de la fábrica de Derivados del Flúor, S. A., en Ontón (Castro Urdiales, Cantabria). Canteras, J. C.; Blanco, P.; Ansorena, F. J.; Pérez, O., y Moreno Ventas, X.	273
• Recuperación medioambiental de las escombreras Mina Luisa en León. Antón Basanta, I., y Ochoa Valverde, I.	281

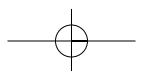
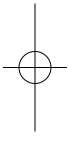
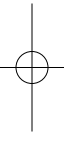
INDICE

• Vigilancia ambiental de campos de golf. Sobrini Sagaseta de Ilurdoz, I., y Serrano Gómez, R.	287
• Seguimiento y vigilancia ambiental de las vías pecuarias: Actuaciones en la Cañada Real del Guadiel en la variante de Linares en la A-312. Tamayo Muñoz, M.ª P.	295
Bloque IV: Gestión ambiental	303
• Relaciones entre la Evaluación Ambiental y el desarrollo sostenible: operadores y operaciones. Álvarez-Campana Gallo, J. M.	303
• Estimación de la evolución de temperaturas medias para detectar cambios en el clima español. Ayuga Téllez, E.; González García, C.; Montero García-Andrade, M. J.; Ramírez Gómez, A.; García García, A. I., y García Montero, L. G.	313
• Implicaciones ambientales en el desarrollo del sector aeronáutico. Casillas Barral, J. M.ª, y Castro Franco, L.	321
• Información territorial: Base para la Evaluación Ambiental Estratégica. De la Maza de la Cruz, E.; Leguey Galán, M., y Artieda González Granda, J.	327
• Análisis comparativo de la Legislación de Evaluación Ambiental en la Unión Europea, España, Perú, Colombia y Venezuela. Díaz Martín, M.; Botero Hernández, J. M.; Díaz Carrera, E. A., y López Gatica, L. A.	333
• La Evaluación Ambiental de Planes y Programas. Galera Rodrigo, S. .	343
• La Evaluación Ambiental de Planes y Programas en Andalucía. Granados Corona, M.ª; Segura Pachón, D., y De la Viña Nieto, J. I.	357
• Las vías pecuarias: nueva función ecológica dentro de su marco geográfico, histórico y legal. Herrero Tejedor, T. R.; Ezquerro Canalejo, A.; Conejo Martín, M. A., y Pérez Martín, E.	367
• Autorización Ambiental Integrada y Evaluación de Impacto Ambiental. López Martín, M.ª A.	373
• La Evaluación Ambiental de Planes y Programas de Planeamiento Urbanístico en Castilla y León. Martín Jiménez, C.	377
• Buenas prácticas en Evaluación de Impacto Ambiental: un compendio de experiencias internacionales aplicables en España. Martínez Orozco, J. M.	385
• Estructuración jerárquica de la información para determinar los usos de suelo óptimos en el Municipio de Huejotzingo, Puebla, México. Pérez Ramírez, N.; Martín Fernández, S.; Martínez Falero, E., y García Montero, L. G.	395
• La integración de la Evaluación Ambiental en la Ordenación del Territorio y el Planeamiento Urbanístico: el caso de la Comunidad Autónoma de La Rioja (España). Ruiz Requena, R.	403

- El papel de las Entidades Locales en la Evaluación Ambiental.
Sobrini Sagasetta de Ilurdoz, I. M., y Jiménez Rayado, A. 409

Bloque V: Gobernanza, participación pública 415

- Participación pública en Evaluación de Impacto Ambiental: Saber hablar y saber escuchar. Iglesias Merchán, C. 415
- El modelo español de participación pública en la Evaluación de Impacto Ambiental: el largo camino hacia Aarhus. Martínez Orozco, J. M. 423
- El papel de los procesos de participación pública en la validación de metodologías de impacto paisajístico. Tejedo Sanz, P.; López Santiago, C. y Benayas del Álamo, J. 431



CONCLUSIONES DEL IV CONEIA

LEGISLACIÓN

- El texto refundido facilitará la comprensión de la actual normativa, de ahí la importancia de su rápida aprobación.
- Sería positivo homogeneizar el acervo legislativo autonómico.

PROCEDIMIENTOS

- Es fundamental agilizar los procedimientos administrativos para que se cumplan los plazos legales y se potencie la participación pública.
- Será necesario dotar a la administración pública de los suficientes recursos materiales y humanos para ello.

DOCUMENTACIÓN

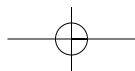
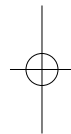
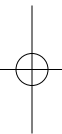
- Se deben aprovechar todas las tecnologías disponibles para mejorar la accesibilidad a la información ambiental.
- La autoría de toda la documentación presentada debe quedar suficientemente acreditada, para la asunción de responsabilidades.
- Debe haber directrices específicas del órgano ambiental que delimiten el contenido de los estudios de impacto.
- Los estudios ambientales deben valorarse en su justa medida y ser presupuestados en consecuencia.

METODOLOGÍAS

- Los planes y programas deben analizarse desde una perspectiva ambiental estratégica, diferenciando sus metodologías de las de evaluación de proyectos.
- Se hace necesaria una planificación estratégica territorial y sectorial que fije las bases del desarrollo posterior.

VIGILANCIA

- La vigilancia sigue siendo uno de los puntos débiles de la evaluación ambiental.
- Habría que potenciar el control de las administraciones públicas, dotando al órgano ambiental de más competencias.



BLOQUE I

METODOLOGÍAS EIA

VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE DEL MONUMENTO NATURAL DE LOS PALANCARES Y TIERRA MUERTA (CUENCA)

Andrés Abellán, M.¹; Lucas Borja, M. E.²; Del Cerro Barja, A.³; García Morote, F. A.⁴, y López Serrano, F. R.⁵

^{1,2,3,4,5} Universidad de Castilla-La Mancha. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete. Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal. Miembros del Área de Tecnologías del Medio Ambiente Campus Universitario, s/n. - 02071 Albacete (España)
e-mail: manuela.andres@uclm.es

Resumen

En este trabajo se aplica un método cualitativo de valoración de la calidad intrínseca del paisaje en el Monumento Natural de los Palancares y Tierra Muerta (Serranía de Cuenca), para evaluar los impactos ambientales que se han ocasionado en los últimos años por diversas actuaciones (especialmente por las visitas turísticas a las famosas "Torcas"). Todo ello como paso previo a una propuesta de gestión sostenible de estos montes, que se está actualmente desarrollando.

La calidad intrínseca visual del paisaje se ha determinado de forma estructural, a partir de la consideración conjunta de la calidad de los elementos que constituyen las diversas unidades de paisaje (relieve, vegetación, agua, elementos antrópicos y entorno adyacente), y de la singularidad de los mismos. La comparación del cambio producido en la calidad visual intrínseca del paisaje por una actuación determinada, ponderado por el factor de visibilidad de la misma (determinado por los condicionantes visibles de las actuaciones, como los puntos de observación, la distancia de la observación, la frecuencia de observación y la cuenca visual), puede servir de indicador de impactos paisajísticos.

Palabras clave: Paisaje, visibilidad, calidad intrínseca, Evaluación de Impacto Ambiental.

Abstract

This study uses a qualitative method to assess the intrinsic visual quality of a landscape in Monumento Natural de los Palancares y Tierra Muerta, in the Serranía de Cuenca (Cuenca range, Spain), to assess the environmental impact caused in recent years by several actions (particularly by touristic visits to its most beautiful landscape, the "Torcas"). All this is a first step in a program of sustainable management of these mountains.

The intrinsic visual quality has been determined in from a structural approach, considering jointly the quality and singularity of the elements that form the units of the landscape (height, vegetation, water reservoirs, man made constructions, and surrounding area). Assessing the change produced in the intrinsic visual quality of a landscape by any action can be used as an index of the environmental impact on natural landscapes (although weighing it according to the visibility of the change caused by condicionantes visibles de las actuaciones, the main points of match, distance from them to the modified landscape, frequency of observation and viewshed).

Keywords: Landscape, visibility, intrinsic quality, Environmental Impact Assessment.

Introducción

El paisaje es un recurso natural (Directiva 11/97 CE) que ha adquirido en los últimos años una gran importancia por su aplicación en estudios sobre medio ambiente y por proporcionar una visión conjunta de los elementos de un territorio. Se observa una tendencia cada vez mayor a objetivarlo en los estudios del territorio, así como a protegerlo y a gestionarlo de forma sostenible. Dos antecedentes claros han impulsado este hecho, la Convención Europea del Paisaje, celebrada en Florencia en el 2000, donde los países participantes se comprometen entre otras cosas a reconocer jurídicamente los paisajes, a protegerlos, gestionarlos y ordenarlos, y a integrarlos en las políticas sectoriales; y la Carta Española de las Montañas, en 2002, donde se recoge que estas son las reservas de paisajes que han de ser conservados, protegidos y rehabilitados, a la vez que se intenta mejorar la calidad de vida de la población local (1).

Muchas acepciones diferentes se han atribuido al paisaje, así como también han sido muy diversas las formas de concebirlo y analizarlo. A grandes rasgos podemos resumir diferentes formas de abordar el paisaje: paisaje total, como unidad estructurada por unos componentes que interrelacionan; paisaje visual, según lo que el observador es capaz de percibir (2 y 3); y más recientemente, paisaje como función ambiental para suministrar bienes y servicios ambientales a la humanidad (4). Según la opinión de varios expertos, una manera de valorar el paisaje en los estudios técnicos de medio ambiente, como Estudios de Impacto Ambiental (Es.I.A) implicaría analizar la calidad paisajística o calidad visual intrínseca del pai-

saje definida por sus componentes físicos y biológicos, y la visibilidad de la actuación proyectada. Ambas características influyen en la fragilidad del paisaje o capacidad del mismo para absorber cambios, y en la gravedad de los impactos producidos (5, 6, 7 y 8).

En este trabajo se aplica un modelo para valorar la calidad intrínseca visual del paisaje en el Monumento Natural de los Palancares y Tierra Muerta (Cuenca) y evaluar los impactos paisajísticos ocasionados en ese paraje singular por el creciente uso recreativo (9 y 10). Para ello se ha analizado el cambio en la calidad intrínseca del paisaje durante los últimos cuatro años y el grado de visibilidad de dicha actividad. Es un modelo cualitativo, y aunque está sujeto a cierta subjetividad, permite hacer una previa estimación de impactos manejando con cierta flexibilidad aspectos muy diversos y parámetros difícilmente cuantificables. Estimación que en muchos casos ha de completarse con estudios más específicos.

Objetivos

Proporcionar una herramienta fácilmente aplicable a estudios técnicos, como Estudios de Impacto Ambiental, Planificación y Ordenación de usos, etc., que permita integrar y sintetizar aspectos tan diversos como los referentes a los componentes estructurales del paisaje (sustrato físico, elemento vegetal y acciones introducidas por el hombre).

Implementar en un SIG, la información global codificada numéricamente, para representar espacialmente y cartografiar la calidad de un territorio para su gestión.

Zona de estudio

Monte "Los Palancares y Agregados", localizado a unos 15 km al este de la ciudad de Cuenca. Se encuentra situado dentro del Monumento Natural de Palancares y Tierra Muerta, creado por el Decreto 2/2001, de 16 de enero, con una superficie total de 18.048 ha. A su vez se integra en una Zona LIC (Serranía de Cuenca –ES4230014–; Directiva 92/43/CEE) y en una Zona ZEPA (Serranía de Cuenca –ES0000162–; Directiva 79/409/CEE).

Topográficamente se caracteriza por un relieve muy suave, algo más abrupto en su extremo noroccidental, por la presencia de hundimientos o torcas. Los límites altitudinales oscilan entre 1.150-1.300 m. Domina un sustrato calizo, con suelos sueltos, profundos y desarrollados como consecuencia de la inexistencia de fuertes pendientes.

Clima mediterráneo genuino, moderadamente cálido (IV6)¹, con una Tm anual de 13,4° C (oscilación térmica de 21,2° C); Pm anuales moderadas (623 mm) y

¹ Según Allúe Andrade, 1990.

sequía estival no muy acusada (100 mm). Según Rivas Martínez (1987), en la vegetación de la zona nos encontramos dos series destacadas: serie supra-mesomediterránea de los sabinos albares² y serie supra-mesomediterránea de los melojares y quejigares³.

La calidad del suelo y las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de una rica vegetación dominada por especies de gran interés ecológico como: *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmanii* (Dunal) Franco, *Quercus ilex* L. ssp. *rotundifolia*, *Quercus faginea* Lamb., *Juniperus thurifera* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Rubus* sp., *Rosa* sp., *Genista scorpius* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Taxus baccata*, *Acer monspessulanum*, *Corylus avellana*...

La visita a las torcas o formaciones geomorfológicas singulares se ha convertido en los últimos años en un atractivo turístico, que se ha intensificado de forma considerable poniendo en peligro los valores naturales de la zona.

Metodología

Se ha seguido el siguiente esquema de trabajo:

1. **Realización del inventario paisajístico:** definición de unidades de paisaje en el territorio o área de trabajo, y descripción de sus componentes físicos y biológicos.
2. **Valoración de la calidad visual intrínseca del paisaje,** en base a la calidad y singularidad de los elementos que lo integran (11 y 12): *Relieve o geomorfología, vegetación, agua, elementos antrópicos y entorno adyacente.* Estos elementos básicos del paisaje y su singularidad han sido puntuados con una escala de 0 a 4 unidades de calidad según unos criterios propuestos por diversos expertos (tablas 1 y 2). Todo ello se ha relacionado como se especifica en la figura 1, relativizando la valoración de los elementos (V_e) y de la singularidad (V_s), al valor máximo de calidad del paisaje⁴.
3. **Cálculo del factor de visibilidad** de la actividad recreativa⁵, desde los puntos de observación más frecuentados, teniendo en cuenta su distancia y la cuenca visual (tabla 3).

² Serie supramediterránea maestrazgo-ibérico-alcarreña de *Juniperus thurifera* (*Juniperetum hemisphericum-thuriferæ*).

³ Serie supra-mesomediterránea castellano-alcarreño-manchega basófila del quejigo (*Quercus faginea* ssp. *faginea*) (*Cephalanthero longifoliae-Querceto fagineae sigmetum*).

⁴ 84 unidades, correspondientes a 21 criterios o parámetros considerados en la valoración, por 4 unidades o valor máximo de calidad para cada uno de ellos.

⁵ Si la actividad no es visible desde ningún punto transitado, el factor de visibilidad tomaría valor 1, pues la alteración producida en el paisaje no se vería resaltada por la visibi-

4. **Cálculo de índice de alteración paisajística** (10) por diferencia entre la calidad intrínseca visual del paisaje estimada en la zona al comienzo del estudio y la calidad intrínseca visual del paisaje actual calculada transcurridos cuatro años, ponderado por el factor de visibilidad (figura 1). Puede tomar valores entre -200 (máximo impacto paisajístico negativo) y +200 (máximo impacto paisajístico positivo), si bien dentro de ese rango pueden establecerse intervalos numéricos, categorías o tipos jerárquicos de impactos diferentes.

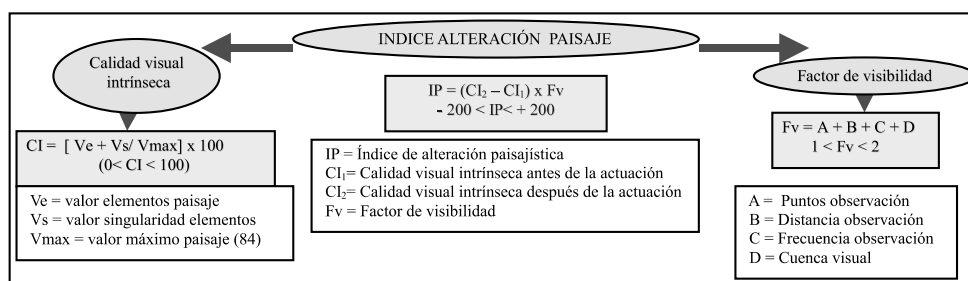


Figura 1. Esquema general del modelo propuesto para valorar impactos paisajísticos

lidad. Si fuera visible desde alguna zona o punto transitado, el factor estaría entre un valor mínimo de 1,2 para condiciones más adversas de visibilidad (máxima distancia de observación, mínima frecuencia y cuenca visual) y un valor máximo de 2 para las condiciones más visibles (mínima distancia de observación, máxima frecuencia y máxima cuenca visual). En este caso se considera que el hecho de que exista visibilidad, aunque mínima, sobre la zona de actuación resaltaría una posible alteración sobre el paisaje.

TABLA 1

Criterios para la asignación de valores en la calidad intrínseca del paisaje

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE (Andrés et al., 2000)		VALOR CALIDAD					
ELEMENTOS DEL PAISAJE		0	1	2	3	4	
RELIEVE	Complejidad Topográfica	Muy alta				•	
		Alta			•		
		Media		•			
		Baja		•			
	Muy baja	•					
	Pendiente	Muy escarpada : >50 %					•
		Fuerte : 30 – 50 %				•	
		Moderada : 20 – 30 %			•		
		Suave : 10 – 20 %		•			
	Liana o muy suave : <10 %	•					
F. Geológicas	Presencia de formaciones geológicas relevantes					•	
	Ausencia de formaciones geológicas relevantes	•					
VEGETACIÓN	Grado de Cubierta	75 – 100 %				•	
		50 - 75 %			•		
		25 - 50 %		•			
		5 - 25 %	•				
		< 5 %	•				
	Densidad	Especie muy abundante					•
		Especie abundante				•	
		Especie frecuente			•		
		Especie escasa		•			
		Especie muy escasa	•				
	Distribución Horizontal	Vegetación cerrada					•
		Vegetación abierta			•		
		Vegetación dispersa		•			
		Ausencia de vegetación	•				
	Altura del estrato superior	Estrato de árboles altos : > 15 m					•
		Estrato de árboles intermedios : 8 - 15 m				•	
		Árboles bajos y/o matorral alto : 3 - 8 m			•		
		Matorrales bajos y/o estrato herbáceo alto : < 3 m		•			
		Ausencia casi total de vegetación	•				
	Diversidad Cromática	Muy alta					•
		Alta				•	
		Media			•		
Baja			•				
Muy baja	•						
Contraste Cromático	Muy acusado : ricas combinaciones, variedad de colores fuertes					•	
	Acusado : variaciones de color acusadas				•		
	Medio : alguna variación, pero no dominante			•			
	Bajo : Tonos apagados, poca variedad de colores		•				
	Muy bajo : no hay variaciones ni contraste de color	•					
Estacionalidad	Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales					•	
	Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados				•		
	Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)			•			
	Vegetación monocromática uniforme, con contraste estacional nulo o muy bajo		•				
	Ausencia casi total de vegetación	•					
AGUA	Superficie De agua vista	Presencia de agua en láminas superficiales (lagos, pantanos, etc)				•	
		Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc)				•	
		Presencia puntual de agua (fuentes, manantiales, etc)			•		
		No presencia de agua	•				
	Estacionalidad del caudal	Caudal permanente					•
		Caudal estacional, presente más de 6 meses al año				•	
		Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año			•		
	Apariencia subjetiva del agua	Aguas de apariencia limpia y clara					•
		Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias				•	
		Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable		•			
Existencia puntos singulares	Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles					•	
	Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles				•		
	Ausencia de puntos singulares	•					

TABLA 2
Criterios para la asignación de valores en la calidad intrínseca del paisaje
(Continuación)

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE (Andrés et al., 2000)			VALOR CALIDAD				
ELEMENTOS DEL PAISAJE			0	1	2	3	4
ELEMENTOS ANTRÓPICOS	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales (dehesas, etc)					●
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas				●	
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad			●		
		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva		●			
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas	●				
	Densidad Viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas					●
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad				●	
		Vías de tráfico intenso en las cercanías de la unidad			●		
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad		●			
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad	●				
	Construcción infraestructs.	Ausencia de construcciones e infraestructuras					●
		Construcciones tradicionales, integradas en el paisaje o con valor artístico				●	
		Construcciones no tradicionales, de carácter puntual o lineal (líneas eléct., repetidores)		●			
	Explotaciones Industriales o mineras	Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)	●				
		Ausencia de explotaciones en la unidad y sus cercanías					●
		Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad			●		
R.histórico-culturales	Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad	●					
	Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en uso					●	
	Presencia de algún valor poco relevante, no tradicional o en desuso			●			
ENTORNO	Escenario adyacente	Ausencia de cualquier valor	●				
		Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio					●
		Son inferiores a las del territorio, pero no lo realzan de forma notable				●	
		Similares a las del espacio estudiado			●		
		Superiores a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo		●			
SINGULARIDAD DE ELEMENTOS DEL PAISAJE			0	1	2	3	4
Rasgos paisajísticos Singulares		Notablemente superiores a las del espacio estudiado	●				
		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales					●
		Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes				●	
		Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región			●		
		Elementos paisajísticos bastante comunes en la región		●			
Ausencia de elementos singulares relevantes			●				

TABLA 3
Valoración de las condiciones de visibilidad de la actividad.
Factor de visibilidad

FACTOR DE VISIBILIDAD DE LA ACTUACIÓN (Andrés et al., 2000)		0,2	0,3	0,4	0,5	1
Puntos Observación	Área no visible desde zonas transitadas					●
	Área visible desde puntos o zonas transitadas				●	
Distancia Observación	Lejana (> 800 m)		●			
	Media (200 – 800 m)			●		
	Próxima (0 – 200 m)				●	
Frecuencia Observación	Zonas observación escasamente transitadas	●				
	Zonas observación poco frecuentadas, de forma esporádica		●			
	Zonas observación frecuentadas periódicamente			●		
	Zonas muy frecuentadas, de forma continua				●	
Cuenca Visual	0 – 25 %	●				
	26 - 50 %		●			
	51 - 75 %			●		
	76 - 100 %				●	

Resultados y discusión

La aplicación de este modelo a la zona de estudio ha permitido abordar conjuntamente aspectos muy diversos necesarios para definir la calidad en una unidad de paisaje y estimar el cambio que se ha ocasionado por la intensificación del uso recreativo. Así, se ha valorado la calidad intrínseca visual de una unidad de paisaje en el inventario ambiental según los criterios del modelo ($CI_1 = [(39,3 + 4)/84] \times 100 = 52\%$); los posibles cambios en los mismos criterios de referencia ocasionados en los últimos cuatro años por los visitantes ($CI_2 = [(37,3 + 4) / 84] \times 100 = 49\%$), y la visibilidad de la actividad ($Fv = 0,5 + 0,3 + 0,4 + 0,2 = 1,4$). El impacto paisajístico final [$IP = (CI_2 - CI_1) \times Fv = (-3) \times 1,4 = -4,2$] se tipifica posteriormente en rangos de importancia dentro del intervalo (± 200). En este caso concreto el cambio final se consideraría moderado, no obstante ante la importante afección que se ha observado en uno de los parámetros (el grado de cubierta y densidad del estrato arbustivo y herbáceo en las proximidades a los senderos de los itinerarios de los visitantes), y la insuficiencia del modelo para abordarlo más minuciosamente, se propone pormenorizar en su estudio.

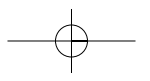
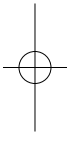
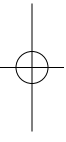
Conclusiones

- El modelo es aplicable a Estudios de Impacto Ambiental por el carácter integrador y globalizador de diversos aspectos de un territorio.
- El elevado conjunto de parámetros y su caracterización cualitativa puede infravalorar impactos críticos sobre alguno de ellos. En ese caso se tendría que completar con un análisis más minucioso del impacto concreto.
- Modelo de identificación que permite hacer una primera estimación de los impactos ambientales, siendo necesario complementarse con estudios detallados de fauna y de preferencias de los usuarios sobre el paisaje, mediante encuestas relativas a aspectos estéticos, emocionales y sentimentales.

Bibliografía

- (1) Abad Soria, J., y García Quiroga, F. (2006): "Análisis y Valoración del Paisaje en las Sierras de la Paramera y La Serrota (Ávila)", *Revista Electrónica de Medioambiente*, 1: 97-119.
- (2) Álvarez, M., y Espluga, A. P. (1999): *Introducción al paisaje*. En: Otero, I. (Ed.): *Paisaje, Teledetección y SIG. Conceptos y aplicaciones*, Madrid, Fundación Conde del Valle de Salazar.
- (3) Conesa, V. (1995): *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*, Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- (4) De Groot, R.; Wilson, M., y Boumans, R. (2002): "A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services", *Ecological Economics*, 41: 393-408.

- (5) Litton, R. B. (1973): *Landscape Control Points: A procedure for Predicting and Monitoring visual Impacts*, U.S.D.A. Forest Service Research Paper, PSW-1. Berkeley, California.
- (6) Villarino, T. (1984): *Unidad Didáctica sobre Paisaje*. En: *Curso sobre Evaluación de impacto Ambiental*, CEOTMA, Madrid.
- (7) Castellón, V., et al (1985): *Estudio del paisaje en la zona de Peña del Águila y Monte de las Cenizas (Murcia)*, Cátedra de Planificación y Proyectos, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (ETSIM), Madrid.
- (8) Pastor, P. (1994): *La evaluación de impacto ambiental. Concepto y estudios a realizar*, Instituto de Investigaciones Ecológicas, Málaga.
- (9) Andrés, M.; Molina, L., y Del Cerro, A. (2000): "Modelo propuesto para valorar alteraciones paisajísticas visuales en las E.I.A. Aplicación práctica en la Sierra de Alcaraz (Albacete)", *Montes*, 61: 25-36.
- (10) Andrés, M.; Molina, L.; Del Cerro, A., y García Morote, A. (2006): *El paisaje en los estudios de impacto ambiental*. En: Andrés, M., y García Morote, A. (Ed.): *La Evaluación del impacto ambiental de proyectos y actividades agroforestales*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, *Colección Monografías*, 48: 293-309.
- (11) Dunn, M. C. (1974): *Landscape evaluation techniques: An appraisal and review of the literature*, Centre of Urban and Regional Studies, University of Birmingham.
- (12) Queijeiro, J. M. G. (1989): "Valoración del paisaje y ordenación del territorio en los medios costeros de Galicia", *Options Méditerranéennes-Série Séminaires*, 3: 271-274, 1989.



METODOLOGÍA PARA ESTUDIAR EL IMPACTO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA APLICACIÓN DE LODOS DE DEPURADORA AL SUELO. EFECTOS EN EL SECUESTRO DE CARBONO

Casermeiro, M. A.¹; Castaño, S.²; De la Cruz, M. T.³;
García-Montero, L. G.⁴; Hernando, M. I.⁵, y Navarro-García, F.⁶

¹ Departamento de Edafología, Facultad de Farmacia. UCM
Plaza Ramón y Cajal, s/n. - 28040 Madrid - caserme@farm.ucm.es

² IGME - Río Rosas, 23 - 28003 Madrid

^{3,4,5} Departamento de Edafología, Facultad de Farmacia. UCM
Plaza Ramón y Cajal, s/n. - 28040 Madrid

⁶ Departamento de Microbiología II, Facultad de Farmacia. UCM
Plaza Ramón y Cajal, s/n. - 28040 Madrid - e-mail: fnavarro@farm.ucm.es

Resumen

El ciclo del carbono está siendo revisado en los últimos años, sobre todo por su influencia en el cambio climático. La generación de gases causantes del efecto invernadero por las actividades humanas parece ser su directo responsable, pero otros fenómenos, como la pérdida de carbono por los suelos, parecen ser también importantes. Una forma eficaz de restituir ese carbono a los suelos podría ser mediante el uso de enmiendas formadas por los lodos de depuradoras de aguas residuales (LDAR). Un incremento en la tasa de humificación versus mineralización a partir de estas enmiendas permitiría secuestrar cantidades importantes de carbono en el suelo.

El Plan Nacional de Lodos de Depuradora supone un fuerte incremento en la producción de LDAR que deben ser tratados con el objetivo de cumplir las necesidades de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero propuestas en el protocolo de Kyoto. Para ello es necesario tener datos objetivos que ayuden a la toma de decisiones por parte de las autoridades pertinentes.

Este proyecto de investigación se articula a partir de un experimento desarrollado *ad hoc* donde se propone comparar el funcionamiento de un suelo (sistema abierto a intercambios de materia y energía) agrícola frente al mismo suelo

al cual se le aplica una enmienda de lodos de depuradora de aguas residuales urbanas.

Palabras clave: Cambio climático, lodo depuradora, evaluación impacto ambiental.

Abstract

The carbon cycle is being revisited because of its influence in the climatic change. The generation of greenhouse gasses due human activities seems to be origin of this change. Loss of soil carbon, among other phenomena, is also being re-evaluated and found to be important. This carbon loss could be restored by municipal wastewater sludge amendments. Urban sludge is becoming a problem in our societies because of its increasing rates. Although the main use of this bio-waste is as soil amendment, little is known about its influence on climatic change as a source of greenhouse gasses. A subtle increase in the humification/mineralization rate using these amendments would increase significant carbon sequestration in soils.

Key words: Global climate change, urban wastewater sludge, Environmental Impact Assessment.

Introducción y objetivos

El cambio climático global debido a los gases que producen el efecto invernadero es uno de los principales problemas ambientales a los que se enfrenta la humanidad. De hecho, está considerado como uno de los principales retos para la comunidad científica por la prestigiosa revista *Science* (www.sciencemag.org). Hasta el momento nunca se había producido un aumento de CO₂ en la atmósfera tan acusado y es, presumiblemente, debido a diversas actividades humanas como el incremento en el consumo de combustibles fósiles (IPCC 2001). Por esta razón numerosos informes oficiales de la Comisión Internacional de Expertos sobre Cambio Climático y muchas aportaciones de la comunidad científica han alertado sobre este problema que afecta a todo el planeta (IPCC 2005).

Otro problema ambiental destacable en los países industrializados es el de las aguas residuales urbanas, que deben ser sometidas a tratamientos para la eliminación, entre otros productos, de la materia orgánica (Directiva marco del agua 2000/60/UE) (UE 2000). El resultado del proceso de depuración de las aguas es la producción de ingentes cantidades de lodos de depuradora (LDAR) que se han utilizado preferentemente con fines agrícolas. En el Plan Nacional (PN) de LDAR se indica que la opción MÁS SOSTENIBLE es el RECICLAJE mediante SU APLICACIÓN AL SUELO. De hecho, el uso previsto para los LDAR en el año 2005 es primordialmente agrícola, puesto que el 65% de los producidos tenían este fin. Adicionalmente un 15% es eliminado en vertederos. En este contexto no existen muchas experiencias en

climas mediterráneos que hayan evaluado la aplicación de lodos de depuradora al suelo. En el contexto nacional un factor clave es el clima, tanto como condicionante de los procesos de humificación y mineralización, como del secuestro de Carbono de forma inorgánica (CaCO_3). En líneas generales, a mayor temperatura se produce mayor respiración por parte del suelo. Sin embargo, la humedad del suelo en climas mediterráneos o semiáridos es muy importante y condiciona la tasa de respiración (Conant, Dalla-Betta *et al.*, 2004). Hasta el momento existen pocas experiencias en climas mediterráneos (Maestre y Cortina, 2003) donde el secuestro de carbono en forma inorgánica permitiría la eliminación de ingentes cantidades de carbono, evitando así su emisión a la atmósfera (Mermut, 2003). En este trabajo se propone una metodología experimental que tiene como fin el establecimiento de criterios para la Evaluación Ambiental de futuros planes de manejo de lodos de depuradora.

Diseño experimental

Se han diseñado 3 bloques de 8 parcelas experimentales cada uno, con una superficie de 15 m^2 cada parcela y separadas cada una de ellas 5 m de las adyacentes. Se ha realizado una aplicación en el mes de junio de dos lodos diferentes aerobios y anaerobios, en dosis crecientes y distribuidos aleatoriamente tal y como se indica en la figura 1. La aplicación de lodos se realizó manualmente, homogeneizándose posteriormente con un motocultor para incorporar los lodos hasta una profundidad de 20 cm.

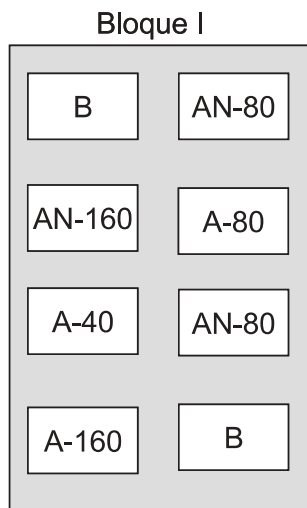


Figura 1. Distribución de lodos por bloque ($n = 3$)

En estos momentos se están determinando las características edáficas, químicas y microbiológicas normales presentes en el suelo. El análisis edafológico incluye la apertura de un perfil tipo y el muestreo de los horizontes superficiales de los suelos donde se aplicarán los lodos. Se llevará a cabo una descripción morfológica de los horizontes del suelo siguiendo la metodología propuesta por ISRIC y la FAO (ISRIC, 1995). En cada uno de los horizontes se analizará: la textura, pH en agua y KCl; conductividad eléctrica, contenido en humedad y capacidad de retención de agua, carbono orgánico, nitrógeno total, y fósforo soluble. Para la caracterización de los microorganismos del suelo se realizarán análisis del número total de microorganismos por citometría de flujo (con fluorocromos específicos para levaduras, hongos y bacterias); análisis del número de microorganismos viables por el método de siembra en superficie (Pepper y Gerba, 2004). Así como el análisis del perfil fermentador de diversas fuentes de carbono para observar cambios globales de las poblaciones en los distintos estratos (Campbell *et al*, 2003). Por último se determinará la presencia de coliformes totales y fecales, así como enterococos fecales, con el fin de comprobar la transmisión y persistencia de microorganismos procedentes de aguas fecales (BOE 1990, Real Decreto 140/2003).

Tras la aplicación de los lodos de forma aleatoria en las distintas parcelas, se comenzarán a recoger los datos de la variación física, química y microbiológica tanto del lodo utilizado como del suelo subyacente. Se propone la medida de las emisiones de CO₂ utilizando un detector de infrarrojos (Licor 8100), las modificaciones en la microbiota del suelo y los procesos de lixiviación en las distintas parcelas durante el período de duración del proyecto de investigación que finalizará en 2009.

Resultados

Se han utilizado dos lodos de depuradora distintos procedentes de dos tratamientos diferentes: aerobio y anaerobio. Estos lodos son una fuente de carbono y de microorganismos que van a interactuar con las condiciones iniciales del suelo. Los principales datos de los lodos aplicados se presentan en la tabla 1.

TABLA 1
Datos analíticos de los lodos aplicados

EDAR	Tratamiento	Ms	Mo	Norg	P	pH	Fe tot	K	Ca	Mg
Alcalá Este	anaerobio	25	64	6,1	1,4	8,0	1,0	0,32	3,5	0,51
Campo Real	aerobio	14	75	4,2	1,7	8,2	0,4	0,54	3,5	0,30

Ms: Materia seca en %; Mo: Materia orgánica en % sobre materia seca, Norg: Nitrógeno total, en % sobre materia seca, P, K, Ca, Mg, en % sobre materia seca, Fe tot: Hierro total, en % sobre materia seca.

Los lodos aplicados presentan valores similares a los de otras depuradoras de la Comunidad de Madrid, y básicamente son una fuente de carbono y nitrógeno con valores elevados de nutrientes mayoritarios para el establecimiento de la vegetación y/o de las comunidades microbianas, los valores de pH son moderadamente básicos análogos a los obtenidos en el estudio del suelo.

Se han realizado las determinaciones de los niveles basales de carbono y los primeros muestreos de los suelos una vez aplicados los lodos. Sin embargo, dado el corto período de tiempo muestreado, no es posible analizar secuencias temporales en la evolución del carbono. En cualquier caso, los datos hasta ahora obtenidos (tabla 2) muestran que no se ha producido una incorporación muy significativa de la materia orgánica a la tierra fina del suelo (fracción menor de 2 mm). Se aprecian pautas variables en cuanto a la evolución del carbono orgánico, produciéndose en ocasiones un aumento de los valores de carbono y en otros casos una disminución. Esto puede ser debido, tal y como sugieren algunos autores (Mermut, 2003), a la diferente tasa de mineralización que puede haberse producido durante los meses estivales.

TABLA 2

Evolución temporal del contenido en carbono (n = 6 blancos, n = 3 resto dosis)

Lodo	Dosis	Profundidad	C.O. g/kg	
			06/07	09/07
B	B	0-20	10,57	12,97
B	B	20-40	10,28	11,45
A	40	0-20	13,31	14,42
A	40	20-40	11,53	13,02
A	80	0-20	15,02	13,83
A	80	20-40	13,40	13,87
A	160	0-20	19,15	18,90
A	160	20-40	15,34	12,99
AN	40	0-20	9,95	14,08
AN	40	20-40	11,83	12,10
AN	80	0-20	13,43	12,25
AN	80	20-40	11,95	11,95
AN	160	0-20	17,92	14,80
AN	160	20-40	12,29	11,80

A = Lodos aerobios; AN = Lodos anaerobios, Dosis en g C/m²; profundidad en cm
C.O. = Carbono orgánico

En relación a los parámetros microbiológicos, se ha procedido a la identificación de los principales grupos de microorganismos que habitan el suelo en las condiciones naturales, así como las poblaciones de los lodos.

Conclusiones

Los datos hasta ahora obtenidos no permiten establecer conclusiones definitivas; sin embargo, se puede indicar que el proceso de incorporación de la materia orgánica al suelo es moderado y que se produce una fuerte disminución de las poblaciones microbianas provenientes de los lodos de depuradora, que son paulatinamente sustituidos por poblaciones del suelo.

Agradecimientos

Este trabajo se está realizando gracias a la financiación del proyecto CGL2006-13915. Los autores quieren dar las gracias al Canal de Isabel II por la cesión de los lodos y al IMIDRA por la cesión de uso de sus instalaciones en la finca experimental de Arganda.

Bibliografía

- BOE (1990). Real Decreto 1310, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario. 262 de 01/11/90.
- Campbell, C. D.; Chapman, S. J.; Cameron, C. M.; Davidson, M. S., y Potts, J. M. (2003): "A rapid microtiter plate method to measure carbon dioxide evolved from carbon substrate amendments so as to determine the physiological profiles of soil microbial communities by using whole soil", *Appl. Environ. Microbiol.*, 69, 3593-3599.
- Conant, R. T., y P. Dalla-Betta, et al. (2004): "Control on soil respiration in semiarid soils", *Soil Biol. Biochem.*, 36: 945-951.
- ISRIC (1995): *Procedures for soil analysis*, Wageningen, ISRIC.
- IPCC (2001): *Cambio climático 2001: Informe de Síntesis*, Wembley, Grupo intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.
- IPCC (2005): *Special Report on Carbon Dioxide Capture and storage*, London, International Panel of Climate Change.
- Maestre, F. T., y Cortina, J. (2003): "Small-scale spatial variation in soil CO₂ efflux in a Mediterranean semiarid steppe", *Applied Soil Ecology*, 23: 199-209.
- Mermut, A. R. (2003): *Carbon Sequestration and its importance in semiarid and Desert Environments. Sustainable use and management of soil in arid and semiarid regions*. A. Faz, R. Ortiz y A. Mermut, Murcia.
- Pepper, I. L., y Gerba, C. P. (2004): *Environmental Microbiology: a laboratory manual*, 2nd edition, Elsevier Academic Press.
- UE (2000): Directiva marco del agua 60/2000.

METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA: APLICACIÓN AL SECTOR QUESERO

Corrêa Guimarães, A.¹; Pereda Cisneros, V.²; Navas Gracia, L. M.³; Martín Gil, J.⁴; Hernández Navarro, S.⁵, y Sánchez Bascones, M.⁶

¹ Escuela Politécnica Superior, Universidad Europea Miguel de Cervantes
Padre Julio Chevalier, 2 - 47012 Valladolid
Tel.: +34 983 22 85 08 - Fax: +34 983 27 89 58 - e-mail: acorrea@uemc.edu
^{2,3,4,5,6} ETS Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid

Resumen

Se ha desarrollado una metodología para gestionar las aguas residuales de la industria agroalimentaria con el fin de reutilizar estos efluentes para el riego agrícola y evitar el impacto ambiental que provocan sobre ríos y suelos. Con la ayuda de un programa informático de gestión se elabora el "agua objeto" de riego, la cual tendrá las características que desee el agricultor o gestor.

Se ha estudiado una aplicación de la metodología de gestión para el sector quesero, tipificándolo en tres queserías modelo, para las cuales se ha analizado los parámetros de calidad de sus vertidos. Se han seleccionado tres cultivos agrícolas predominantes en Castilla y León, y en función de sus necesidades hídricas se ha elaborado un calendario de riegos con la reutilización del agua residual mezclada con otras fuentes de agua disponibles en la explotación, controlando el volumen de mezclas según las necesidades de los cultivos.

Palabras clave: Reutilización, Aguas residuales, Industria agroalimentaria, Gestión informática.

Abstract

A methodology has been developed to manage residual water of the agro-alimentary industry with the purpose of reusing the effluents to irrigate and to avoid

the environmental impact that these spills cause on the rivers and the soil. With the aid of a computer program, the water for irrigation is elaborated that will have the required characteristics.

An application of the methodology for the cheese industry has been studied with three types of cheese factories, analyzing the parameters of quality of its spills. Three important crops of Castilla y León have been selected and, based on the necessities of these crops, a calendar of irrigations has been elaborated with reuse of the residual water mixed with other water sources available, controlling the volume of mixtures in agreement with the requirements of the plants.

Key words: Reuse, Residual Water, Agro-alimentary industry, Computer Management.

Introducción

El sector agroalimentario español se encuentra actualmente en una importante encrucijada, la cual se plantea por la constante necesidad de renovación tecnológica, por un cada vez más estricto pero imprescindible marco legal de actuación y por encontrarse sometido a una fuerte presión por parte de la sociedad en general, cuyos integrantes desean consumir productos seguros y de calidad que hayan sido producidos mediante medios respetuosos con el medio ambiente. Por ello, cada vez más se presenta con gran relevancia la aplicación de nuevos métodos que busquen acondicionar y aprovechar los vertidos de las industrias agroalimentarias (Cajigas, 2000), así como conseguir la disminución del coste de los tratamientos de acondicionamiento.

Por otro lado, las aguas residuales de las industrias agroalimentarias son muy variables en su composición, como lo son los productos generados, y, por lo tanto, son difíciles de caracterizar de forma general, tanto en cantidad como en calidad (González, 2003). Esta dificultad está en gran parte debida a la estacionalidad de los productos utilizados y obtenidos, que confiere una enorme variabilidad a los efluentes en función de la época del año, y a la gran diversidad de industrias agroalimentarias y de explotaciones agrarias, que proporcionan a cada uno de sus respectivos efluentes unas características específicas. También es de reseñar la dificultad de caracterización asociada al muestreo de tales efluentes, los cuales además poseen características que evolucionan rápidamente en el tiempo (Rodríguez, 1997).

En relación con la generación de aguas residuales por parte del sector industrial quesero, la carga hidráulica de vertido de las industrias se caracteriza por su variabilidad en volumen, composición y concentración, dependiendo del plan de producción, métodos de operación y diseño de la planta (García, 1997). Además, destaca por su irregularidad a lo largo del día e incluso a lo largo de la temporada productiva. Así, por ejemplo, la carga contaminante de una fábrica de quesos alcanza unos valores máximos por la mañana, durante las horas de recepción de la leche, y en las últimas horas de la jornada laboral, cuando se realiza la lim-

pieza de equipos. La composición media de estos vertidos es la siguiente (González, 2003):

- Materia orgánica: 63% respecto a materia seca.
- Nitrógeno: 7% respecto a materia seca.
- Ácido fosfórico: 7% respecto a materia seca.
- Potasio: 0,7% respecto a materia seca.
- Metales tóxicos: Si aparecen, lo hacen en pequeñísima cantidad.

Por su parte, una gran parte de las industrias queseras no disponen de estaciones de depuración debido a que los costes de su instalación son incompatibles con la rentabilidad económica de la explotación. No obstante, el sector ya tiene asumido en gran parte un catálogo de buenas prácticas para reducir el volumen y la carga contaminante de los efluentes, como son ahorrar en el empleo de agua en las fases de fabricación, separar las aguas utilizadas según su origen, recuperar y utilizar las aguas de enfriamiento, recuperar las pérdidas de productos lecheros (leche y suero), reutilizar las aguas de cambio térmico, reciclar las soluciones de limpieza y las salmueras o recuperar de aguas de lavado y purgas (García, 1997).

Castilla y León cuenta con 139 industrias queseras, predominando las de mediana o pequeña dimensión, llegando a producir la cuarta parte del total de queso elaborado en España (alrededor de 65 millones de kg anuales).

Objetivos

El objetivo de este trabajo es formular una metodología de gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias, con aplicación al sector quesero de Castilla y León, con el fin de conseguir la reutilización de estas aguas residuales para riego agrícola; obteniendo no sólo el control y la eliminación de su contaminación, sino también el aprovechamiento de estos efluentes. Se plantea así una alternativa sostenible para el impacto ambiental que provocan las aguas residuales de este tipo de industria, alternativa que resulta más fácil de adoptar por el empresario que los tratamientos convencionales, mucho más costosos. Además, con la reutilización del agua residual de las queserías para fertirrigación, se logrará disminuir la cantidad de agua y fertilizantes químicos empleados en la agricultura con el ahorro económico que ello supone.

Materiales y métodos

Para el desarrollo del presente trabajo se ha seguido la metodología expuesta a continuación:

1. Tipificación de las queserías

Las queserías se han agrupado en tres tipos en función de su tamaño, proceso productivo y forma de gestión de las aguas residuales:

- *Tipo 1:* Quesería artesanal de pequeño tamaño y que vierte el suero junto con sus aguas residuales. La producción de queso varía a lo largo del año (producción alta de marzo a septiembre; producción media de noviembre a febrero; sin producción de septiembre a octubre), por lo que la generación de efluentes es variable según las horas del día y los meses del año.
- *Tipo 2:* Quesería artesanal de tamaño pequeño o medio, que no vierte el suero junto con sus aguas residuales. La producción de queso varía a lo largo del año (producción alta de marzo a septiembre; producción media de noviembre a febrero; sin producción de septiembre a octubre), por lo que la generación de efluentes es variable según las horas del día y los meses del año.
- *Tipo 3:* Quesería de gran producción que no vierte el suero junto con sus aguas residuales. La producción de queso es bastante constante a lo largo del año, por lo que la generación de efluentes es poco variable según las horas del día y los meses del año.

En los tres tipos la procedencia de los efluentes es muy similar (lavado y aclarado de las cubas, moldes, prensas y de la maquinaria e instalaciones en general, pérdidas de agua con suero y vaciado del tanque de salmuera), destacando además en las queserías del *tipo 1* la presencia de suero en el vertido. Mencionar que la limpieza de las instalaciones se hace con ácido y álcali, contando las industrias de mayor tamaño con el sistema CIP. Además, el tanque de salmuera (con capacidad media entre 3.500 y 5.000 L) se suele vaciar cada dos años, excepto en tanques de mayor dimensión (entre 10.000 y 20.000 L), propios de las instalaciones de gran tamaño, ya que cuentan con un filtro de tierra de diatomea que alarga la vida útil de la salmuera. Por último mencionar que normalmente el tratamiento aplicado a las aguas residuales es casi inexistente (el más habitual es el empleo de decantadores de grasas), limitándose en las instalaciones a su recogida en arqueta/fosa séptica. Pocas veces aparecen estaciones depuradoras completas, lo cual normalmente corresponde a industrias de gran producción).

2. Determinación de los efluentes producidos

El segundo paso en la metodología de gestión propuesta consiste en la determinación de los volúmenes y concentraciones de las aguas residuales generadas por las industrias queseras tipificadas. En la tabla 1 se incluye la caracterización diaria en volumen de los efluentes producidos por los tres tipos de industrias queseras, mientras que en la tabla 2 se reflejan las concentraciones medias para los principales parámetros de calidad. En general se puede decir que las aguas

residuales procedentes de estas industrias son ricas en materia orgánica y nitrógeno, tienen salinidad elevada y están exentas de metales pesados, lo cual las habilita para poder ser empleadas en el riego agrícola o forestal. No obstante, es necesario realizar una adecuada elección de cultivos con el fin de seleccionar los que mejor admitan estas aguas: elevadas necesidades en nitrógeno y alta tolerancia a la salinidad.

TABLA 1

Porcentaje del efluente producido, según la actividad horaria desarrollada, por los tres tipos de industrias queseras estudiadas

HORA	ACTIVIDAD	PORCENTAJE DE EFLUENTE		
		TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
8 - 9	LAVADO CUBAS	2	7	3
9 - 10	ACLARADO CUBAS	2	9	10
10 - 11	PERDIDAS SUERO	2	5	2
11 - 12	LAVADO MOLDES	2	8	5
12 - 13	PRENSAS	1	2	2
13 - 14	PROCESADO SUERO	64	1	1
14 - 15	LAVADO FINAL	9	26	8
15 - 16	ACLARADO FINAL	18	42	12
16 - 17	LAVADO MATERIAL SUCIO	---	---	8
17 - 18	ACLARADO MATERIAL	---	---	14
18 - 19	LIMPIEZA INSTALACIONES	---	---	15
19 - 20	ACLARADO INSTALACIONES	---	---	20

TABLA 2

Concentración media de los principales parámetros de calidad de las aguas residuales producidas por los tres tipos de industrias queseras estudiadas

PARAMETRO	CONCENTRACIÓN MEDIA		
	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
pH	6,7	6,9	6,7
Temperatura (°C)	27	28	17
CE ₂₀ (µS/cm)	3369	3550	1656
Sólidos totales (mg/L)	48159	9701	1653
Sólidos totales volátiles (mg/L)	44121	8910	1147
Sólidos suspensión (mg/L)	4095	859	379
Sólidos suspensión volátiles (mg/L)	3885	834	367
Nitrógeno total (mg/L)	1886	383	65
DQO (mgO ₂ /L)	10642	11674	1670
Fósforo (mg/L)	16	37	18

3. Selección de los cultivos

Continuando con el procedimiento de gestión, se han de seleccionar los cultivos que admitan el riego con las aguas residuales generadas por industrias que- seras y que se encuentren bien implantados en la zona de estudio, en este caso en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

Los cultivos seleccionados para la presente aplicación de los efluentes de las que- serías de Castilla y León han sido la alfalfa, la remolacha y el maíz, siguiendo los siguientes criterios (Urbano, 2002): superficie cultivada en Castilla y León, tra- dición agronómica de regadío dentro de esta Comunidad y tolerancia a niveles elevados de nitrógeno y sales. En la figura 1 se muestra el calendario de riego y los parámetros de calidad del agua objeto de riego a emplear en los diferentes cultivos seleccionados. En términos medios, el cultivo de alfalfa en Castilla y León requiere una dotación anual de agua de 5.600 m³/ha, mientras que la dotación del cultivo de la remolacha asciende a 8.550 m³/ha y el del maíz a 5.250 m³/ha.

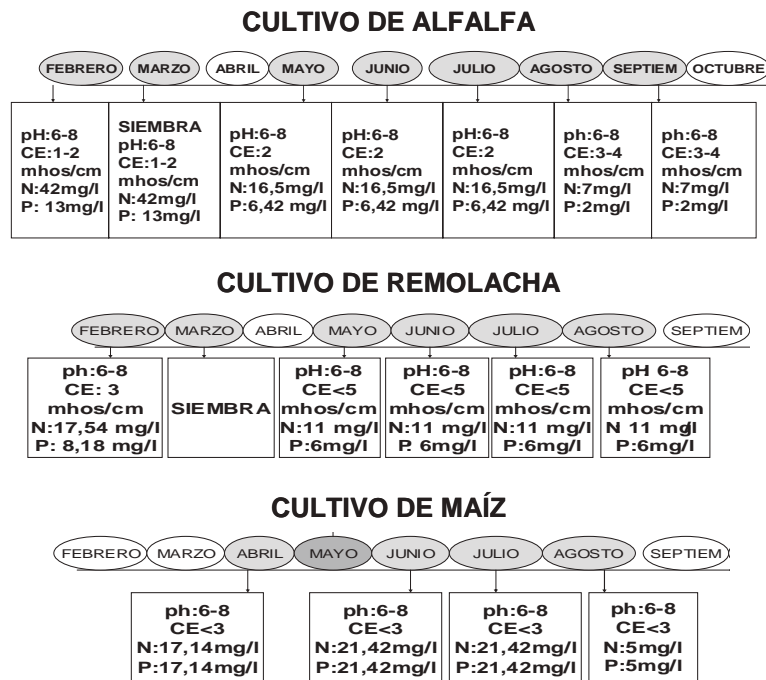


Figura 1. Calendario de riego y parámetros de calidad del agua objeto empleada en el riego de los cultivos de alfalfa, remolacha y maíz en Castilla y León

4. Aplicación de la herramienta informática de gestión

La aplicación informática que controla la gestión del uso del agua residual se ha realizado con el entorno de programación LabVIEW®. Para su desarrollo se ha

empleado una metodología de programación por eventos y estados, bajo la cual cada uno de los procesos a realizar se puede dividir en un conjunto finito de tareas, a cada una de las cuales se le asigna un estado. Dichos estados pueden ser invocados por un evento procedente del exterior o por un evento procedente del sistema (interrupción software, llamada directa por cambio automático de consignas, etc.).

Cada proceso de la aplicación se ha programado como un bucle condicional (*While*) con una estructura condicional (*Case*), en la cual se hallan todos los estados posibles asociados al proceso, incluido el estado denominado "no evento". Este estado es el encargado de recoger los eventos procedentes del exterior y las interrupciones software implementadas mediante el objeto "occurrence" de LabVIEW®. Estas interrupciones software permiten el trasvase asíncrono de información entre módulos de la aplicación.

El módulo de control del proceso de mezcla tiene como objetivo el establecer los volúmenes adecuados de agua procedentes de hasta cinco posibles fuentes, una de las cuales es el agua residual procedente de las quesería, de forma que la mezcla resultante sea lo más barata posible pero cumpliendo con unos requisitos de calidad programables por el usuario. La configuración del módulo de mezcla se realiza por medio de una base de datos con formato dBASE®, accesible por medio de drivers ODBC y empleándose un interface de programación SQL para la creación y manejo de tablas. En dicha base de datos se incorpora el identificador de cada sensor y actuador, junto con el punto de enlace con el exterior (hardware de adquisición de datos o control). Los elementos a configurar para cada una de las distintas fuentes de agua que se pueden emplear en la explotación son:

- Caudal disponible y coste del agua por unidad de volumen.
- Sensores utilizados para medir las características de la fuente. Respecto a los parámetros para los que no se disponga de sensor, pero sí se conozca su valor de los análisis realizados, este valor se puede introducir por teclado como una constante.
- Actuadores (bombas y válvulas) para poder regular el proceso de mezcla.
- Características deseadas de la mezcla, definiendo las restricciones de calidad que dicha mezcla debe cumplir y asignando prioridades a estas restricciones.

El proceso lógico en el que se desenvuelve el módulo de control de la mezcla se descompone en dos fases: 1, determinación de los volúmenes totales de agua a aportar de cada fuente, y 2, modificación de los volúmenes reales de agua que se van aportando por cuantificación de la calidad conseguida en la mezcla. La primera fase del control se realiza de acuerdo con el siguiente método:

- Empleando las restricciones establecidas por el usuario para la calidad deseada de la mezcla se determinan los volúmenes totales buscados mediante minimización de la función coste (función objetivo). Para ello se ha utilizado el algoritmo Simplex.

- Si el problema de minimización del coste de la mezcla no tiene solución con el conjunto de restricciones impuestas, el sistema automáticamente busca de forma secuencial dicha solución eliminando una a una estas restricciones, empezando siempre por la de menor prioridad. Si aun así el problema no tiene solución, el tanque de mezcla se llenaría con el agua elegida por defecto.
- Una vez obtenida la solución comienzan a ejecutarse el conjunto de órdenes encaminadas a llenar el tanque de mezcla.

La segunda fase en el control del proceso de mezcla consiste en ajustar la calidad real del agua mezclada. Para ello dicho proceso se ha supuesto del tipo *batch*, con lo que se puede descomponer en un cierto número de intervalos de llenado. En cada intervalo el agua ya mezclada entra como "agua virtual" de nuevos problemas de mezcla, resueltos sin interrupciones de una manera similar a la descrita anteriormente.

En las figuras 2, 3, 4 y 5 se muestran diferentes pantallas de la herramienta informática de gestión de las aguas residuales.

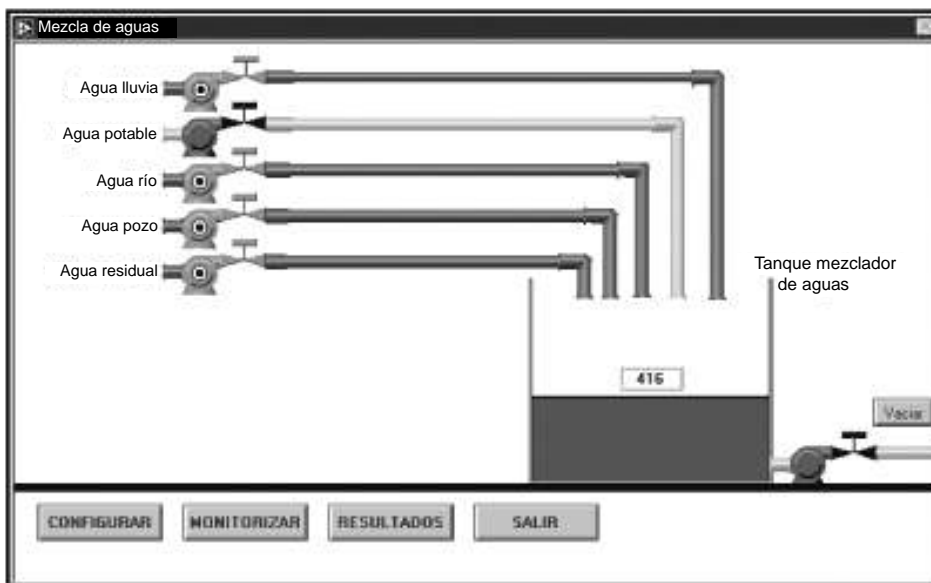


Figura 2. Pantalla de monitorización del proceso de mezcla. Esta pantalla muestra en ejecución el estado de bombas y válvulas, así como el nivel del tanque de mezcla



Figura 3. Pantalla de configuración. Esta pantalla permite configurar cada una de las señales (entradas y salidas) del sistema de control, sus escalas, alarmas y modo de almacenamiento

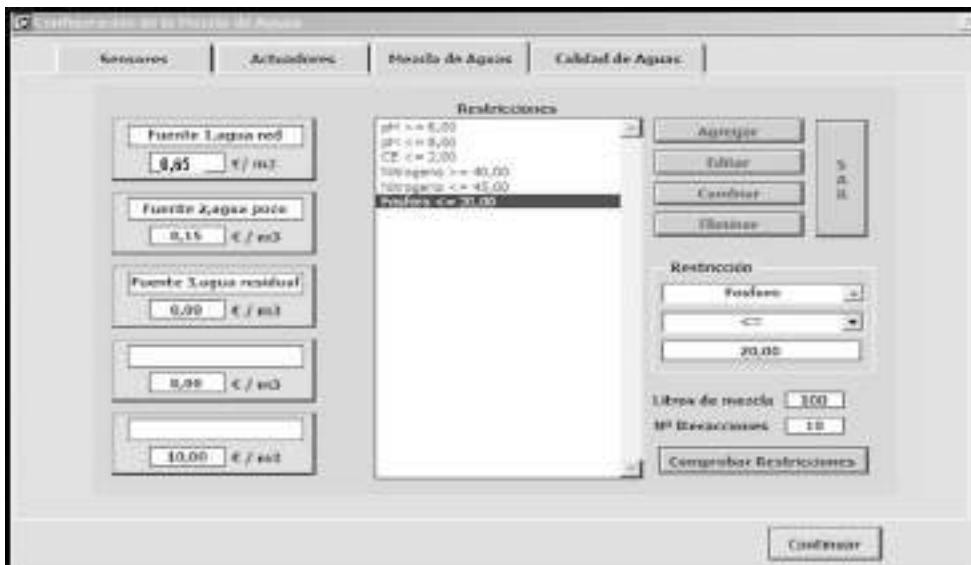


Figura 4. Pantalla de configuración del proceso de mezcla. Permite definir las fuentes de agua disponibles y sus precios, así como los criterios de calidad impuestos por el usuario. Para la presente aplicación de gestión se han empleado tres posibles fuentes de agua y se han establecido los criterios de calidad en base al pH, CE₂₀, N y P

SOLUCION	Agua 1	Agua 2	Agua 3	Agua 4	Agua 5	Mezcla
Volumen (L)	0,00	98,13	1,87	0,00	0,00	100,00
Coste (€/m³)	0,65	0,15	0,00	0,00	0,00	0,15

Solución encontrada cumpléndose las 6 primeras condiciones.

Continuar

Figura 5. Pantalla de comprobación del proceso de mezcla (simulación de resultados)

Resultados y conclusiones

Los resultados principales de la aplicación de la metodología de gestión propuesta en el presente trabajo son la determinación de la superficie de cultivo necesaria para reutilizar todo el efluente anual de los tipos de queserías analizadas y la dimensión del tanque de almacenamiento del agua residual que será necesario para sintonizar la generación de la misma en las épocas del año de producción de queso y su uso durante los meses de la campaña de riego. Estos resultados derivan de los porcentajes de empleo de agua procedente de tres fuentes posibles, que son agua de la red de distribución pública, agua de pozo y el agua residual de las industrias estudiadas, aplicando para las dos primeras unas características de calidad estándares. A su vez se han obtenido diferentes resultados según los porcentajes de superficie asignados a cada cultivo, para lo cual se ha seguido un procedimiento lógico de distribución según la tolerancia específica al nitrógeno y a la salinidad. Sobre esta distribución lógica se ha realizado un estudio de casos de diferentes distribuciones, seleccionándose aquellas que significaban menores superficies necesarias de riego y menores volúmenes de depósito. En la tabla 3 se muestran los resultados finales con las dos distribuciones de cultivos que produjeron mejores resultados.

TABLA 3

Resultados de superficie de cultivo y dimensión del tanque de almacenamiento necesarios para la reutilización en riego de las aguas residuales producidas por los tres tipos de industrias queseras estudiadas, para las dos mejores distribuciones de cultivos

PARAMETRO	QUESERÍAS					
	TIPO 1		TIPO 2		TIPO 3	
Porcentaje de alfalfa	100	50	25	60	25	40
Porcentaje de remolacha	0	50	50	20	50	50
Porcentaje de maíz	0	0	25	20	25	10
Superficie regada (ha)	22	21,5	2,5	2,5	74	69,5
Volumen del tanque de almacenamiento (m ³)	475	475	175	135	5.100	48.022

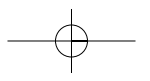
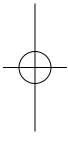
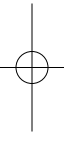
Como conclusión se puede decir que la metodología de trabajo propuesta permite gestionar adecuadamente las aguas residuales de las industrias queseras, empleando para ello una herramienta informática que optimiza económicamente la mezcla de esta agua con otras disponibles en las explotaciones, verificando para ello los criterios de calidad del agua objeto generada para su aplicación en el riego agrícola, en función de las características del suelo y de los cultivos. Además, la herramienta informática permite automatizar todo el proceso de mezcla, adaptando su lógica de procesamiento a la evolución de la calidad del efluente de las industrias. Así, los agricultores pueden disponer de un agua de riego enriquecida cuyo coste económico es bajo, evitándose numerosos impactos ambientales.

Respecto al procesamiento de los efluentes realizados por las queserías, la diferencia más notable se obtiene en la separación del suero del resto de los efluentes, ya que su incorporación en el agua de vertido implica la necesidad de ocho veces más superficie agrícola de riego y un 40% más de volumen de tanque de almacenamiento.

La elección y distribución de los cultivos donde proceder con el riego empleando las aguas residuales de las queserías mezcladas también es un aspecto importante, ya que en función de los mismos se obtienen diferencias entorno a un 10% en la superficie de cultivo necesaria.

Bibliografía

- Cajigas, A. (2000): *La Gestión de la Calidad de las Aguas*, Subdirección General de Tratamiento y Control de la Calidad de las Aguas, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- García, A. (1997): *Depuración y aprovechamiento de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias*. En: *Aprovechamiento de las Aguas Residuales del Sector Agrario*, Editorial Agrícola Española, S.A., Madrid.
- González, J. L. (2003): *Las Aguas Residuales de las Industrias Alimentarias*, Servicio de Publicaciones de la ETS Ingenierías Agrarias de la Universidad de Valladolid, Palencia.
- Rodríguez, M. A. (1997): *Aguas residuales y medio ambiente*. En: *II Curso sobre Reutilización de Aguas Residuales y Salinas en Regadíos*, Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias, Madrid.
- Urbano, P. (2002): *Fitotecnía: Ingeniería de la Producción Vegetal*, Ed. Mundi-Prensa, Madrid.



EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD DEL TRANSPORTE EN ÁREAS RURALES. APLICACIÓN A LA COMUNIDAD DE MADRID

García García, M. B.¹; Ezquerro Canalejo, A.²;
Otero Pastor, I.³; Tolón Becerra, A.⁴

¹ Prof. Universidad Alfonso X El Sabio de Madrid - e-mail: martgaga@uax.es

² Prof. Universidad Politécnica de Madrid - e-mail: alejandra.ezquerro@upm.es

³ Prof. Universidad Politécnica de Madrid - e-mail: isabel.otero@upm.es

⁴ Prof. Universidad de Almería - Tel.: 91 336 7112 - Fax: 91 336 55 64

Resumen

La proliferación de Sistemas de Indicadores de Sostenibilidad de procesos de desarrollo, de carácter diverso en función de su naturaleza: ambientales, sectoriales, económicos; del ámbito geográfico: mundiales (OCDE), continentales (AEMA), nacionales (MMA), locales (Agenda 21), y del tipo de desarrollo: agrícola, turístico, rural extensivo y de montaña..., ha creado cierta disparidad y confusión metodológica, que dificultan su integración. Se pretende sentar las bases metodológicas comunes a cualquier sistema de Indicadores de Sostenibilidad. En el caso de los indicadores del transporte, se describen las fases de una metodología de construcción de un sistema de indicadores de sostenibilidad que se define desde un modelo y se aplica a áreas rurales de la Comunidad de Madrid.

Los Sistemas de Indicadores permitirán la evaluación, seguimiento y control de los procesos de desarrollo desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental, social y económica.

Palabras clave: Desarrollo rural; Sostenibilidad; Transporte.

Abstract

The proliferation of Systems of Indicators of Sustainability of development processes, of different types based on their nature: Environmental, Sectoral, Eco-

nomie; of a Geographic nature: world-wide (OECD), continental (AEMA), national (MMA), local (Agenda 21); and relating to type of development: agricultural, touristie, rural extensive and of mountain..., has created certain disparity and methodologic confusion, that they make difficult. The objective is to lay the the common methodologic foundations to any system of Sustainability Indicators. In the case of Transport Indicators, the stages comprising the methodology for constructing a system of sustainability indicators are described according to a model, which is applied to rural areas in the Comunidad de Madrid.

The Systems of Indicators will allow development processes to be assessed, monitored and controled based on their environmental sustainability, social and economic.

Key words: Rural Development; Sustainability; Transport.

Introducción

Durante los últimos años la oferta de transporte en España, infraestructuras y servicios, ha experimentado un crecimiento como respuesta a la demanda de la sociedad, en un contexto de crecimiento económico. Las tendencias de crecimiento del transporte –viajeros y mercancías– han contribuido a incrementar el uso de la energía y la emisión de dióxido de carbono (CO₂). El sistema de transporte actual, basado en modos de transporte de alta intensidad energética, como el transporte por carretera, causa serios impactos medioambientales incluyendo la contaminación atmosférica y el ruido, además de contribuir al calentamiento global (Sperling, 2004).

Mientras se ha producido un incremento general de las actividades de transporte, la preocupación acerca de la amenaza potencial del estilo de vida de la sociedad actual sobre el medio ambiente y la salud humana está también creciendo (Lenz *et al.*, 2003). Consecuentemente se debe prestar atención a la sostenibilidad social, económica y medioambiental; así un sistema de transporte sostenible debe ser eficiente en los costes (aspecto económico), respetuoso con el medio ambiente (contaminación, uso del suelo, consumo de energía y medio natural), seguro (Sinha, 2003) y proveer a la sociedad de una calidad de servicio adecuada en todo el territorio (equidad, integración social, etc.).

La demanda de transporte y la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) están creciendo constantemente. Los datos indican claramente que los GEI y la demanda del transporte se están incrementando a un mayor ritmo que el PIB. Por el contrario, la contaminación atmosférica está disminuyendo, aunque en una proporción menor (Pérez-Martínez, 2007). A menos que la actividad del transporte y la renta puedan ser disociadas, el uso de la energía en el sector transporte continuará creciendo (OECD, 2003). Sin embargo, la elasticidad máxima del GEI respecto al PIB ha sido ya alcanzada y esto implica que los incrementos futuros en el PIB acarrearán cambios más pequeños en las emisiones (Pérez-Martínez y Otero, 2006).

Las innovaciones tecnológicas contribuyen a crear un sistema de transporte sostenible y existe la evidencia de una mejora de las intensidades energéticas, lo que ha revertido de manera drástica las tendencias en la contaminación (Lakshmanan y Xiaoli, 1997). Sin embargo, confiar únicamente en la tecnología para alcanzar un sistema de transporte sostenible no es suficiente, y se precisan cambios profundos en las políticas y en las regulaciones actuales (Rodenburg *et al.*, 2002).

La utilidad directa de un sistema de indicadores es la de dar información a aquellos procesos en donde se formulan e implementan políticas relevantes de movilidad (Acutt y Dodgson, 1997). Un vínculo directo entre el sistema de indicadores y las políticas provee de un mecanismo robusto para integrar los criterios de sostenibilidad medioambiental en la toma de decisiones del transporte. Este vínculo es importante para el diseño de medidas y no sólo para el seguimiento de las tendencias (Gudmundsson, 2003).

Metodología

Generación de indicadores simples por áreas temáticas

Se recomienda iniciar la generación de los indicadores, permitiendo la especialización por áreas temáticas. El área temática podrá ser una parte más o menos amplia de la clasificación de indicadores. No tendrá que coincidir necesariamente con un medio, grupo o concepto. Se definirá en función de su importancia y su carácter homogéneo para su estudio de forma inicialmente aislada.

Posteriormente se generarán, a partir de los indicadores simples, nuevos indicadores complejos que permitan el análisis de la sostenibilidad de forma más global. De esta forma se generarán áreas temáticas complejas. En el caso del medio rural, ámbito de este estudio, podemos citar, por el momento y a título de ejemplo, las siguientes áreas temáticas complejas:

- Cambio climático y efecto invernadero.
- Estado ambiental global.
- Gasto público en Medio Ambiente.
- Bienestar social.
- Diversificación económica y productiva.
- Estructuras de conglomerados empresariales (clusters).
- Tamaño empresarial (Pyme, gran empresa, multinacional...).
- Vertebración territorial.
- Accesibilidad.
- Nivel de subsidio y ayudas a la economía local.
- Impuestos ecológicos.

Al final se obtendrá una lista profusa y clasificada de indicadores de acuerdo con una clasificación más desarrollada, que permita su selección y la construcción de un sistema equilibrado.

En el caso del área temática del transporte la lista de indicadores que finalmente se ha generado es la siguiente:

- Tendencias, distribución modal y volumen de transporte.
- Parque móvil de vehículos.
- Infraestructuras.
- Uso del suelo.
- Uso energético. Ecoeficiencia del transporte.
- Contaminación del aire.
- Contaminación del agua.
- Ruido.
- Riesgo y seguridad.
- Daños al medio ambiente.
- Gasto medioambiental.
- Impuestos y estructura de precios.

Este trabajo es una aplicación a dos zonas de ámbito rural de la Comunidad de Madrid, Sierra Norte y Sierra del Jarama.

Esto implica realizar un análisis de disponibilidad y de calidad de todos estos indicadores y seleccionar los más adecuados para nuestra aplicación.

INDICADORES SELECCIONADOS PARA SU APLICACIÓN Y DESARROLLO

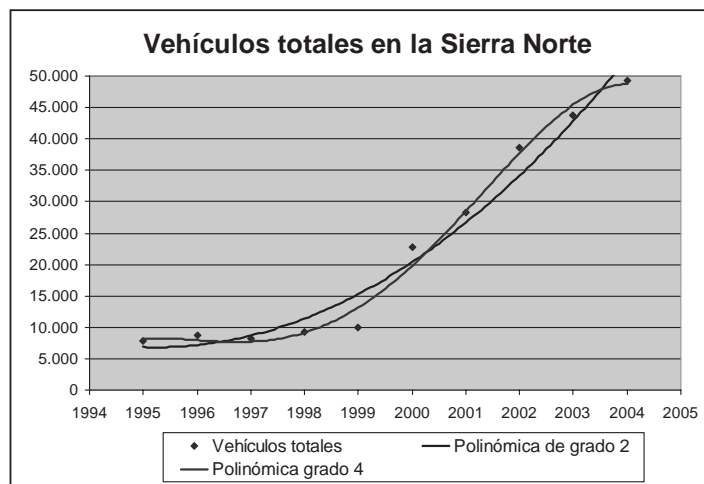


Figura 1. Parque de vehículos

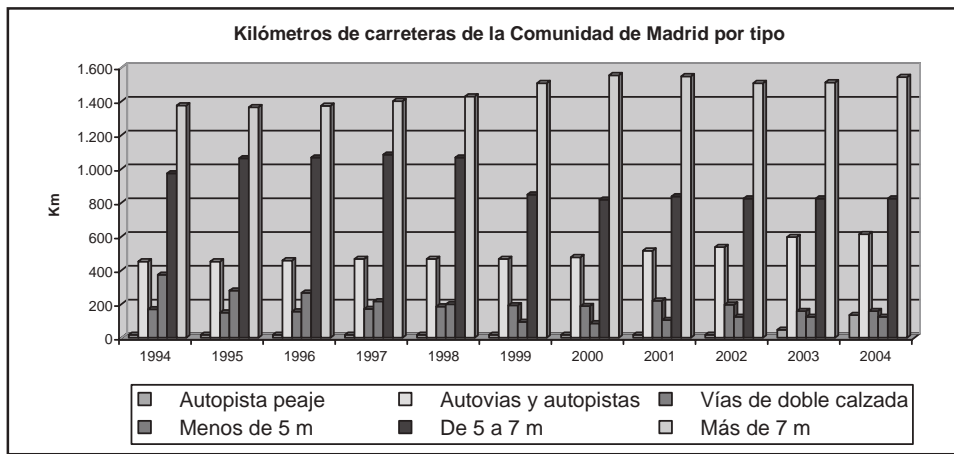


Figura 2. Red de carreteras

TABLA 1

Transporte de mercancías y pasajeros

Vehículos de transporte de mercancías por carretera					
Serie	1985	1990	1995	2000	2005
Com. de Madrid	58.619	62.130	60383	78.809	94.862
Sierra Norte	399	414	507	582	928
Sierra del Jarama	613	951	933	1232	1504
Vehículos de transporte de viajeros					
Serie	1985	1990	1995	2000	2005
Com. de Madrid	83.401	83.596	81377	103.643	120.349
Sierra Norte	436	388	455	616	974
Sierra del Jarama	669	1.043	1.015	1.388	1.636

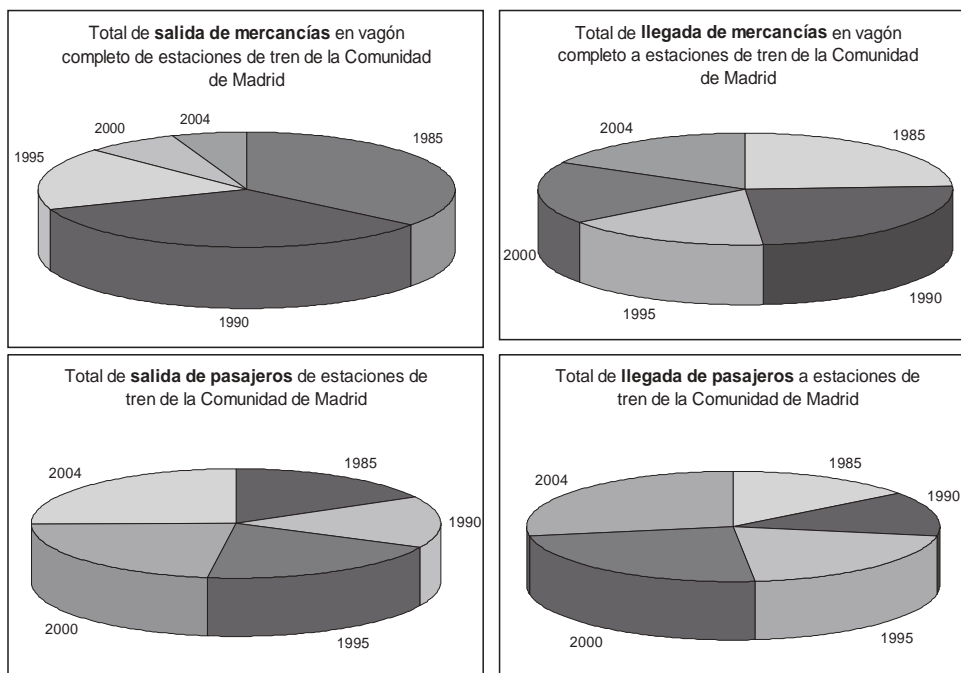


Figura 3. Transporte ferroviario

TABLA 2
Aspectos económicos

Comunidad de Madrid	2002	2003	2004
Resultados totales del ejercicio (miles de Euros)	-9.532.536	5.307.540	5.775.141

Conclusiones

Resultados finales y conclusiones:

- El número de vehículos ha ido claramente en aumento, tanto a nivel municipal, como de área o de comunidad autónoma.
- La red de carreteras también ha aumentado en longitud total, subiendo las autovías y autopistas y bajando las carreteras de < 5 m o de 5 a 7 m.
- En el transporte de mercancías por carretera hay más fluctuaciones, pero ha aumentado claramente en los últimos años la cantidad de vehículos utilizados pero ha bajado el número de empresas.

- En el transporte de pasajeros por carretera, aunque también hay fluctuaciones la tónica general es un aumento progresivo.
- En el transporte ferroviario la salida de mercancías ha disminuido (puesto que Madrid no es productora) y la llegada de mercancías se mantiene. En cambio la salida y llegada de pasajeros ha tenido un ligero aumento.
- En el aspecto económico podemos resumir que el valor añadido bruto del sector transporte ha ido subiendo gradualmente.

Bibliografía

www.erostat.ec.europa.es

www.ine.es

www.madrid.org

Sperling, D. (2004): *Environmental impacts due to urban transport. Urban Transport and the Environment. An International Perspective*, Elsevier, Oxford, pp. 99-189.

Lenz, H. P.; Prüller, S., y Gruden, D. (2003): *Means of Transportation and Their Effect on the Environment*. En: D. Gruden (ed.), *Traffic and Environment*, Springer Verlag, Berlín, pp. 107-173.

Sinha, K. S. (2003): "Sustainability and Urban Public Transportation", *Journal of Transportation Engineering*, 129 (4), pp. 331-341.

Pérez-Martínez, P. J. (2007): *Mobility and environment in Spain*. En: G. Morrison y S. Rauch (eds.), *Highway and Urban Environment: Proceedings of 8th International Symposium on the Highway and Urban Environment*, Springer Science, Dordrecht.

OECD Environment Directorate: *Analysis of the links between transport and economic growth. Project on decoupling transport impacts and economic growth*, Caid N. ENV/EPOC/WPNP/T (2003) 4/FINAL, París, France, 94 p., 2003.

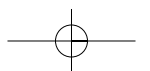
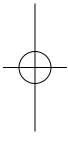
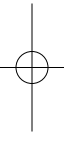
Pérez-Martínez, P. J., y Otero, I. (2006): *Environment and transport indicator system in Spain. Are we tending towards sustainability?* En: R. Joumard (ed.), *Conference Proceedings of Environment and Transport*, INRETS, Reims (France), 1 (2), 60-65.

Lakshmanan, T. R., y Xiaoli, H. (1997): "Factors underlying transportation CO₂ emissions in the U.S.A.: a decomposition analysis", *Transpn Res.-D*, 2(1), pp. 1-15.

Rodenburg, C. A.; Ubbels, B., y Nijkamp, P. (2002): "Policy scenarios for achieving sustainable transportation in Europe", *Transport Reviews*, 22 (4), pp. 449-472.

Acutt, M. Z., y Dodgson, J. S. (1997): "Controlling the environment impacts of transport: matching instruments to objectives", *Transpn. Res.-D*, 2 (1), pp. 17-33.

Gudmundsson, H. (2003): "Making concepts matter: sustainable mobility and indicator systems in transport policy", *International Social Science Journal*, 55(2), pp. 199-217.



REGISTRO GENÉTICO E IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA BIODIVERSIDAD ANIMAL

Isamat, M.¹; Hilari, J. M.², y Vela, E.³

¹ Director Científico, Fundación Echevarne - Provenza, 312 - 08037 Barcelona
Tel.: 93 505 97 55 - Fax: 93 505 97 28 - e-mail: misamat@echevarne.com

^{2,3} Departamento I+D Genética Molecular, Laboratorio Dr. Echevarne
Provenza, 312 - 08037 Barcelona

Resumen

Taxonlife® es un sistema de registro genético e identificación taxonómica del reino animal. Este sistema ha sido concebido como una estrategia genética y bioinformática basada en un lugar común a todos los genomas animales con una gran conservación evolutiva. Este planteamiento permite unificar reactivos para el examen experimental con independencia de la especie de origen de la muestra y posibilita el tratamiento e identificación de muestras biológicas procesadas o heterogéneas, es decir, cuyo origen se corresponde con más de una especie. La región genómica analizada está presente en todas las formas de vida y contiene un fragmento genómico que ha variado su contenido de ADN a lo largo de la evolución. El grado de divergencia acumulado por una especie en esta región la convierte en una "firma genética" (DNA barcode) de la especie permitiendo así su identificación. Este artículo describe el desarrollo y uso del sistema Taxonlife® como una nueva herramienta taxonómica útil en la evaluación y monitorización de pérdida de biodiversidad y como un registro de Biodiversidad genética al servicio de cualquier actividad que requiera identificación de especies biológicas. Su aplicación directa se enmarca en el control del patrimonio de biodiversidad animal para agencias de protección medioambiental o proveedores de material biológico en laboratorios o empresas. Taxonlife ha sido beneficiario del programa de ayudas I+D PROFIT MITC, España.

Palabras clave: Código ADN, identificación genética, registro biodiversidad animal y conservación.

Abstract

Taxonlife® is a genetic register and taxonomic identification system for the animal kingdom. This system has been conceived as a genetic and bioinformatic strategy based on a gene fragment common to all animal genomes which contains a high degree of evolutionary conservation. This approach enables the unification of experimental reagents irrespective of the biological origin of the sample to be tested, and allows for the handling and identification of processed or heterogeneous samples, i.e. those whose origin corresponds to more than one animal species. The genetic region under analysis is present in all forms of life and contains a genomic fragment which has varied its DNA content through evolution. The degree of sequence divergence accumulated by one species in this region becomes a sort of DNA barcode of that species, thus enabling its identification. We describe herein the development and use of the Taxonlife system, as a novel taxonomic tool for the assessment and monitoring of biodiversity loss as well as a register of genetic biodiversity at the service of any activity that may require biological species identification. It is directly applicable to the control of animal biodiversity heritage for environmental protection agencies and companies or laboratories dealing with or supplying biological material. Taxonlife® has been supported by the I+D PROFIT Spanish Ministry of Industry, Tourism and Commerce, Spain.

Key words: DNA barcode, animal species, genetic identification, animal biodiversity register, conservation.

Introducción

La taxonomía es la disciplina científica encargada de clasificar todas las especies biológicas (reino animal, vegetal y microorganismos) en clase, orden, suborden, familias, especies y subespecies. Tradicionalmente el taxonomista ha trabajado de acuerdo con las características morfológicas (fenotípicas) definitorias de cada especie. Esto supone que la muestra debe ser lo más completa posible para su correcta clasificación e identificación.

Las técnicas actuales de genética molecular permiten obtener secuencias de ADN que pueden definir la procedencia biológica de una muestra con exactitud sin necesidad de contrastar aspectos morfológicos del animal. Una suerte de "código de barras" genético que identifica la especie, y en cierto grado su historia evolutiva, y al que se denomina desde hace unos años *DNA barcode*. La obtención y registro de estos *DNA barcodes* permite la identificación de especies biológicas incluso cuando se ha producido un procesamiento extenso de un producto biológico, como en comidas precocinadas, cosméticos, pieles y cueros, o restos de tejido o fluidos biológicos.

Varios autores han descrito *DNA barcodes* o regiones genómicas que muestran diferencias inter-especie y que son útiles para finalidades taxonómicas (Vogler y Monaghan, Hebert *et al.*). Estos *DNA barcodes* proceden tanto de regiones del genoma mitocondrial (Simon *et al.*) en animales y cloroplastos en plantas (CYT B,

Cytochrome Oxidase I + II, 16SrRNA) como de regiones genómicas nucleares (Rhodopsin, RNAPol II, 28S rRNA, 18S rRNA, EF1a, Histone3, Wingless). No obstante, el uso de estos DNA barcodes se limita a muestras biológicamente puras, es decir, procedentes de una única especie o individuo. La evaluación experimental de estas regiones depende de reactivos genéticos específicos para la especie o para su grupo taxonómico, y para cada especie o grupo que se quiera identificar. En estos casos, la obtención del DNA barcode parte de una sospecha previa sobre la posible clasificación de una muestra para poder aplicar los reactivos propios de su grupo taxonómico, y no son por tanto aptos para la identificación de muestras desconocidas o heterogéneas, es decir, cuyo grupo taxonómico sea a priori una incógnita o que contengan más de una especie.

Con el objetivo de superar estos impedimentos estamos desarrollando una estrategia genética y bioinformática que hemos denominado Taxonlife, basada en el gen de la beta actina citoplasmática (BACT) común a todos los genomas animales. La región genómica utilizada es de gran conservación evolutiva dentro del reino animal y permite unificar reactivos para el examen experimental con independencia de la especie de origen de la muestra. El nivel de conservación evolutiva de la proteína beta-actina citoplasmática se ilustra en el alineamiento de su secuencia de amino ácidos procedente del hombre (*Homo sapiens*), ratón (*Mus musculus*), mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*) y nematodo (*Caenorhabditis elegans*). Los asteriscos denotan identidad del residuo aminoacídico en esa posición en las cuatro especies comparadas (figura 1). El gen de la beta actina citoplasmática (ACTB human, Genbank Acc. no. NM_001101) está presente en todas las formas de vida y contiene una secuencia de ADN no codificante (intrón 1) de longitud variable que ha mutado su contenido a lo largo de la evolución. El grado de divergencia acumulado por una especie en esta región la convierte en la firma genética o *DNA barcode* de esa especie permitiendo así su identificación. Las diferencias de longitud y contenido de secuencia de ADN de esta región se ilustran en la figura 2. Este descubrimiento aporta una herramienta taxonómica desconocida con implicaciones directas en los registros genéticos y monitorización de la biodiversidad animal (razones medioambientales, tabla 1) y aplicable en sectores de producción en los que sea necesario conocer o certificar la procedencia biológica de productos (tabla 2).

Material y métodos

Muestras. Todas las muestras animales analizadas e incluidas en la base de datos Taxonlife proceden de centros con autoridad taxonómica reconocida y se registran por individuo, grupo taxonómico, especie, subespecie y raza cuando procede. Las muestras, mayormente procedentes de colecciones vivas, se reciben en diferentes matrices, principalmente sangre periférica destinada a análisis clínicos, semen, músculos u otros tejidos procedentes de necropsias, mudas de pieles, tejidos o biopsias en parafina, etanol o material congelado. Los proveedores mantie-

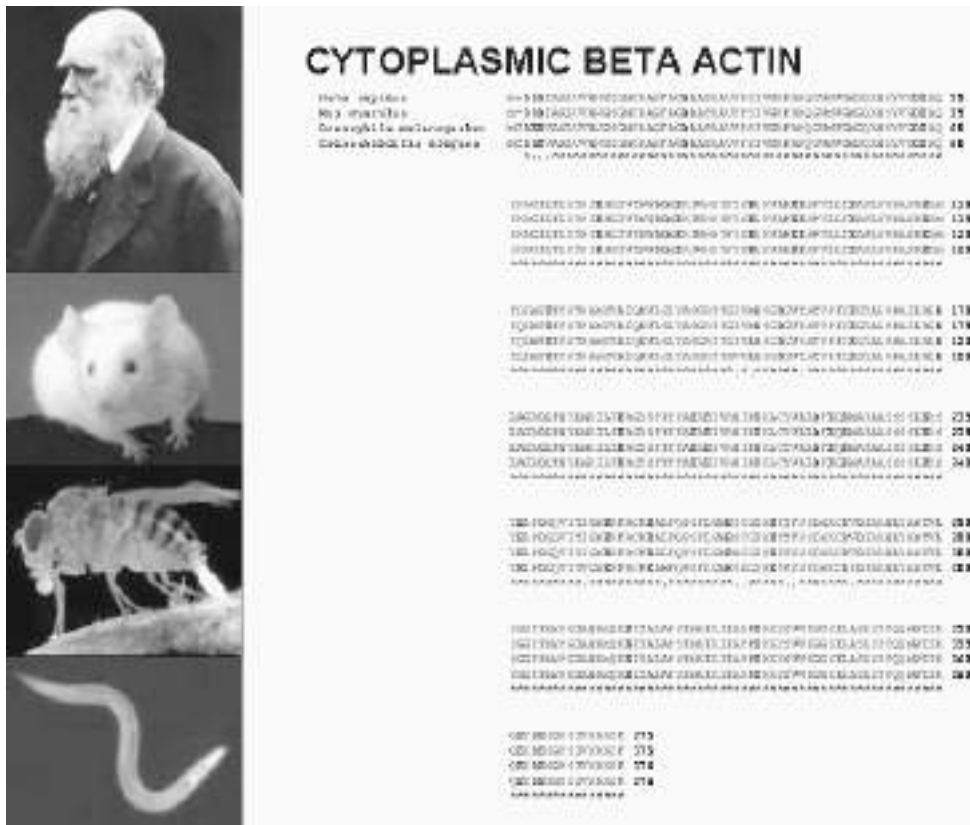


Figura 1. El nivel de conservación evolutiva de la proteína beta actina citoplasmática se ilustra en el alineamiento de su secuencia de aminoácidos procedente del hombre (*Homo sapiens*), ratón (*Mus musculus*), mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*) y nematodo (*Caenorhabditis elegans*). Los asteriscos denotan identidad del residuo aminoacídico en esa posición en las cuatro especies comparadas

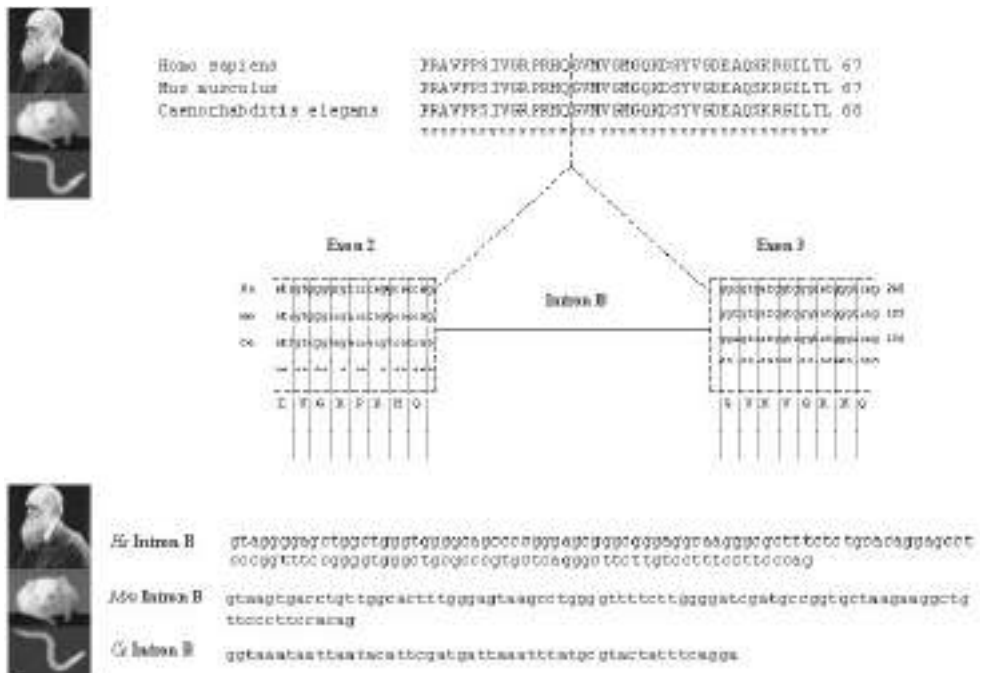


Figura 2. Ilustración de las diferencias de longitud y contenido de secuencia de ADN del locus BACT. El grado de divergencia acumulado por una especie en las regiones no codificantes (intrones) del locus BACT se manifiesta en la firma genética o DNA barcode de esa especie, permitiendo así su identificación

TABLA 1

Razones medioambientales para un registro de biodiversidad genética

1. La biodiversidad genética es un patrimonio público dinámico que se manifiesta y se mantiene en el medioambiente.
2. La monitorización de este patrimonio mediante un inventario genético de diferentes entornos naturales, es la base para la comprensión de sus redes ecológicas y pirámides tróficas.
3. Para poder evaluar el impacto medioambiental debido a la actividad humana (o de otras especies) es imprescindible conocer previamente la biodiversidad que alberga un entorno y poder identificarla de forma rápida y exacta antes, durante y después del impacto.
4. La conservación efectiva de hábitats naturales, la bio-prospección y el uso sostenido de la biodiversidad a escala global, precisan decisiones taxonómicas.
5. El registro de biodiversidad genética es imprescindible para el desarrollo de herramientas eficaces en la gestión del medioambiente.
6. Estas herramientas son de gran importancia cuando el medioambiente presenta formas de vida degradadas o productos residuales, cuya procedencia biológica puede ser heterogénea (compuesta por varias especies).
7. La gestión de la biodiversidad mediante herramientas globales tiene la capacidad de proponer soluciones a problemas medioambientales, ecológicos, médicos y económicos.
8. La biodiversidad representa todas las formas de vida posibles en nuestro entorno, por ello contiene información valiosa y aplicable en el ámbito del conocimiento y sectores de producción.

TABLA 2

Características más significativas de TAXONLIFE®

1. Identificación taxonómica universal a partir de material genético y tratamiento bioinformático con aplicación en reino animal.
2. Registro y desarrollo continuado de una base de datos genéticos de especies animales de interés comercial, industrial, forense y de especies en peligro de extinción (estudios de impacto medio ambiental).
3. Público objeto - Registro genético de Biodiversidad al servicio de: <ol style="list-style-type: none"> a. Identificación de especies animales al servicio de la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética y fabricantes de piensos, eventualmente cualquier actividad que requiera evaluación de impacto medioambiental. b. Control de proveedores de alimentos crudos o manufacturados / importaciones / exportaciones / fraude de etiquetaje / limpieza de instalaciones / control de material biológico en empresas c. Laboratorios forenses d. Agencias internacionales de protección medioambiental e. Actividades de evaluación de impacto medioambiental f. Control del comercio de especies amenazadas / centros de recuperación de fauna

nen un acuerdo de colaboración con el departamento de I+D del Laboratorio Dr. Echevarne y satisfacen el material sin interrumpir la rutina propia de su actividad. Los principales proveedores de Taxonlife son hasta la fecha: Aspro-Acuarium de Barcelona, Parques Reunidos Zoo-Acuarium de Madrid, Parc Zoològic de Barcelona, Instituto Canario de Ciencias Marinas, Universitat de Barcelona, Atrax Naturaleza Misteriosa, GePork, Aberekin, S.A. Centro de Inseminación, Ovigen Centro de Selección y Mejora Genética de Ganado Ovino y Caprino, Vede-lla dels Pirineus Catalans, Speermy, Innovacions Ramaderes S.A.T, Tarlap y Germans Doña (figura 3).

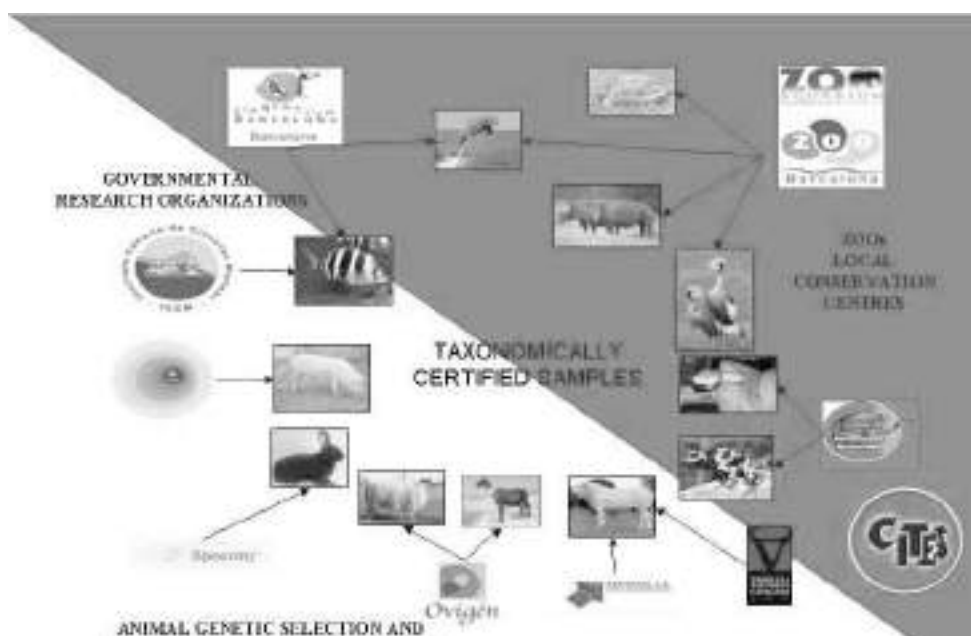


Figura 3. Resumen gráfico de proveedores y colaboradores de muestras de referencia

Manipulación de la muestras y protocolos. Las muestras se reciben y se registran en la base de datos de Taxonlife, y se almacenan a -80° C. Las muestras se agrupan en lotes para la extracción de su ADN según matriz, y Taxonlife crea automáticamente listas diarias de trabajo para optimizar protocolos y reactivos de extracción. Los protocolos utilizados para la extracción del ADN son metodologías estándar. El ADN resultante se registra según parámetros de concentración, pureza, integridad y cantidad que quedan a su vez registrados en Taxonlife y se indica idoneidad para su posterior amplificación por PCR (Polymerase Chain Reaction). Los protocolos y reactivos de amplificación del locus BACT son propiedad de Laboratorio Dr. Echevarne, S.A. La secuenciación se realiza con reactivos

comerciales en un secuenciador automático capilar Beckman Coulter. La secuencias resultantes se editan automáticamente tal y como se expone en resultados y quedan registradas igualmente en Taxonlife® para su incorporación como secuencias de referencia necesarias para procesos de identificación o clasificación de especies animales.

Diseño y resultados de Taxonlife®

Taxonlife® es un sistema integrado de trabajo que incluye métodos, almacenamiento, data-mining y protocolos informatizados de análisis que permite un uso flexible de la información taxonómica y genética actualmente disponible (figura 4). Taxonlife® consiste en:

Banco de tejidos y material genético a -80°C

Las muestras originales de material biológico (tejido, sangre, semen, mudas, etc.) correspondientes a más de mil muestras certificadas taxonómicamente están contenidas en ultracongeladores a temperaturas de -80°C . Taxonlife® consiste también en un banco real de muestras originales, ADN purificado y cuantificado, y de cualquier material resultante de los procesos realizados con las muestras del banco, como productos de PCR de diferentes loci genéticos vincula-



Figura 4. Página de acceso a la base de datos de manipulación experimental

dos informáticamente a las secuencias de ADN obtenidas de ellos y almacenadas en las bases de datos creadas a efectos de clasificación e identificación taxonómica.

Bases de datos integradas

Taxonlife® contiene bases de datos informáticos correspondientes a la identificación taxonómica de especies animales, datos del almacenamiento de diferentes materiales (muestra/ADN/PCR/secuencia), generación automática de listas de trabajo y protocolos de análisis según matriz y locus genético.

Protocolos de trabajo controlados informáticamente

Almacenamiento de datos primarios de todos los pasos del proceso de análisis, desde proveedor de la muestra hasta análisis de las secuencias de ADN derivadas, incluyendo cuantificación y niveles de calidad del material almacenado, información visual generada (geles de agarosa, resultados de amplificaciones por PCR, gráficos de secuencias y edición automática de secuencias).

Clasificación e identificación taxonómica: Desarrollo bioinformático específico

Taxonlife® conlleva también la programación y desarrollo propio de aplicaciones bioinformáticas para edición automática de secuencias de ADN, establecimiento y reconocimiento de motivos de secuencia conservados, los análisis automatizados propios de la clasificación taxonómica con aplicaciones BLAST y ClustalW específicos para Taxonlife®. Estos desarrollos, conjuntamente con la BBDD de secuencias de DNA, permiten la automatización del diseño de cebadores y sondas en función de diferentes niveles de especificidad exigidos, desde especificidad de especie/subespecie, familia, orden, clase o grupo taxonómico según aplicación.

El diseño y selección automático de cebadores (primers) y sondas permite la aplicación inmediata de protocolos de PCR cuantitativa (real-time PCR) de alta sensibilidad adecuados para la búsqueda de trazas de especies animales contaminantes en muestras biológicamente heterogéneas o complejas.

Las aplicaciones bioinformáticas directas para la identificación y clasificación de muestras biológicas incluyen códigos numéricos de secuencias de DNA y filtros específicos en función de parámetros variables dentro de los grandes grupos taxonómicos en el reino animal. De tal forma, la longitud de los intrones, el contenido GC o la frecuencia de polimorfismos intraespecie versus los cambios reales interespecie, son algunos de los filtros informáticos programados para la correcta identificación de muestras animales.

Conclusión

Taxonlife® es un registro genético de biodiversidad animal y una herramienta taxonómica con diferentes aplicaciones en sectores públicos de gestión medioambiental, industriales y académicos, que coordina dos actividades complementarias de manipulación en laboratorio y bioinformática, que incluye las siguientes funciones:

1. Adquisición de muestras autorizadas taxonómicamente.
2. Extracción de ADN.
3. Almacenamiento y archivo informático de muestras y ADN.
4. Selección del locus genético.
5. Amplificación genética del locus.
6. Evaluación y selección de bandas amplificadas.
7. Análisis de secuencia de ADN.
8. Programación de software bioinformático.
9. Selección de cebadores (primers) y sondas universales/específicas.
10. Auto-edición de secuencias.
11. *Clustering* de secuencias.
12. Almacenamiento de datos informáticos de secuencias generadas.
13. Referencias cruzadas de las BBDD y *data mining*.
14. Manipulación y clasificación taxonómica de muestras problema.

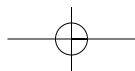
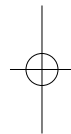
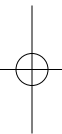
Es importante también resaltar que el acceso a determinadas regiones genómicas en un amplio número de especies animales tiene un alto potencial de generación de conocimiento para diferentes áreas de investigación científica, como proyectos en salud humana, genética comparada, farmacología, evolución y filogenética. Taxonlife® ha contribuido recientemente en la búsqueda de información, a partir de la evolución de los primates, sobre procesos de exonización de elementos de repetición Alu en genes humanos involucrados en cáncer (Mola *et al.*, 2007) y colabora con diferentes universidades para la generación de nuevos conocimientos en diversos ámbitos de investigación.

Taxonlife plantea la internacionalización de su BBDD y su sistema de gestión de datos genéticos y taxonómicos a través de herramientas *on line* desde una página web de acceso universal. La adquisición de Taxonlife®, por una institución interesada o su participación en diferentes organizaciones públicas o privadas con intereses comunes en la gestión de la biodiversidad y conservación medioambiental, garantizaría su continuidad y futuro desarrollo.

Taxonlife® ha sido beneficiario del programa de ayudas I+D PROFIT del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, España.

Bibliografía

- Vogler, A. P., and Monaghan, M. T. (2006): "Recent advances in DNA taxonomy", *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 10: 1439-69.
- D. N. Hebert, P.; Y. Stoeckle, M.; S. Zemplak, T. S., and M. Francis, Ch. (2004): "Identification of Birds through DNA Barcodes", *PLoS Biology*, Volume 2, 10: 1657-63.
- Simon, C.; Frati, F.; Beckenbach, A. T.; Crespie, B.; Liu, H., and Flook, P. (1994): "Evolution, weighting, and phylogenetic utility of mitochondrial gene sequences and compilation of conserved polymerase chain reaction primers", *Annals of the Entomological Society of America*, 87: 651-701.
- Simon, C.; Buckley, T. R.; Frati, F.; Stewart, J. B., and Beckenbach, A. T. (2006): "Incorporating molecular evolution into phylogenetic analysis, and a new compilation of conserved polymerase chain reaction primers for animal mitochondrial DNA", *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 37: 545-79.
- Mola, G.; Vela, E.; Fernández-Figueras, M.^a T.; Isamat, M., and Muñoz-Mármol, A. M.^a: "Exonization of Alu-generated Splice Variants in the Survivin Gene of Human and Non-Human Primates", *Journal of Molecular Biology*, vol. 366, Issue 4, 2 March 2007, Pages 1055-1063.



NUEVO MODELO DE CARTOGRAFÍA DE CALIDAD AMBIENTAL DE ESPAÑA: BIODIVERSIDAD

Mancebo Quintana, S.¹; Ortega Pérez, E.²;
Martín Ramos, B.³, y Otero Pastor, I.⁴

¹ Centro de Investigación del Transporte (TRANSyT)
Universidad Politécnica de Madrid. ETSI Caminos - Profesor Aranguren, s/n. - 28040 Madrid
Tel.: 91 336 52 34 - Fax: 91 336 66 56 - e-mail: smancebo@caminos.upm.es

² Centro de Investigación del Transporte (TRANSyT)
Universidad Politécnica de Madrid. ETSI Caminos - Profesor Aranguren, s/n. - 28040 Madrid
Tel.: 91 336 52 34 - Fax: 91 336 66 56 - e-mail: eortega@caminos.upm.es

³ Centro de Investigación del Transporte (TRANSyT)
Universidad Politécnica de Madrid. ETSI Caminos - Profesor Aranguren, s/n. - 28040 Madrid
Tel.: 91 336 52 34 - Fax: 91 336 66 56 - e-mail: bmartin@caminos.upm.es

⁴ Centro de Investigación del Transporte (TRANSyT)
Universidad Politécnica de Madrid. ETSI Caminos - Profesor Aranguren, s/n. - 28040 Madrid
Tel.: 91 336 52 35 - Fax: 91 336 66 56 - e-mail: isabel.otero@upm.es

Resumen

En el trabajo actual se presenta un nuevo modelo de valoración de la calidad ambiental de España basado en variables con un sentido ecológico. Se pretende obtener un mapa a partir de variables que, en la medida de lo posible, no dependan de la percepción humana, como el uso del suelo, los hábitats y la presencia de agua, relacionadas con la biodiversidad. Este mapa se complementaría con otros como la percepción del paisaje o calidad del suelo, para poder determinar la calidad ambiental del territorio y poder ser útil en procesos de evaluación ambiental tanto de proyectos como en planes y programas.

Palabras clave: Cartografía, Biodiversidad, Calidad Ambiental, Evaluación Ambiental Estratégica.

Abstract

This study shows a new environmental quality cartographic model of Spain using ecological variables. This cartography has been developed from variables, which do not depend – as much as possible – on human perception, such as land cover and habitat patches that are related to biodiversity. This map could be complemented with other maps, e. g. landscape perception or soil quality, to determinate the environmental quality of the territory. The main application of this map is to assist in environmental evaluation processes of both projects and plans.

Keywords: Cartography, Biodiversity, Environmental Quality, Strategic Environmental Assessment.

Introducción y objetivos

El Centro de Investigación del Transporte de la Universidad Politécnica de Madrid (TRANSyT) está coordinando varios proyectos de investigación que tienen el objetivo de evaluar y apoyar el desarrollo de Planes de Infraestructuras. En este marco, en el año 2005 se propuso un primer modelo de valoración de la Calidad Natural de la España Peninsular (1), utilizando un soporte SIG, que permite desarrollar Informes Ambientales en procedimientos de EAE a escala nacional. Para ello se desarrolló una metodología de valoración de 5 mapas de ámbito nacional. La metodología desarrollada desagregaba estos 5 mapas en 12 variables ambientales, que fueron valoradas y posteriormente agregadas.

En el trabajo actual se presenta un nuevo modelo alternativo de valoración, el objetivo del mismo es diseñar y aplicar –en España– una metodología de medición de la Calidad Ambiental a través de la biodiversidad alimentada con datos fácilmente asequibles y, por tanto, aplicable en otros territorios. Con este mapa, se pretende separar las variables ambientales relacionadas con la percepción humana de las que tienen un sentido ecológico y son susceptibles de ser medidas con modelos ecológicos validados. Así, se obtiene un mapa a partir de variables, como el uso del suelo, los hábitats y la presencia de agua, relacionados con la biodiversidad. Este mapa se complementaría con otros como la percepción del paisaje o calidad del suelo con el fin de realizar evaluaciones que tengan en cuenta todos los aspectos ambientales.

Metodología

Fuentes utilizadas

La aplicación de la metodología diseñada requiere de los siguientes mapas:

- Mapa de usos del suelo, Corine Land Cover 2000, proporcionado por la Agencia Medioambiental Europea (2).
- Mapa de Hábitats realizado bajo la Directiva 1992/42, proporcionado por el Ministerio de Medio Ambiente (3).

Integración

Se realizó un proceso de armonización de las fuentes que consistió en su transformación a un sistema de referencia común:

- Proyección UTM huso 30 extendido.
- Datum ED-50.

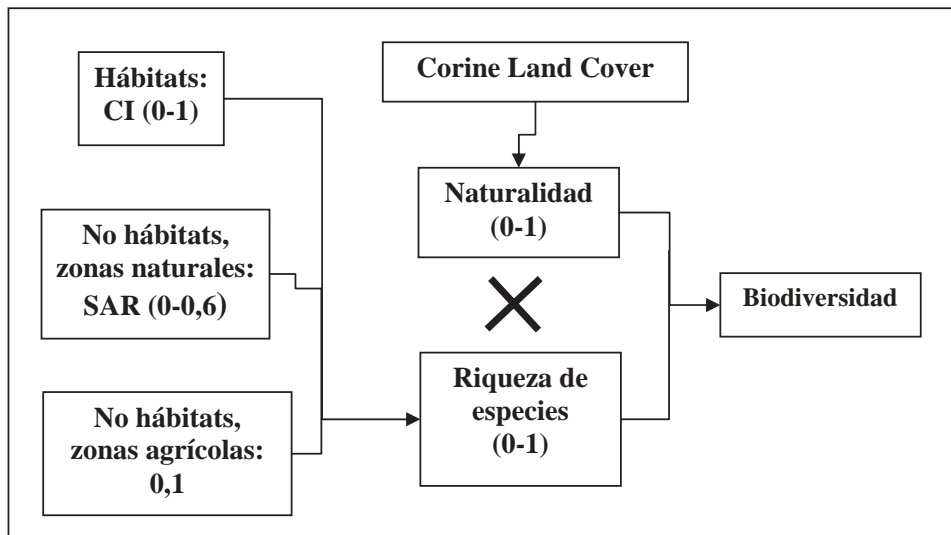
Tanto la precisión del mapa de usos del suelo como la del mapa de hábitats (estimada por los autores) es de 100 m (RMS).

Medida de la biodiversidad

La biodiversidad se ha medido como el producto entre el grado de naturalidad y la riqueza de especies. Por grado de naturalidad se entiende la superficie existente de ecosistemas naturales; la riqueza de especies es el número de especies distintas presentes en un ecosistema. Se trata de un modelo muy simplificado porque no contempla la distribución de los individuos entre especies, su equidad, como lo hacen otros índices de biodiversidad, por ejemplo el de Shannon. Tampoco se contempla la medida del número de individuos, o la biomasa total, presente en cada unidad estudiada, su abundancia. Asimismo la riqueza de especies se ha relativizado para cada hábitat, por lo que se considera que todos los hábitats son igual de ricos o valiosos. Estas simplificaciones se deben a la inexistencia de un inventario lo suficientemente detallado de áreas de distribución para cada especie, así como de su abundancia relativa dentro de cada tesela.

Para determinar el grado de naturalidad se ha realizado una estimación de la naturalidad/artificialidad de cada uso del suelo definido por el Corine Land Cover 2000 basado en la descripción completa de los usos que se encuentra en la memoria del mapa (4). La naturalidad se mide en función del grado de intervención por parte del hombre, que representa el porcentaje de superficie no intervenido. Así, las 44 clases se han clasificado en 5 grandes grupos: 0 para las zonas más intervenidas, es decir, las artificiales; 0,2 para las zonas agrícolas, ya que puede existir hasta un 20% de superficie natural; 0,4 para los mosaicos de zonas naturales y agrícolas; 0,6 para las zonas agroforestales; y de 1 para las zonas menos intervenidas, como las forestales.

Para la estimación de la riqueza de especies (desde 0 = mínimo a 1 = máximo) se ha seguido la siguiente metodología dependiendo de la presencia o no de hábitat. En la valoración se considera que las zonas declaradas como hábitat por la



directiva presentan mayor biodiversidad que otras zonas naturales no declaradas como tal y de las zonas naturales inmersas en una matriz no natural (cultivos agrícolas con pequeñas manchas de hábitat).

- En hábitats: se ha usado el indicador de conectividad (CI) (5), basado en la teoría de metapoblaciones de Hanski (6, 7) y en la relación especies-área (SAR) dada por la teoría de islas de McArthur y Wilson (8), calculados en trabajos previos (9). El SAR responde a la biodiversidad de las especies más especialistas, cuya persistencia es función, principalmente, del área de la tesela donde habitan. El CI es un indicador de conectividad entre teselas de hábitat y, por ende, de la biodiversidad de las especies más generalistas y especies multihábitat, cuya persistencia depende, en gran medida, de la dinámica de las poblaciones. El valor final de riqueza es la media entre los valores obtenidos según ambos métodos, y sus valores oscilan entre 0 y 1.
- En las zonas naturales sin hábitat identificado: basado en la teoría de islas, SAR, con un máximo de 0,6; el área viene determinada por el mapa de usos del suelo y se limitó el rango a 0,6 de tal forma que se equiparan las mejores teselas naturales sin hábitat identificado con las mejores teselas agroforestales con hábitat identificado.
- En las zonas quemadas: un valor medio, 0,5, ya que es de difícil determinación la tesela de hábitat a la que pertenecen estas zonas.
- En las zonas más intervenidas: 0,1; las zonas agrícolas y los mosaicos presentan pequeñas teselas de hábitat más o menos natural, si bien, a priori se desconoce la superficie de cada tesela y su tipo de hábitat. Si el área de estas zonas naturales es superior a 1 ha podría aparecer reflejado en el

mapa de usos del suelo y en el mapa de hábitats, ya que ambos presentan una resolución de unos 100 metros. Al presentar, probablemente, estas pequeñas manchas una superficie de 1 ha o menos, se decidió asignar el tamaño máximo al ser el más favorable en términos de valoración de la riqueza. Al desconocerse el tipo de hábitat, se calculó la riqueza, SAR, de una tesela de 1 ha para todos los tipos de hábitat y se asignó la media, 0,1 como valor final de riqueza.



Figura 1. Mapas de riqueza y naturalidad

Resultados

El resultado principal es un Mapa de Calidad Ambiental basado en variables ecológicas y que miden la biodiversidad (disponible con acceso libre en: <http://topografia.montes.upm.es>).

Este mapa es útil en los procesos de Evaluación Ambiental desde proyectos hasta planes y programas. Se puede usar en la etapa de "screening" y en el informe ambiental si su precisión (100 m) es suficiente. En combinación con otros mapas (percepción del paisaje, usos del suelo...) se obtendría una visión de la Calidad Ambiental más completa.

La tendencia general del histograma obedece al comportamiento de las ecuaciones que miden la riqueza de especies y a la estructura de la matriz del paisaje. La tendencia decreciente muestra que la mayor parte de la superficie de hábitat está muy fragmentada, presentando superficies –y, en consecuencia, riquezas– bajas. La distribución presenta 4 picos muy marcados. El primero, con calidad 0, corresponde a las zonas artificiales; el segundo, con calidad 0,02 (0,2 x 0,1) se debe a la presencia de las zonas agrícolas; el tercero, con calidad 0,04 (0,4 x 0,1) debido a las zonas en mosaico, y el último, con calidad 0,6, se genera por las teselas más grandes no identificadas como hábitat pero naturales, cuyo valor máximo se limitó a 0,6.



Figura 2. Mapa de calidad ambiental (biodiversidad)

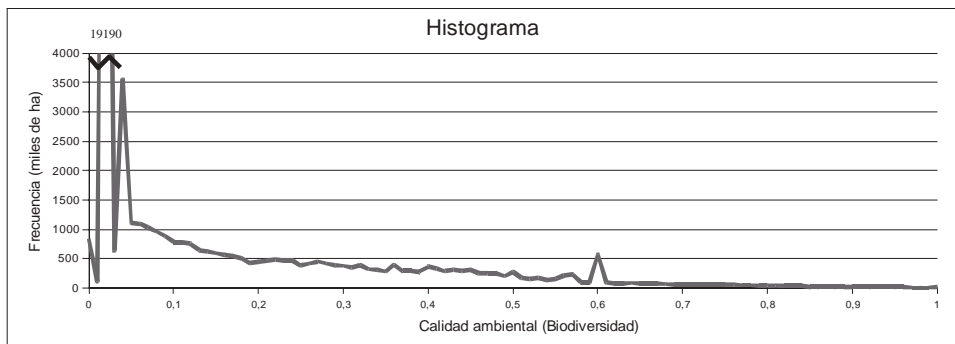


Figura 3. Histograma de calidad ambiental (biodiversidad)

Discusión

La metodología empleada está dirigida a la estimación de la biodiversidad presente en el territorio siendo posible su uso en evaluaciones de impacto. Se ha alimentado el modelo con mapas fácilmente disponibles como el de hábitats

(existente a nivel europeo) o el de usos del suelo (CLC en Europa, Global Land Cover en el mundo) con el fin de ser aplicable en otros territorios o países. Si bien, el escaso grado de detalle del mapa de usos del suelo nos ha obligado a simplificar el modelo y tener que recurrir a estimaciones, más o menos acertadas, de la naturalidad y riqueza de algunos de estos usos.

Es conocido que existen actuaciones forestales, como repoblaciones con especies alóctonas, que suponen un alto grado de intervención en el territorio, que se traduciría en una pérdida parcial del ecosistema natural, semejante al que ocurre en intervenciones agrícolas. Si bien, la cartografía empleada (CLC 2000), no distingue dentro del uso forestal las repoblaciones ni el tipo de especie empleado, por lo que este uso del suelo en nuestro modelo queda clasificado como netamente natural. Es cierto que se podría haber usado como información de partida mapas o inventarios forestales de España, en lugar del CLC 2000, que sí desagreguen especies y orígenes de las masas forestales. Sin embargo, el objetivo de este trabajo fue diseñar una metodología que requiera datos fácilmente disponibles, como mapas de hábitats y usos del suelo existentes a nivel europeo e incluso mundial.

El uso de escalas objetivas basadas en modelos ecológicos validados, al menos hasta el límite de objetividad impuesto por las simplificaciones necesarias para evaluar un territorio tan extenso, permite evaluaciones de impacto más realistas. El no haberse usado escalas valoradas ajustadas a las características del territorio como en el anterior modelo de Calidad Ambiental (1), admite la existencia de histogramas marcadamente irregulares y muy alejados de la "normalidad" o la "uniformidad" tal y como ocurre en este mapa.

Este mapa es directamente aplicable en la fase de "screening" de las evaluaciones de impacto ya que permite conocer, de forma sencilla y mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica, la biodiversidad de las zonas afectadas. La biodiversidad depende de variables locales (tamaño de la tesela) y regionales (conectividad entre poblaciones) lo que implica que una evaluación de impacto más precisa conllevaría la replicación del modelo en dos escenarios, antes y después de la actuaciones, midiéndose las diferencias en biodiversidad.

Bibliografía

- (1) Mancebo, S.; García-Montero, L. G.; Casermeiro, M. A.; Otero, I.; Espluga, A. P., y Navarra, M. (2005): *Modelo preliminar de la Calidad Natural de España 1:500.000*, Actas del III Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Pamplona, España.
- (2) EEA (2000): *Corine Land Cover 2000 (CLC2000) 100 m versión 8/2005*, Copenhagen, Dinamarca.
- (3) DGBIO (1995): *Mapa de hábitats versión de octubre de 2005*, Dirección General de la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente.
- (4) EEA (2000): *Corine Land Cover technical guide - Addendum 2000*, Copenhagen, Dinamarca.
- (5) Mancebo, S., Martín, B., Otero, I. y Casermeiro, M. Á. (2007): *A model for assessing habitat fragmentation caused by new infrastructures in extensive territories. Evaluation of the impact of the Spanish strategic infrastructure and transport plan*. En prensa.

METODOLOGÍAS EIA

- (6) Hanski, I. (1994): "A practical model of metapopulation dynamics", *Journal of animal ecology*, 63, pp. 151-162.
- (7) Bunn, A. G.; Urban D. L., y Keitt, T. H. (2000): "Landscape connectivity: A conservation application of graph theory", *Journal of Environmental Management*, 59, pp. 265-278.
- (8) MacArthur, R. H., y Wilson, E. O. (1967): *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University Press, Princeton (New Jersey), USA.
- (9) Martín, B.; Ortega, E.; Mancebo, S. y Otero, I. (2006): *Fragmentación de los hábitats de la Red Natura 2000 afectados por el PEIT (Plan estratégico de infraestructuras y transporte)*. En prensa.

DETERMINACIÓN DE UN ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD DE PROYECTOS DE URBANIZACIÓN A PARTIR DEL ESTUDIO DEL CICLO DE VIDA DE LA SECCION VIARIA A IMPLANTAR

Martínez Ruiz, S.¹

¹ Profesor de la Universidad Politécnica de Valencia
Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria
Camino de Vera, s/n. - 46022 Valencia (España)
Teléfono: +34 96 387 75 40 - Fax: +34 96 387 75 49
e-mail: simarrui@agf.upv.es

Resumen

La construcción sostenible se plantea en el presente como una evidente necesidad debido a la enorme cantidad de recursos, consumo energético, empleo de materiales sostenibles y residuos que forman parte del proceso constructivo durante todo el ciclo de vida. La implantación del espacio urbano requiere de la participación de los citados recursos. Con la finalidad de poder comparar y analizar el comportamiento medioambiental de dicha obra urbanizadora se pretende establecer una metodología para determinar un índice de sostenibilidad estudiando las posibles secciones viarias a implantar en los ámbitos urbanos.

Palabras clave: Construcción sostenible, planificación urbanística, ingeniería urbana.

Abstract

The sustainable construction considers in the present one like an evident necessity due to the enormous amount of resources, power consumption, use of sustainable materials and remainders that throughout form part of the constructive process the service life. The implantation of the urban space requires of the participation of the mentioned resources. With the purpose of being able to compare and to analyze the environmental behavior of this urbanizing work it is tried to es-

establish a methodology to determine a sustainability index studying the possible road sections to implant in the urban scope.

Keywords: Sustainable construction, urban planning, urban engineering.

Introducción

El objetivo principal de la urbanización de áreas ha sido el de propiciar los asentamientos humanos y el desarrollo de las actividades propias de los mismos, dotando de suministros básicos a dichos asentamientos como elemento fundamental de los procesos vitales, productivos, comerciales y lúdicos, a la vez que permitir la evacuación o retirada de elementos no reutilizables en dichos procesos. Actualmente la noción de desarrollo sostenible introduce una restricción adicional, que es la de cumplir los objetivos principales sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades. La obra civil e instalaciones que conformarán el espacio urbano, a lo largo de su construcción, uso y demolición, ocasionan una gran cantidad de impactos en el ambiente global y local (1) a través del empleo de recursos naturales y de la energía utilizada en la fabricación de los diversos materiales empleados, para el funcionamiento de los equipos de maquinaria de obra civil, así como para proveer a las áreas creadas de los servicios necesarios y de la energía embebida en los materiales utilizados en la construcción.

No se pueden olvidar los costes ecológicos que suponen tanto la extracción de los recursos minerales (canteras, minas, etc.) como la deposición de los residuos originados, que abarcan desde las emisiones tóxicas al envenenamiento de las aguas subterráneas por parte de los vertederos. La construcción y la demolición de los elementos de obra civil originan una gran cantidad de residuos. El reciclaje y la reutilización de los residuos de demolición y de los residuos originados en la construcción es una solución que acabará parcialmente con el importante impacto ambiental que tiene su origen en el vertido y la incineración. La aplicación de los criterios de sostenibilidad y de una utilización racional de los recursos naturales disponibles en la construcción requerirá realizar unos cambios importantes en los valores que ésta tiene como cultura propia. Estos criterios o, más correctamente, principios de sostenibilidad llevarán hacia una conservación de los recursos naturales, una maximización en la reutilización de los recursos, una gestión del ciclo de vida, así como reducciones de la energía utilizada (2).

Secciones viarias para implantación de espacios urbanos

La sección viaria es el detalle representativo de la implantación de los bulbos de infraestructuras, la disposición relativa entre ellos, así como de las capas de tránsito y rodadura.

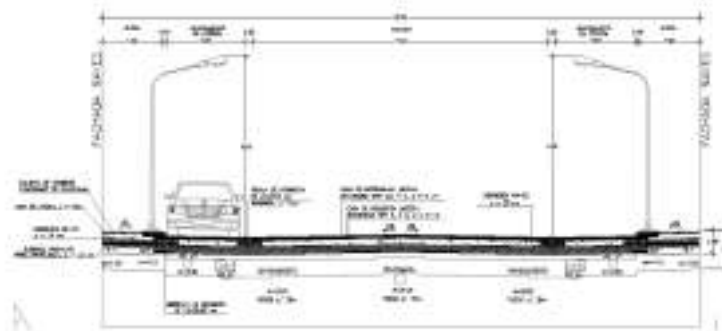


Figura 1. Sección viaria tipo

La implantación de áreas urbanas que debe albergar los asentamientos y actividades humanas, dotándolas de servicios mediante toda una serie de infraestructuras consiste en un conjunto de obras que necesariamente van a interactuar con el entorno (3). Dicha obra urbanizadora se puede desagregar en:

- Creación de la red viaria.
- Infraestructuras de abastecimiento:
 - Energía eléctrica en media tensión.
 - Energía eléctrica en baja tensión.
 - Agua potable.
 - Riego.
 - Hidrantes contra incendios.
 - Gas.
 - Telecomunicación.
- Implantación de infraestructura de evacuación:
 - Saneamiento, evacuación de aguas residuales (industriales, sanitarias).
 - Saneamiento, evacuación de aguas pluviales.
- Infraestructura de depuración.
- Servicios (alumbrado público, mobiliario y equipamiento, señalización, espacios libres, zonas verdes, dotación de aparcamiento).

Tipología de los sistemas de instalación de infraestructuras en las secciones viarias urbanas

Las instalaciones anteriormente citadas suelen incorporarse a la urbanización por debajo de la línea de rasante, salvo las que precisan de instalación aérea. Las secciones viarias aquí analizadas son las que se incorporan a nivel del subsuelo. Una clasificación en función del diseño de instalación es la siguiente:

- Transitables:
 - Galerías de servicio.
- No transitables:
 - Galerías de servicio.
 - Bulbos de instalaciones.
 - Prismas.
 - Instalación en zanja.

Indicar que, dependiendo del tipo de instalación adoptado, se cumplirán en mayor medida los requerimientos medioambientales o de sostenibilidad (4), ya que aspectos tales como el control de fugas, la eficiencia de funcionamiento, la reemplazabilidad o mantenimiento con óptima gestión de recursos, etc., van a ser caracteres diferenciadores.

ACV e impactos ambientales de la actividad constructiva

Deberán tenerse en cuenta los impactos ambientales de la obra civil y de sus materiales antes, durante y después de su construcción. Los diferentes efectos se considerarán con el coste de adoptar nuevas alternativas prácticas. Los flujos de materia o energía que entran o salen del sistema estudiado contribuyen, de forma diferenciada, a un cierto número de impactos, o efectos (locales y globales), sobre el medio ambiente. Se puede citar el efecto invernadero (o contribución al recalentamiento global), la acidificación atmosférica (o la lluvia ácida), la destrucción de ozono estratosférico, la eutrofización, el agotamiento de los recursos naturales y la pérdida de biodiversidad.

Ciclo de vida de los materiales y sistemas constructivos

El impacto ambiental de un producto comienza con la extracción de las materias primas y termina cuando la vida útil del producto finaliza, convirtiéndose en un residuo que ha de ser gestionado adecuadamente. Durante la fabricación, las empresas deben evaluar el impacto ambiental que tiene su proceso, además tienen la responsabilidad sobre el impacto que ocasionan las partes involucradas en el proceso hasta que el producto llega al cliente consumidor (por ejemplo, proveedores, distribuidores y consumidores). El análisis del ciclo de vida (ACV) de un producto es una metodología que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto.

Aplicación de programas informáticos para la determinación del efecto medioambiental de las diversas secciones viarias

El empleo de herramientas informáticas como Simapro versión 7 (Pré Consultants) puede encajar perfectamente en la determinación de los impactos genera-

dos por el producto "Sección viaria" durante todo su ciclo de vida, todo ello desde el punto de vista de los diversos indicadores de impacto comúnmente aceptados, tales como el Ecoindicador 99, Impact 2002 +, etc. (5). A partir de esta herramienta se pueden obtener los milipuntos asociados al diseño o solución constructiva propuesta, permitiendo ello el poder comparar, desde el punto de vista ambiental, diversas alternativas de proyectos.

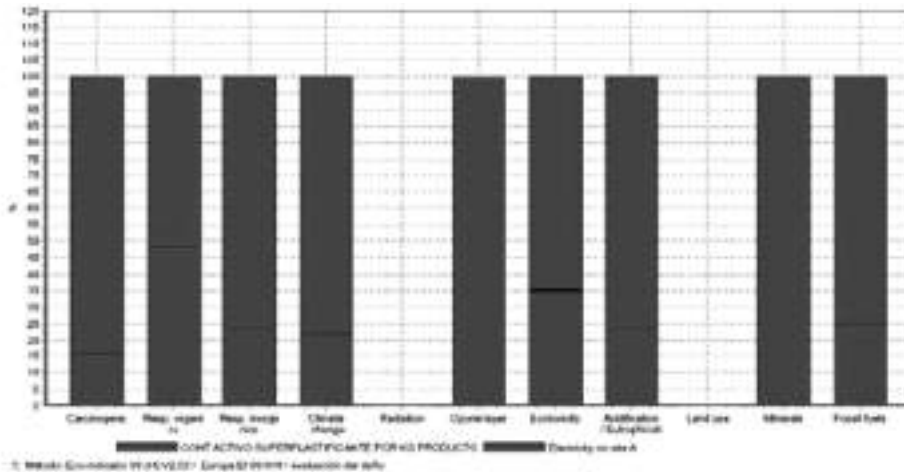


Figura 2. Determinación de impactos en base al Eco-Indicador 99 de un determinado producto

Fases y acciones del ACV de la implantación de una sección viaria urbana

Dada la variedad y complejidad de los trabajos a realizar para transformar un terreno no urbano, en una zona urbanizada dotada de todos los servicios e instalaciones que la legislación dispone, en el presente apartado se consideran solamente aquellas acciones más importantes, que la experiencia ha enseñado como principales causantes de impacto ambiental en cualquiera de los factores tenidos en cuenta:

- Desbroce y retirada de tierra vegetal y movimientos de tierras.
- Transporte de escombros y materiales.
- Redes aéreas.
- Redes subterráneas.
- Obra civil.
- Zonas verdes.
- Residuos de las obras.
- Mantenimiento de red viaria, espacios públicos y edificios.
- Mantenimiento de zonas verdes.

- Tráfico ligero y pesado.
- Abastecimiento de agua potable.
- Depuración de aguas residuales.
- Residuos asimilables a urbanos.
- Vertidos de aguas residuales.
- Ocupación y contaminación de suelos.
- Utilización de recursos naturales.
- Mantenimiento de la maquinaria empleada en la obra.
- Gestión de residuos generados durante la obra.

Materiales empleados

Los materiales seleccionados y utilizados en la construcción de la obra civil e instalaciones del entorno urbano no sólo consumen recursos y energía, además contaminan el aire, agua y terrenos, durante su fabricación. La mayoría de ellos, una vez instalados y formando parte de cualquier sección viaria implantada, necesitan un mantenimiento posterior adecuado, o bien ser reemplazados periódicamente. Por lo tanto, materiales de construcción de buena calidad y que minimicen el uso de recursos naturales y mantengan sus propiedades a lo largo de su vida útil, además de poder ser reutilizados o reciclados, son los necesarios para contribuir a la sostenibilidad en el sector de la construcción en general y de obra civil de urbanización en particular.

Consumos de energía y agua

El posible aprovechamiento de fuentes de energía alternativas o al menos su introducción parcial y paulatina, un correcto diseño bioclimático de manzanas urbanas, su orientación, su integración con elementos vegetales, el empleo de instalaciones sostenibles y el empleo de elementos de control del consumo en el mismo, son las claves para conseguir un menor consumo en la etapa de utilización del espacio urbano.

Fase final del ciclo de vida de la implantación de la urbanización

Podría considerarse los impactos en la actividad constructiva espacio urbano en base a la contaminación atmosférica, del agua y de los suelos. Cada una de ellas tiene sus peculiaridades, como las fuentes y las técnicas para su recuperación. Algunas prácticas en las obras pueden ayudar a reducir todos estos efectos perjudiciales. Durante la demolición de una zona urbanizada aparecen dos factores importantes. El primero es el polvo que se genera, teniendo en cuenta que es molesto tanto para el personal que lleva a cabo las labores de demolición como para las personas que puedan circundar el entorno. Por otra parte, está la peli-

grosidad que supone demoler una obra civil que contenga materiales tóxicos, hoy en día fuera de uso. En estos casos hay que tomar ciertas precauciones para evitar problemas de salud a las personas involucradas en el proceso deconstructivo:

- Utilización de materiales reciclables para la producción de los agregados del hormigón en lugar de utilizar materias primas naturales.
- Reciclaje de materiales: reutilización de la madera, utilización de materiales reciclados/reutilizados en la construcción de las paredes, techos y suelos; uso de residuos industriales en algunos materiales.
- Reutilización de residuos de otras construcciones o demoliciones, en un nivel de alta calidad y que no sean utilizados en aplicaciones de baja importancia o vertidos en los vertederos.
- El impacto ambiental debido al transporte de los materiales supone un coste indirecto en términos de contaminación en cuanto a las emisiones de CO₂ producidas por los gases de escape.
- El diseño de la sección viaria y la elección de los materiales se realizará teniendo en cuenta una minimización en la cantidad de materiales que liberen sustancias químicas peligrosas y la incorporación de materiales y componentes con un bajo índice de ODP (ozone depletion potential).

El índice de valor sostenible de la urbanización

El alcance del "diseño sostenible" de los espacios urbanos podría cuantificarse a través de un índice de cumplimiento o "*índice de valor sostenible*" (6). Dicho valor puede ser el resultado de integrar en un único valor numérico los requisitos de sostenibilidad exigidos, según los conceptos de construcción sostenible mencionados hasta ahora. Dicho índice de valor bien podría ser el obtenido a partir de cualquier herramienta informática como la indicada anteriormente, la cual, en base al indicador correspondiente, proporciona una puntuación directamente asociada con su comportamiento medioambiental en una escala de milipuntos, o bien a partir de la aplicación de herramientas multicriterio que se citan a continuación.

La dificultad para predecir de manera fiable el comportamiento a ciclo de vida de los elementos que integran la obra civil y las instalaciones que conforman una sección viaria cualquiera del espacio urbanizado frente a aspectos medioambientales, puede revertir en la generación de una cantidad importante de residuos debido a la falta de optimización en el diseño y los costes generados por el deterioro prematuro de los diversos componentes de dicha sección viaria, así como un perjuicio continuado en el funcionamiento posterior de dicho espacio urbano. Establecer un índice de valor de dicha implantación del espacio urbano en cuanto a dotación de servicios se refiere a lo largo de todo su ciclo de vida puede ayudar a optimizar la selección de soluciones sobre la base de los criterios relativos a diversos ámbitos de estudio: ubicación, materiales, procesos constructivos y deconstructivos, ahorros energéticos, residuos.

Por otro lado, el análisis del índice de valor permitiría abordar con confianza, en el ámbito español, una nueva filosofía de contratos en la construcción y previamente adjudicación de la gestión de suelo, que ya comienza a ser común en países como Reino Unido. Se trata de los contratos BOOT (en inglés), es decir, aquellos en los que el impulsor del proyecto constructivo se integra activamente en el proceso de diseño, cuyas decisiones se articulan a través de una visión más global del ciclo de vida (LCA), que comprende los aspectos relativos a la fase de uso (operación y mantenimiento del edificio). Este aumento de perspectiva revierte en claros beneficios para el cliente o usuario final, si bien implica la necesidad de cuantificar las incertidumbres inherentes a los diversos aspectos de carácter intangible que intervienen en la toma de decisión. En este sentido, el índice de valor pretende constituir una ayuda para cuantificar e integrar este tipo de factores.

El concepto de valor se ha propuesto en diversas ocasiones como un criterio de decisión adecuado en el ámbito de desarrollo de los proyectos constructivos, inicialmente centrado en el ámbito de la economía de la construcción. Ello implica plantear la cuestión relativa a su cuantificación, lo cual supone ciertas dificultades. Dicho instrumento concibe el valor de un proyecto como un concepto de carácter integrado, que englobaría no sólo el del coste, sino los deseos intangibles y las necesidades dinámicas de los usuarios de las obras de construcción, atendiendo a diversos planos: económico, temporal, funcional, social y medioambiental. Asimismo plantea el proyecto desde la perspectiva de todo su ciclo de vida, desde su concepción estratégica hasta su reintegración en el entorno.

El concepto de valor de un proyecto en este área tiene diversas características, tales como su carácter multiatributo, representado mediante los diversos niveles o planos de evaluación, su dependencia del contexto y carácter temporal, es decir, depende de un cierto marco de referencia, y su carácter subjetivo, articulado a través del concepto de satisfacción de los requerimientos planteados, que aconsejan el desarrollo y aplicación de técnicas de análisis multicriterio.

De forma similar, la obtención del índice de valor del espacio urbano urbanizado podría articularse a través de metodologías de análisis multicriterio, ya que es el resultado de evaluar dicho espacio urbano (desde su diseño, pasando por su implantación, hasta su consideración de elemento presente) con un conjunto de criterios de decisión de diferente índole. El índice de valor serviría como herramienta de ayuda en la toma de decisiones constructivas de las tipologías constructivas del espacio urbano en su etapa previa de diseño. Asimismo el empleo de metodologías de análisis multicriterio permitiría desarrollar procesos de selección de alternativas óptimas respecto a requisitos medioambientales, partiendo de una propuesta inicial de varias alternativas de ejecución diferentes.

Modelo conceptual

La modelización del entorno (espacio) urbano sostenible asume como hipótesis de partida la consideración de tres ejes principales de análisis:

- Requerimientos del entorno urbano (urbanización).
- Componentes.
- Ciclo de vida.

Metodología

En referencia a los ejes de actuación expuestos, las diversas decisiones que podrían plantearse durante el desarrollo del proyecto se evaluarían acotando las coordenadas a las que afecta en cada uno de los tres ejes. Para llevar a cabo la evaluación se determinarán unos criterios en cada uno de los cuadrantes definidos por las (sub)divisiones de los tres ejes. De este modo, para cada decisión se seleccionará un conjunto de criterios que servirán de base para la evaluación de alternativas. En cada uno de estos criterios se establecen un conjunto de indicadores con el objeto de cuantificar el valor de las alternativas según ese criterio. Estos indicadores se seleccionarán siguiendo los planteamientos expuestos y en función del grado de cumplimiento o satisfacción en el proyecto o en la urbanización implantada, permitiendo así una primera aproximación al grado de sostenibilidad de la construcción propuesta o ejecutada.

El análisis del valor sostenible de la implantación del espacio urbano

Función de valor

La función de valor mide la satisfacción de la persona evaluadora respecto a la respuesta que genera una alternativa a cierto indicador, del tipo que sea. El objetivo de la determinación de dicha función es homogeneizar los valores obtenidos para los diferentes indicadores de evaluación, respecto a una alternativa considerada.

Análisis multicriterio

Se plantea un problema de Toma de Decisiones con Criterios Múltiples o Multicriterio (MCDM, Multicriteria decisión Making) cuando un decisor tiene que elegir entre un conjunto de alternativas, continuo o discreto, teniendo en cuenta distintos criterios o puntos de vista. En este contexto se dispone de diferentes modelos para analizar las situaciones de decisión que se pueden derivar del problema planteado. Dentro de las técnicas desarrolladas de resolución de los problemas de Decisión Multicriterio y que podrían ser de utilidad en la obtención del valor sostenible de edificaciones, se encuentran "el proceso analítico-jerárquico (AHP)" y el "método Electre III".

Cálculo del óptimo y toma de decisión

La elección de la mejor alternativa se realizará a partir de la construcción de hiperrectángulos por cada plano de requerimientos "R". Es de aclarar que se tienen tantos hiper-rectángulos como alternativas. Con este H_{opt} se calcula la distancia euclídea de cada una de las alternativas respecto de este óptimo. Se elige la alternativa que está más cerca (distancia mínima) al H_{opt} .

Modelo de evaluación para la urbanización

El comportamiento medioambiental de un ámbito urbanizado podrá ser evaluado según los diferentes ámbitos de estudio mencionados anteriormente. Se propone así un modelo de evaluación, formado por una estructura jerárquica de niveles y subniveles. Para la definición de este modelo, es necesario definir diferentes marcos de análisis o "criterios" de mayor grado de detalle o desarrollo. Para ello se plantea la necesidad de una estructuración a través de lo que se ha denominado "árbol de requerimiento", cuya misión es servir de base para la identificación y ordenación de las criterios del sistema. Mediante este esquema, los diversos ámbitos de estudio se irán desarrollando mediante la ramificación continua del citado árbol, según el grado de desarrollo deseado.

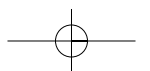
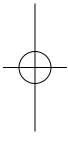
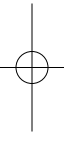
Conclusiones

Con el establecimiento de una metodología para la obtención de un índice de valor en cuanto al grado de sostenibilidad de un proyecto, obtenido bien a partir de métodos de evaluación multicriterio o mediante herramientas informáticas analíticas del ciclo de vida del producto denominado "Proyecto de urbanización de un ámbito urbano", tras el análisis de las secciones viarias compuestas por partidas de obra civil e instalaciones, va a ser posible comparar proyectos entre sí y, en su caso, desestimar o desaconsejar actuaciones o adoptar alternativas más sostenibles. En un segundo nivel será posible obtener el citado índice de valor sostenible de un proyecto asociado al presupuesto de ejecución material del mismo como un dato más de la descomposición de los precios de las diferentes partidas, conociendo de esta forma de manera exacta el comportamiento medioambiental del mismo.

Bibliografía

- (1) Zhuguo Li (2006): "A new life cycle impact assessment approach for buildings", *Build and Environment*, 41(7): 1414-22.
- (2) Erlandsson, M., y Borg, M.: (2003): "Generic LCA - methodology applicable for building, construction and operation services-today practice and development needs", *Build and Environment*, 38 (7): 919-38.

- (3) Bauluz del Río, G. (2004): *Guía de buenas prácticas de planeamiento urbanístico sostenible*. Serie Guías Técnicas, Junta Comunidades Castilla-La Mancha.
- (4) Pintado Manzaneque, J. (2004): *Guía de buenas prácticas de proyectos de urbanización sostenible*. Serie Guías Técnicas, Junta Comunidades Castilla-La Mancha.
- (5) Jolliet, O., y Margni, M. et al. (2003): *Impact 2002+: a new Life Cycle impact assessment methodology*, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Switzerland.
- (6) Garrucho Aprea, I. (2005): *Tesis Doctoral*, Universidad del País Vasco-Labein.



METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS ACÚSTICOS EN PARQUES EÓLICOS

Peidro Otal, C.

Grupo Interlab, S.A.
Tel.: 956 15 33 57 - Fax: 956 18 48 07
e-mail: cpeidro@interlab.es

Resumen

En la legislación andaluza en materia de ruidos (Decreto 326/2003) se exige la realización de Estudios Acústicos previamente a la instalación de los parques eólicos. Asimismo, dicho Decreto indica tanto el contenido como la metodología que debe ser empleada para su elaboración.

Los parques eólicos únicamente entran en funcionamiento cuando la velocidad del viento se encuentra en un rango de valores (generalmente entre 4 y 25 m/s). Esta peculiaridad hace que ciertos aspectos de la metodología propuesta en el Decreto no sean aplicables a las condiciones en las que operan los aerogeneradores. Otra cuestión a tener en cuenta es el propio ruido aerodinámico que genera el viento como componente del ruido de fondo.

Así, a la hora de realizar un estudio acústico en parques eólicos, dada la influencia del viento en las zonas de implantación, debe incluirse en la metodología la realización de medidas *in situ*, con el fin de estimar el ruido aerodinámico en función de la velocidad del viento, al igual que éste debe formar parte de los modelos de predicción, ya que interviene notablemente en la propagación del ruido.

De esta forma se consigue incrementar la fiabilidad de los resultados obtenidos en el estudio acústico y ajustar en mayor medida las predicciones sobre la situación acústica tras la puesta en marcha del parque eólico. Lo cual permite

actuar con una mayor eficacia a la hora de evitar posibles afecciones sobre la población cercana y los espacios naturales.

Palabras clave: Metodología, Estudios acústicos, Parques eólicos.

Abstract

According to Andalusian legislation regarding noise (Order in Council 326/2003), Acoustic studies are requires previous to the instalment of wind farms. In the same way, such an Order indicates both the contents and the methodology that must be used for it's elaboration.

Wind farms only come to be when wind speed is within a scale (generally between 4 and 25 m/s). This peculiarity, makes it so that certain aspects of the proposed methodology in this Order can not be applicable to the conditions in which wind turbine work. Another matter to be taken into account, is the actual aerodynamic noise generated by the wind as a component of background noise.

Therefore, when it comes to carrying out an acoustic study in wind farms, due to the wind influence in the exercise areas, methodology should include in situ measurement, to be able to estimate aerodynamic noise according to wind speed, in the same manner, these should be included in the prediction samples, due to the fact that it intervenes remarkably on how the wind carries noise.

With this method, we are able to increase trust worthy results obtained through the acoustic study and therefore adjust more accurately predictions regarding the acoustic situation after the wind park is in place. This will allow more efficient actions when it comes to avoiding possible effects over the nearby population and the natural spaces.

Keywords: Methodology, Acoustic Study, Wind Farms.

Introducción

Es sabido que las *energías verdes*, como lo es la eólica, llevan asociadas una serie de connotaciones ambientales positivas por su carácter renovable; aun así ha de tenerse en cuenta que dichas instalaciones pueden ser causantes de ciertos impactos sobre el medio receptor. En el caso de la eólica, uno de ellos se asocia a las molestias ocasionadas, debidas al ruido producido por los aerogeneradores.

En la legislación andaluza en materia de ruidos (Decreto 326/2003) se define la metodología que debe ser empleada para elaboración de Estudios acústicos, previamente a la instalación de ciertas actividades, entre las que se incluyen los parques.

Varios aspectos de dicha metodología no son aplicables a las condiciones en las que operan los aerogeneradores, ya que éstas únicamente entran en funcionamiento por norma general a partir 4 m/s. Otra cuestión a tener en cuenta es el propio ruido aerodinámico que genera el viento como componente del ruido de fondo.

Objetivos

El objetivo de esta presentación es establecer un procedimiento metodológico, con el que se consiga dar cumplimiento a la normativa en materia de ruido, así como mejorar la caracterización de la situación acústica previa y la estimación de ésta tras la puesta en marcha del parque eólico, y de este modo aumentar la fiabilidad en la valoración del impacto sobre el ruido ambiental asociado a dicha instalación.

Metodología

El criterio seguido para establecer la presente metodología para la elaboración de Estudios Acústicos en Parques Eólicos se ha basado en la revisión y análisis de la bibliografía disponible, así como de las metodologías ya aplicadas en diversos países con una amplia experiencia en el sector eólico y su adaptación a la normativa vigente en materia de ruidos en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Resultados

Según el artículo 35 del Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de protección contra la contaminación acústica en Andalucía, el contenido de los Estudios Acústicos debe incluir una campaña de medidas *in situ*, con la que caracterizar la situación acústica preoperacional en la zona de estudio, e igualmente una simulación plasmada en un mapa de ruidos del estado acústico previo y posterior a la puesta en marcha de la actividad. Tras la comparación de los resultados obtenidos entre sí, así como con los niveles máximos establecidos por la legislación en materia de ruidos, debe valorarse el impacto acústico, asociado a la instalación de dicha actividad, sobre los potenciales receptores.

A continuación se detallan los pasos a seguir para su realización.

Caracterización de la situación acústica preoperacional

La finalidad de la campaña de medidas del ruido previa a la instalación del parque, es conocer el ruido de fondo característico de la zona que puede verse potencialmente afectada, una vez éste entre en funcionamiento.

El ruido de fondo se define como el ruido ambiental cuando la actividad objeto de estudio no está operativa. Entre las diversas fuentes que lo producen quedan incluidas el ruido de tráfico, transeúntes, parques infantiles, perros, aves, etc., siempre y cuando estos eventos ocurran en un porcentaje superior al 90% del tiempo de medida. Igualmente, en el caso concreto de los parques eólicos, otro factor de suma importancia a tener en cuenta como fuente de ruido es el ruido aerodinámico debido al viento, el cual alcanza valores relevantes a partir de ciertas veloci-

dades, llegando a provocar niveles de ruido de fondo que pueden enmascarar el producido por los aerogeneradores.

Por otro lado, tanto el rango de operación, como la potencia sonora emitida por los aerogeneradores dependen de la velocidad del viento, ya que éstos únicamente entran en funcionamiento en torno a los 4 m/s y se desconectan por lo general al superarse los 25 m/s (6), así mismo, la potencia sonora emitida aumenta progresivamente con la velocidad del viento.

De ahí que, para que los resultados obtenidos a través de los muestreos puedan ser posteriormente comparados con las estimaciones sobre el Parque en funcionamiento, la campaña debe ser diseñada de manera que las medidas sean tomadas en condiciones similares a las que luego operará el parque (1).

Para ello debe consultarse una rosa de los vientos de la futura zona de implantación del parque. Mediante ella podemos conocer tanto la dirección y velocidad de los vientos predominantes, como la probabilidad de que éstos se den. Dichos datos generalmente pueden ser facilitados por el propio promotor, ya que para determinar la idoneidad del lugar de ubicación del parque han debido recopilarlos previamente.

Planificación del muestreo

En base al Decreto 326/2003 deben llevarse a cabo una serie de medidas, en los puntos necesarios que permitan identificar con claridad la situación acústica medioambiental en la zona de posible afección del proyecto a implantar, de las cuales, como mínimo una de ellas debe realizarse durante 24 h en continuo.

Los puntos de medida deben ser ubicados, en zonas pobladas o de carácter residencial, donde se prevean las situaciones más problemáticas, es decir, en las inmediaciones de las viviendas potencialmente afectadas (1).

En cuanto a la planificación temporal del muestreo, éste debe desarrollarse tanto en período diurno como nocturno, en aquellas horas donde la actividad en la zona de estudio sea menor, con el fin de que el ruido ambiental medido no se vea alterado por episodios puntuales, que incrementen el ruido de fondo (2).

Metodología de muestreo

A la hora de llevar a cabo las medidas ha de tenerse en cuenta que estas deben ser tomadas, como se ha comentado con anterioridad, en las condiciones de funcionamiento de los aerogeneradores, es decir, a velocidades de viento superiores a 4 m/s. Sin embargo, la normativa andaluza en materia de ruidos específica que a partir de los 3 m/s las medidas deben ser desestimadas, ya que se considera que éstas han podido verse afectadas por el pseudo-ruido que crea el micrófono, a causa de la incidencia del viento sobre él (6).

Por otro lado, aunque los aerogeneradores operan generalmente hasta velocidades de 25 m/s, se considera que no es necesario caracterizar el ruido de fondo a velocidades superiores a 12 m/s por varios motivos (2):

- Por encima de los 12 m/s es difícil de conseguir que las medidas no se vean distorsionadas por el propio viento.
- Por la misma razón, las velocidades de viento de referencia normalizadas, en función de las cuales se expresa la potencia acústica asociada a los aerogeneradores, no superan los 10 m/s (3).
- Generalmente la probabilidad de que se den vientos superiores a 12 m/s no es muy elevada, lo que a su vez conlleva una dificultad para que estos eventos puedan ser medidos, durante las campañas de muestreo.
- Finalmente está comprobado que el incremento del ruido de fondo en función de la velocidad del viento es superior al que se produce en los aerogeneradores. Debido a esto se considera que, el estudio del impacto acústico producido por la implantación de un Parque eólico, debe desarrollarse en torno a velocidades de viento moderadas, ya que a partir de ciertos valores el ruido de fondo puede llegar a enmascarar el producido en el propio parque.

Por todo ello, a la hora de llevar a cabo el estudio, deben tomarse una serie de medidas que garanticen la validez del muestreo, a velocidades comprendidas, al menos, entre los 4-12 m/s, para lo cual se proponen las siguientes (1, 2 y 6):

- Medir en el exterior, en la medida de lo posible en un lugar resguardado del viento, a una distancia de al menos 5 m de cualquier superficie reflectante, en dirección al futuro Parque eólico.
- Situar el sonómetro a 1,2 m de altura sobre el suelo.
- Realizar las medidas con el sonómetro en respuesta lenta, utilizando como parámetro descriptor el LA90, siempre teniendo en cuenta que los resultados obtenidos pueden ser entre 1,5-2,5 dB(A) menores que el LAeq medido para el mismo período.
- Usar sobre las pantallas anti-viento convencionales, una segunda de mayor tamaño.
- Durante el muestreo, debe ser medida la velocidad del viento de forma simultánea, con la finalidad de desestimar aquellos datos que puedan haberse visto alterados ante episodios de fuertes vientos.

El período de medida empleado es de 10 minutos, durante los cuales debe obtenerse de manera simultánea, la velocidad del viento promedio para dicho intervalo de tiempo, en el futuro lugar de implantación del parque eólico (1). Con estos datos se podrá finalmente obtener una relación entre el ruido de fondo y la velocidad del viento.

Ha de tenerse en cuenta que los valores de potencia acústica de los aerogeneradores vienen expresados según norma (3), en función de la velocidad del viento, medida ésta a 10 m de altura. Por ese motivo, con la finalidad de poder correlacionar los resultados obtenidos para el ruido de fondo con el provocado por la actividad, durante el muestreo, el viento debe ser medido igualmente a 10 m.

De no ser esto último posible, si la velocidad del viento es obtenida a una altura conocida, puede calcularse a 10 m según la siguiente fórmula (2 y 3):

$$V_1 / V_2 = \ln (h_1 / z_0) / (h_2 / z_0)$$

donde:

V_1 = Velocidad del viento (m/s) medida a la altura h_1 (m).

V_2 = Velocidad del viento (m/s) medida a la altura h_2 (m).

Z_0 = Longitud de la rugosidad del terreno (m).

Los diferentes valores que puede tomar z_0 vienen definidos en la siguiente tabla (2 y 3):

TABLA 1
Longitud de la rugosidad en función del tipo de terreno

Tipo de Terreno	Longitud de la rugosidad (z_0)
Agua, nieve y tierras arenosas	0,001 metros
Abierto, terreno plano, hierba baja y suelo raso	0,01 metros
Tierra de cultivo con vegetación	0,05 metros
Suburbios, pueblos, bosques, muchos árboles y arbustos	0,3 metros

Finalmente debe comprobarse que las condiciones de viento (dirección y velocidad) en la que han sido llevadas a cabo las mediciones son representativas de aquellas bajo las cuales operará el parque eólico la mayor parte del tiempo.

Cálculo del ruido de fondo

Con los datos obtenidos se elabora una gráfica para cada uno de los escenarios considerados, en la que se enfrenta el ruido de fondo con la velocidad del viento a 10 m de altura, medida en la futura zona de ubicación del parque eólico (2).

A partir de la nube de puntos se calcula una curva de regresión, de la que finalmente se obtienen los valores de ruido de fondo característicos para cada velocidad de viento y localización, tanto para el período diurno como el nocturno (1).

Las velocidades de viento a las que se determina el ruido de fondo se corresponde con las normalizadas para caracterizar la potencia sonora procedente de los aerogeneradores (3), para así poder facilitar la comparación de resultados.

Simulación del estado preoperacional y postoperacional

La simulación del estado preoperacional y postoperacional se realiza mediante programas que, en base a diversos modelos de propagación del sonido, generan mapas acústicos.

La propagación del sonido, sobre todo a grandes distancias, se ve influida por las condiciones meteorológicas. Particularmente en las zonas de implantación de parques eólicos, el viento es la variable más relevante, ya que con viento a favor el sonido se propaga a mayor distancia, mientras que con viento en contra se crean zonas de sombra donde éste no se percibe.

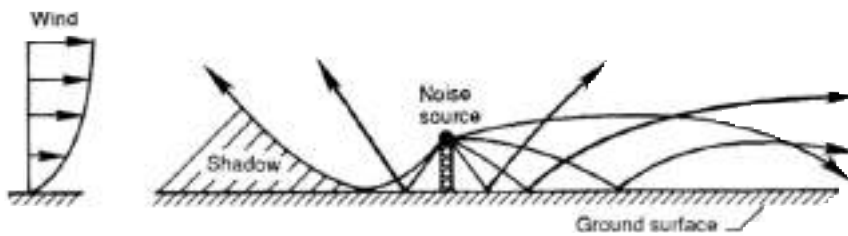


Figura 1. Influencia del viento sobre la propagación del sonido (2)

Por ello es conveniente que los programas empleados para realizar las predicciones contengan modelos de propagación del sonido en los que puedan incluirse valores de dirección y velocidad del viento, de esta forma los datos arrojados simularán con mayor veracidad la situación real.

A la hora de introducir las fuentes sonoras se debe disponer de las potencias acústicas de los aerogeneradores en función de la velocidad del viento, así como de datos sobre otras fuentes presentes en la zona, como pueden ser las carreteras. Igualmente deberá tenerse en cuenta el ruido de fondo obtenido con anterioridad.

La modelización debe realizarse tanto en período diurno como nocturno para las diferentes velocidades de viento con las que fue calculado el ruido de fondo. Todo ello en base a las condiciones más desfavorables (1), es decir, para las direcciones del viento en las que la propagación del ruido hacia los potenciales receptores se vea más favorecida y que según la rosa de los vientos tengan una probabilidad de ocurrencia media-alta.

Con esto, aunque los resultados obtenidos puedan implicar un impacto superior al que luego se produzca en la realidad, es preferible tener cierto margen de error.

Finalmente, el ruido de fondo obtenido en las inmediaciones de los receptores potencialmente afectados es comparado con los mapas de ruido y éstos a su vez con los niveles máximos establecidos por la legislación en materia de ruidos. En base a ello se está en disposición de valorar el impacto acústico, asociado a la instalación del parque eólico.

Discusión

Previamente a la puesta en marcha de nuevos parque eólicos, éstos deben ser sometidos a estudios acústicos en los que la metodología empleada se ajuste a sus características particulares de funcionamiento. De esta forma se consigue incrementar la fiabilidad de los resultados obtenidos en el estudio y ajustar en mayor medida las predicciones sobre la situación acústica tras la puesta en marcha del parque eólico. Lo cual permite actuar con una mayor eficacia, a la hora de evitar posibles afecciones sobre la población cercana y los espacios naturales.

Bibliografía

- (1) *Environment Protecction Authority (EPA) South Australia (2003), Environmental Noise Guidelines: Wind Farms.*
- (2) Meir, R. et al. (1996): *The assessment & Rating of noise from Wind Farms*, Technical Report ETSU-R-97, Departament of Trade and Industry U.K.
- (3) UNE-EN 61400-11: *Aerogeneradores. Parte 11: Técnicas de medida de ruido acústico*, versión española de la norma CEI 61400-11:2002
- (4) Rogers, A. L. et al. (2006): *Wind Turbine Acustic Noise. Renewable Energy Research Laboratory*, Departament of Mechanical and Industrial Engineering, University of Massa chusetts at Amherst.
- (5) Kragh, J. et al. (1999): *Noise inmission from wind turbines*, Technical report ETSU W/13/00503/REP, Department of Trade and Industry U.K.
- (6) Cueto Ancela, J. L. et al. (2006): *Metodología para la evaluación del impacto sonoro producido por los parques eólicos en Andalucía*, Congreso Tecniacústica, Gandía.

HERRAMIENTAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE AFECCIONES SOBRE NATURA 2000 Y OTROS ESTUDIOS AMBIENTALES DE PROYECTOS Y PLANES CON REPERCUSIONES EN EL MEDIO NATURAL

Ramírez Santigosa, I.¹; Ballester Sabater, R.², y
Díez de Revenga Martínez, E.³

¹ Dirección General del Medio Natural
Catedrático Eugenio Úbeda, 3, 3.º, despacho 304 - 30008 Murcia
Tel.: 968 22 88 93 - e-mail: minmaculada.ramirez@carm.es

² Dirección General del Medio Natural
Catedrático Eugenio Úbeda, 3, 3.º, despacho 304 - 30008 Murcia
Tel.: 968 22 88 95. e-mail: ramon.ballester2@carm.es

³ Ambiental, S.L. - González Adalid, 11, 2.º - 30001 Murcia
Tel.: 968 22 88 93 - e-mail: minmaculada.ramirez@carm.es

Resumen

Existe una fuerte demanda por parte de promotores (incluida la propia Administración) y profesionales dedicados a la elaboración de estudios ambientales, sobre la disponibilidad de la información básica necesaria para elaborar dichos estudios, y herramientas que orienten sobre contenidos y enfoques, al objeto de agilizar los procedimientos y autorizaciones.

La Dirección General del Medio Natural de la Región de Murcia ha publicado una colección de siete *Guías para la realización de estudios ambientales de proyectos con incidencia sobre el medio natural*, cubriendo el abanico de usos, obras y actividades, presentando así informaciones, herramientas y facilidades metodológicas para proyectos y planes de muy diversa naturaleza y dimensión que pueden afectar sus competencias: biodiversidad, montes, espacios naturales protegidos, red europea Natura 2000 (LIC y ZEPA), vías pecuarias, etc. Una herramienta complementaria de las anteriores es la *Guía para la Evaluación Ambiental Estratégica de Planes y Programas con incidencia en el Medio Natural*, que ha sido realizada gracias a la participación de la Dirección General del Medio Natural en un proyecto europeo (ENLAN). Destaca asimismo por su utilidad la *Guía sobre los*

proyectos y planes que puedan afectar a Natura 2000, además de la publicación Las PYMES y la Red Natura 2000: Manual para la elaboración de proyectos.

Palabras clave: Guías, medio natural, estudios de impacto, Natura 2000, estudios de afecciones.

Abstract

A strong demand exists on the part of promoters (including the proper administration) and professionals on the elaboration of environment studies, about the basic necessary information availability for elaborate sayings studies, and tools witch orientate about contents and approaches, to the object of improve procedu- res and authorizations.

“The Regional Environment Administration on Murcia” (Dirección General del Medio Natural de la Región de Murcia) has published a collection of seven *Guidelines for the accomplishment of environmental studies of projects with effect on the environment*, covering several uses, works and activities, presenting in this way information, tools and methodological facilities for several projects and plans witch can affect its competences: biodiversity, mountains, protected natu- ral spaces, the European Natura 2000 network (Habitats with interest for the Community and Special Protection Areas), cattle’s routes, etc. A complementary tool to the previous in the *Guideline for the Strategic Environmental Evaluation of Plans and Programs with effect on the environment*, witch has been made thanks to the participation of the Environment Administration on a European project (ENLAN). Likewise, it make stands out because of its usefulness the *Guide of plans and projects witch can affect on Natura 2000*, besides the publi- cation *The Small and Medium companies and Natura 2000: Manual for the pro- ject elaboration*.

Key words: Guideline, Environment, Impact Studies, Natura 2000, Affections Studies.

Justificación

Los estudios ambientales, bajo sus diversas denominaciones (estudios de impacto o incidencia ambiental, memorias e informes ambientales, estudios de repercusiones sobre Natura 2000, etc.), se presentan en nuestros días como una importante herramienta de prevención de las alteraciones que determinados proyectos o planes pueden producir sobre el entorno. Existe un amplio consenso técnico y social que afirma que la calidad de estos estudios ambientales, encarga- dos por los promotores de tales iniciativas, es uno de los puntos débiles a mejorar en los sistemas de evaluación que competen a las Administraciones Públicas, tanto en el marco de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de proyectos como

en la Evaluación Estratégica (EAE) de Planes y Programas, la Evaluación de Repercusiones sobre la red europea Natura 2000, etc.

Objetivos

Recopilar la información básica disponible, así como los contenidos y enfoques para agilizar los procedimientos y autorizaciones tal y como demandan los promotores (incluida la propia Administración) y profesionales dedicados a la elaboración de estudios ambientales.

Resultados: Contenidos de las herramientas elaboradas

Con ese objetivo, desde la Dirección General del Medio Natural de la Región de Murcia se ha creído oportuna la publicación de una colección de siete *Guías para la realización de estudios ambientales de proyectos con incidencia sobre el medio natural*, con las que se pretende cubrir un amplio abanico de usos, obras y actividades, presentando así informaciones, herramientas y facilidades metodológicas para abordar la difícil tarea de evaluar ambientalmente aquellos proyectos y planes de muy diversa naturaleza y dimensión que pueden afectar a los ámbitos competenciales de esta Dirección General: biodiversidad, montes, espacios naturales protegidos, red europea Natura 2000 (LIC y ZEPA), vías pecuarias, etc.

Los contenidos temáticos de cada Guía se han agrupado atendiendo a la similitud de las actuaciones y siempre que ha sido posible unificando también los volúmenes por el órgano sustantivo que ha de autorizar en definitiva la actividad.

Las Guías para la elaboración de estudios ambientales de proyectos con incidencia en el medio natural publicadas abarcan los siguientes temas:

- *Guía 1.* Infraestructuras terrestres de comunicaciones y transporte: autopistas, autovías, carreteras, líneas eléctricas, gasoductos, oleoductos, etc.
- *Guía 2.* Agricultura, ganadería y acuicultura: transformaciones agrarias, instalaciones ganaderas, granjas marinas, etc.
- *Guía 3.* Actuaciones costero-litorales y marinas: puertos deportivos, creación de playas, emisarios submarinos, etc.
- *Guía 4.* Obras hidráulicas y aprovechamientos hídricos: presas, aprovechamientos hidroeléctricos, conducciones de agua, extracciones subterráneas, depuradoras, desaladoras, etc.
- *Guía 5.* Actuaciones urbanísticas y turísticas: planes urbanísticos y territoriales, urbanizaciones, campos de golf, parques temáticos, etc.
- *Guía 6.* Industria extractiva y energética: minas, canteras, parques eólicos, centrales térmicas, etc.
- *Guía 7.* Proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000.

Esta colección consta, por tanto, de seis unidades temáticas, así como una guía de carácter general que da las claves y enfoques pertinentes que han de tenerse en consideración en los estudios ambientales de aquellas actuaciones que pudieran afectar a la Red Natura 2000.

Todas las unidades temáticas incluyen una parte común en la que se abordan aspectos de análisis general, legislación, valores naturales de mayor importancia en la región, espacios protegidos, cartografía, etc., y están libremente disponibles en Internet (www.carm.es/mediambiente/).

Además, se ha editado otra publicación complementaria de las anteriores titulada *Guía para la Evaluación Ambiental Estratégica de Planes y Programas con incidencia en el Medio Natural*, que ha sido realizada gracias a la participación de la Dirección General en un proyecto europeo (ENPLAN), dentro de la línea Interreg IIIb-Medoc que tenía como objetivo la preparación de documentos y recomendaciones de utilidad para la correcta aplicación de la denominada "Directiva de Evaluación Ambiental Estratégica", para facilitar la integración de los aspectos ambientales desde las primeras etapas de la planificación, facilitando la participación pública y promoviendo el desarrollo sostenible. Esta Guía puede descargarse, junto con otros materiales del Proyecto ENPLAN, desde la web de la Dirección General.

Por otra parte, se ha editado la publicación *Las PYMES y la Red Natura 2000: Manual para la elaboración de proyectos*, como herramienta orientativa para aquellas pequeñas y medianas empresas que tengan previsto llevar a cabo un proyecto o actividad que pueda afectar a un espacio de la Red Natura 2000. Este manual forma parte de un programa de actuaciones que tiene por finalidad reforzar la estabilidad en el empleo y la adaptabilidad de las empresas a la problemática medioambiental, y que se realiza mediante la colaboración entre la Fundación Biodiversidad, la Fundación Universidad Empresa de la Región de Murcia y la Caja de Ahorros del Mediterráneo, siendo cofinanciado por el Fondo Social Europeo. Junto con otros materiales, este trabajo puede consultarse –previa alta telemática gratuita– en la web "Observatorio Ambiental - Consultoría On Line sobre la Red Natura 2000 en la Región de Murcia".

Discusión

Este notable esfuerzo por la divulgación y sensibilización ambiental entre los implicados, para ayudarles e involucrarles en los temas ambientales pretende precisamente que la evaluación ambiental no sea percibida como un mero trámite burocrático, sino que se transforme en una herramienta ágil e incluso beneficiosa para el propio proyecto, al permitir mejorar el mismo en aspectos tales como eficiencia energética, ahorro de costes de oportunidad por retrasos, mejora de la imagen ambiental cara a los futuros usuarios, uso de materiales más duraderos, etc. Aunque los contenidos y orientaciones de las "Guías" que rebasen las determinaciones legales y reglamentarias no tienen obviamente el carácter de preceptivos, sí que constituyen legítimamente una opción técnica apropiada para la correcta

realización de estos estudios e informes y, por tanto, una garantía de trabajo bien hecho, utilizando para ello las mejores herramientas e informaciones disponibles. Todo ello puede permitir agilizar la tramitación de los expedientes porque habrá menos cuestiones que deban ser subsanadas por el promotor.

Con esta serie de Guías no se pretende sustituir la muy deseable y aconsejable –aunque siempre a petición del promotor– fase de “consultas previas” (*scoping*), ya que en la realización de todo tipo de estudios ambientales, además de la tipología del proyecto en el estudio, debe tomarse en consideración el emplazamiento del mismo y la complejidad de sus posibles efectos en combinación con otros planes y proyectos. La fase de consultas previas se presenta, pues, como una herramienta muy eficaz para contribuir a mejorar la calidad y la integración. Además, unas consultas bien realizadas es seguro que ahorran tiempo, dinero e incertidumbres en las demás etapas de la evaluación, porque se determinará de antemano de forma específica qué hay que estudiar e incluso qué acciones o elementos del proyecto pueden ser corregidos de partida, evitando gastos innecesarios en el diseño y ahorrando tiempo porque las dificultades más evidentes ya habrán sido solventadas.

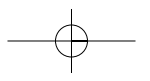
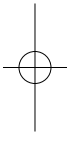
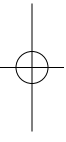
La integración de las evaluaciones ambientales en el plan o proyecto considerado es uno de los aspectos más destacados en estas Guías. En este sentido es aconsejable que la evaluación de impacto ambiental se incorpore desde las primeras etapas del proceso de toma de decisiones de desarrollo del plan o proyecto.

En definitiva, se trata de trabajar mejor todos (consultores, proyectistas, promotores, Administración y grupos de interés) en beneficio de nuestro medio natural común y con el objetivo de un desarrollo sostenible equilibrado en sus aspectos sociales, económicos y ambientales.

Bibliografía

Todas las Guías están disponibles en la web de la Dirección General del Medio Natural de la Región de Murcia (www.carm.es/siga/):

- Guías para la elaboración de estudios ambientales de proyectos con incidencia en el medio natural: http://www.carm.es/siga/europa/interreg/guia_amb.htm.
- Guía para la Evaluación Ambiental Estratégica de Planes y Programas con incidencia en el Medio Natural: http://www.carm.es/siga/europa/interreg/pdf/guia_enplan/enplan.pdf.
- Web “Observatorio Ambiental - Consultoría On Line sobre la Red Natura 2000 en la Región de Murcia” (precisa en parte alta telemática gratuita): <http://www.carm.es/siga/observatorio/index.htm>.
- Hacia una buena evaluación ambiental de Planes y Programas: Proyecto ENPLAN: www.carm.es/siga/dgmn/europa/interreg/enplan.htm.



INTEGRACIÓN DE CRITERIOS PARA LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO NATURAL EN LOS PLANES URBANÍSTICOS A TRAVÉS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Ramírez Santigosa, I.¹; Ballester Sabater, R.², y López Martín, D.³

¹ Dirección General del Medio Natural
Tel.: 968 22 88 93 - Fax: 968 22 88 87 - e-mail: minmaculada.ramirez@carm.es

² Dirección General del Medio Natural - Tel.: 968 22 88 93 - Fax: 968 22 88 87

³ Biólogo - Asistencia Técnica

Resumen

La Región de Murcia está experimentando un desarrollo económico y urbanístico tal, que para lograr integrar la variable ambiental en la planificación urbana, ha sido necesario perfeccionar los procedimientos y tecnologías que se aplican en el análisis y evaluación de los efectos ambientales de este tipo de planes y proyectos.

Es objeto de esta comunicación difundir los procedimientos y técnicas analíticas que se utilizan en la Dirección General del Medio Natural, que participa en la Evaluación de Impacto Ambiental y Evaluación Ambiental Estratégica, dentro de sus competencias de protección y conservación de la naturaleza. También es su objeto comentar las principales medidas que propone para hacer compatibles las iniciativas urbanísticas.

Palabras clave: Evaluación de Impacto Ambiental, Evaluación Ambiental Estratégica, Planificación urbanística, Sistemas de Información Geográfica.

Abstract

The Region of Murcia is having an intensive economic and urban development. These events have force the government of Murcia to reorganize its services and to improve its procedures and technologies that apply to the analysis and evaluation of environmental effects of building development.

The aim of this communication is to expound the procedures and analytical technologies that are used by the Environment Directorate General of the Government of Murcia, that participates in the Environmental Impact Assessment and Environmental Strategic Assessment. In addition, it comments the principals suggestions that this Directorate General proposes to achieve the sustainability of the urban development initiatives.

Key words: Environmental Impact Assessment, Environmental Strategic Assessment, Urban planning, Geographic information systems.

Introducción

En la Región de Murcia, la planificación urbanística, y sus proyectos de desarrollo, han estado sometidos al procedimiento de EIA¹, según lo previsto en la *Ley 1/1995, de 8 de marzo, de Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia* y en la Ley del Suelo, actualmente refundida por el *Decreto Legislativo 1/2005*. Esta Comunidad ha sido pionera en someter a EIA este tipo de supuestos, anticipándose a la *Directiva 2001/42/CE relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*, lo que le ha permitido desarrollar procedimientos y metodologías de trabajo eficaces para detectar y corregir problemas ambientales y proponer soluciones más compatibles con el medio natural. Actualmente las figuras de planeamiento están sometidas a una EAE², en aplicación de la *Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*.

La preceptiva adaptación de los PGOU³ a la Ley del Suelo, junto con el desarrollo económico de la Región en estos últimos años, ha repercutido significativamente en la administración ambiental. El número de expedientes tramitados en la misma ha aumentado progresivamente, lo que ha inducido a reestructurar los Servicios y a perfeccionar los procedimientos y tecnologías necesarias para el análisis adecuado y la evaluación de los efectos ambientales de planes y proyectos urbanísticos.

Los procedimientos de evaluación ambiental –EIA, EAE y EvR⁴– que se aplican a los planes y proyectos urbanísticos en la Región de Murcia están tutelados por el órgano ambiental de la Comunidad Autónoma. La DGCA⁵ actúa como órgano ambiental para instruir los procedimientos de EIA y EAE, mientras que a la DGMN le compete realizar la EvR, además de participar en la elaboración de informes sectoriales, exigidos por la Ley regional del Suelo durante el proceso de tramita-

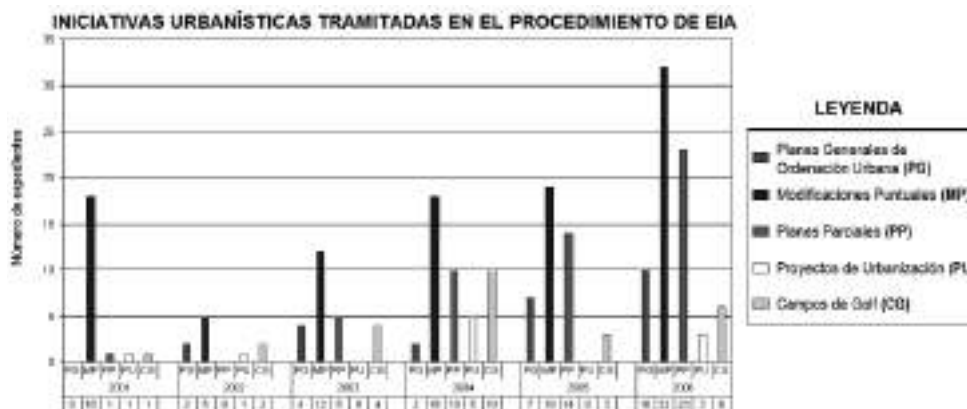
¹ EIA: Evaluación de Impacto Ambiental.

² EAE: Evaluación Ambiental Estratégica.

³ PGOU: Planes Generales de Ordenación Urbana.

⁴ EvR: Evaluación de Repercusiones.

⁵ DGCA: Dirección General de Calidad Ambiental.



ción de los instrumentos urbanísticos. La DGMN también participa en la Comisión Técnica de Evaluación de Impacto Ambiental, órgano colegiado creado a través del *Decreto 21/2001, de 9 de marzo, por el que se establece la Estructura Orgánica de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente*, para el asesoramiento técnico en el procedimiento de EIA y en la preparación de las correspondientes propuestas para la emisión de las DIAs⁶.

Esta comunicación se propone explicar los procedimientos y técnicas analíticas que se aplican en la DGMN al evaluar los expedientes de planificación urbanística y los proyectos de desarrollo tramitados bajo el procedimiento de EIA. Igualmente es su objeto comentar las principales medidas que propone la Dirección General para hacer compatibles con el entorno los planes y proyectos anteriores.

Resultados

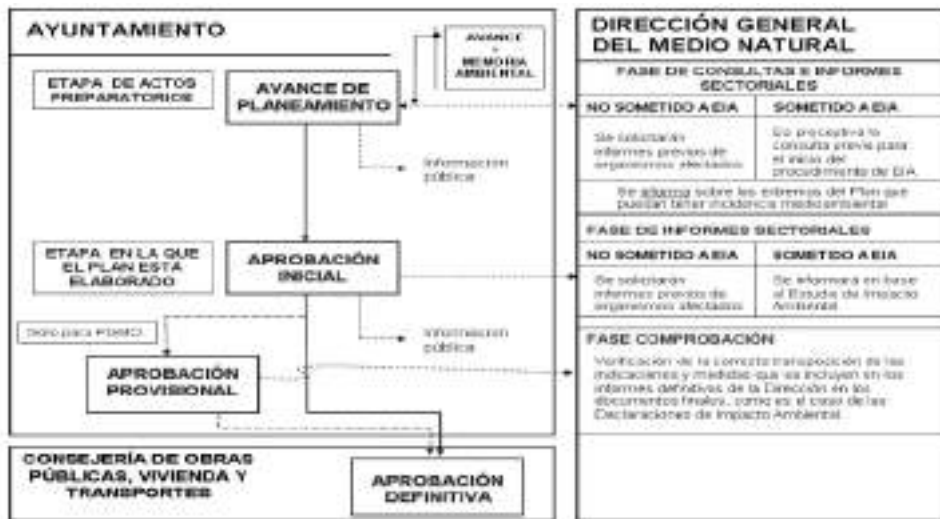
Procedimientos de evaluación y oportunidades de intervención

Existen varios mecanismos de intervención administrativa mediante los cuales se ha ido logrando la integración de los criterios ambientales en las normas de planeamiento urbanístico. El marco legislativo regional destaca por ser pionero en aplicar el procedimiento de EIA sobre instrumentos de ordenación territorial y planificación urbanística, así como sobre proyectos de urbanización, a raíz la aprobación de la *Ley 1/1995, de Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia*.

⁶ DIAs: Declaraciones de Impacto Ambiental.

METODOLOGÍAS EIA

Posteriormente se creó la *Comisión Técnica de EIA*, dirigida al asesoramiento técnico para la EIA y la preparación de las correspondientes DIAs. Ésta se compone de unos miembros fijos, los responsables técnicos en materia de EIA de ambas Direcciones (la DGCA y la DGMN), acompañados en cada sesión por los representantes de los Órganos Sustantivos de los planes y proyectos que se evaluarán. Los acuerdos adoptados son resultado del consenso técnico entre el órgano ambiental y el sustantivo.



Hasta la aparición de la *Ley 9/2006 de EAE*, la legislación regional ha venido basándose en la Ley regional del Suelo. Esta Ley regula un *procedimiento de tramitación del planeamiento urbanístico* dividido en tres etapas, cada una sometida a períodos de consultas institucionales y de información pública. En las últimas etapas se aplica el procedimiento de EIA y se verifica cómo se han integrado las sugerencias ambientales hechas en etapas anteriores.

Técnicas aplicadas en el proceso de análisis ambiental de planes urbanísticos en la DGMN

Llevan a cabo el proceso de análisis ambiental tres Servicios: el SIIA⁷, el SGRN⁸ y el SPCN⁹. El SIIA coordina y dirige la tramitación de los expedientes de

⁷ SIIA: Servicio de Información e Integración Ambiental.

⁸ SGRN: Servicio de Gestión y Ordenación de los Recursos Naturales.

⁹ SPCN: Servicio de Protección y Conservación de la Naturaleza.

EIA, EAE y EvRL. Al SGRN compete la gestión de los montes públicos y vías pecuarias, e incorpora criterios relacionados con la lucha contra la erosión y la corrección hidrológico-forestal; se estructura en Unidades Técnicas de Gestión comarcal que gestionan de forma especializada el territorio asignado. El SPCN se encarga de la planificación y gestión de los espacios protegidos y vela por la protección, conservación, mejora y gestión de la fauna y flora silvestre.

El análisis ambiental se ejecuta en tres etapas. La etapa de análisis preliminar, que realiza el SIIA, detecta los elementos y valores del medio natural merecedores de protección y conservación; en esta etapa interviene una unidad especializada del SIGA¹⁰, que prepara coberturas de información digital de los planes y proyectos y las integra en un SIG con información sobre Espacios Protegidos, especies de flora y fauna, montes públicos, etc. La *etapa de diagnóstico ambiental*, que se lleva a cabo a través del SGRN y el SPCN, estudia con mayor profundidad aspectos de su competencia en los que el SIIA haya detectado posible afección en la etapa anterior. La *etapa de elaboración del informe integrado*, que lleva a cabo el SIIA, genera un "informe integrado" con los criterios sugeridos por los Servicios anteriores.

Incorporación de criterios para la compatibilidad de las actuaciones urbanísticas con la conservación del medio natural

Criterios y normas que incorporan los planes

- *Criterios de carácter general* (que indican los terrenos que han de incluirse en Suelo No Urbanizable):
 - Terrenos sujetos a algún régimen específico de protección incompatible con su transformación urbanística: Espacios Naturales Protegidos, Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección de Aves y Montes de Utilidad Pública. Para éstos se propone su clasificación como Suelo No Urbanizable de Protección Específica.
 - Terrenos con valores naturales, no incluidos en áreas protegidas: humedales, terrenos forestales, hábitats de interés comunitario prioritarios, reservas de flora... Para éstos se propone su clasificación como Suelo No Urbanizable Protegido por el Planeamiento.
 - Con el objeto de salvaguardar los valores naturales de los impactos indirectos que pudieran producirse por la presencia de actuaciones colindantes con espacios protegidos se recomienda el establecimiento, con carácter general, de una *zona de amortiguación perimetral*. Estos terrenos de amortiguación podrían estar clasificados como Sistemas Generales de Espacios Libres o Suelos No Urbanizables propuestos por el Planeamiento. En el caso distinto de que estos suelos colindantes se

¹⁰ SIGA: Servicio de Información Geográfica y Ambiental.

correspondan con Suelo Urbanizable se deberá fijar una banda de amortiguación de usos de una anchura suficiente (en torno a los 100 m), la cual deberá concretarse y justificarse en el planeamiento de desarrollo para cada sector.

- Deberá asegurarse la conectividad entre los espacios naturales protegidos, a través de hábitats de interés comunitario, vías pecuarias, ramblas, etc., para crear así una *red de corredores ecológicos*. Estos elementos de conexión deberán conservarse o restaurarse para asegurar su funcionalidad. En este sentido se propone que, previamente a la ordenación de cada sector, se realice una cartografía precisa y actualizada de los citados elementos naturales, así como la inclusión de normas de conservación a tener en cuenta en los distintos tipos de suelo.
- *Otro conjunto de normas ambientales que deben incluirse en la normativa urbanística:*
 - En relación con los lugares de la Red Natura 2000, la normativa de las figuras de planeamiento deberá incorporar el condicionante de que cualquier plan o proyecto que, sin tener relación directa con su gestión o sin ser necesario para la misma, pueda afectarlos de forma apreciable, se someterá a una adecuada evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de su conservación, conforme al artículo 6 de la *Directiva 92/43/CEE Hábitat*.
 - Deberán aplicarse normas especiales de protección para las especies incluidas en los anexos del *Real Decreto 1997/1995* y en el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida aprobado por el *Decreto 50/2003*.
 - Finalmente, el Plan General deberá adaptarse a las determinaciones y directrices de los instrumentos de ordenación territorial o de planificación ambiental aprobados (PORN).

Un ejemplo de criterios que se incorporan a proyectos que derivan directamente de los planes urbanísticos: los campos de golf y las estaciones depuradoras.

En ambos proyectos se proponen medidas para crear zonas húmedas a partir de las charcas y lagunas que tienen asociadas, en la forma siguiente:

- En los campos de golf se aprovecharán las zonas que recojan la escorrentía a través de canales que interconecten todas las charcas y se introducirán plantas acuáticas autóctonas para el mantenimiento de poblaciones de peces, invertebrados y aves en buen estado de conservación. Y, para propiciar la colonización de aves, se crearán islas y lugares de anidamiento protegidas con piedras, troncos o vegetación autóctona emergente y submergente.

- Las balsas de depuración, con el paso del tiempo, son colonizadas por vegetación acuática autóctona y aves propias de estos ambientes. Para su mantenimiento, deben rodearse de una valla, que evite el acceso de fauna vertebrada inferior, y crear islas interiores, revegetadas con vegetación autóctona.

Discusión

El sistema de gestión ambiental de la Región no ha evolucionado al mismo ritmo que el modelo urbanístico actual. Su evolución ha estado condicionada por el avance del marco legislativo y por la capacidad de adaptación de la Administración que lo tutela y coordina. El sistema de gestión ambiental ha regulado por las leyes nacional y regional del suelo y por la legislación de EIA y EAE responsable de los procesos de evaluación ambiental e intervención administrativa que se han descrito en los apartados anteriores.

A continuación se enumeran una serie de "debilidades" y "fortalezas" detectadas en el sistema de gestión durante los procesos de análisis y evaluación ambiental llevados a cabo en la DGMN. Por "debilidades" hay que entender las carencias del sistema que habría que corregir para mejorar su estado de ejecución y la integración del modelo urbanístico en el medio natural. Y por "fortalezas", los logros o mejoras incorporados al sistema de gestión en la administración ambiental de Murcia.

Debilidades

- Escasez de Directrices sectoriales y territoriales que enmarquen y proporcionen un marco ambiental para el planeamiento urbanístico.
- Escasa coordinación entre los que redactan el Plan y los que redactan el EslA¹¹. En la mayoría de casos, primero se redacta el Plan y luego se elabora el Estudio, con lo que la función principal de éste, que es elegir la mejor alternativa y las diferentes propuestas, no se cumple.
- No hay un tratamiento adecuado de los distintos elementos del medio natural en los trabajos y estudios básicos. Los EslA que evalúan el Plan contemplan los elementos territoriales de manera aislada y no los analizan en su conjunto, y además se tiende a equiparar como suelo urbanizable todo el suelo que no está protegido. Esto, en la mayoría de los casos podría generar espacios-isla, especialmente dañinos para los terrenos protegidos o para los que albergan poblaciones animales o vegetales amenazadas o con un área de distribución muy reducida.

¹¹ EslA: Estudio de Impacto Ambiental.

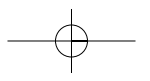
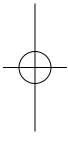
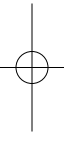
- Los trabajos de elaboración y evaluación ambiental de Planes no suelen incorporar Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la definición de modelos territoriales y el seguimiento de los planes.
- Está sin desarrollar una metodología adecuada para aplicar la EAE como herramienta para evaluar la sostenibilidad de los planes. Se debe definir un sistema de indicadores ambientales que enmarque un contexto en el que poder definir los objetivos ambientales y los principios de sostenibilidad necesarios para elaborar el informe de sostenibilidad ambiental.
- No se coordinan los cambios legislativos que se producen en la normativa ambiental y urbanística, lo que complica su aplicación simultánea.
- Los mecanismos de participación pública en los procesos de elaboración y aprobación son muy limitados.
- No hay actualmente suficientes medios, en cantidad y cualificación, para atender en plazos adecuados el elevado número de expedientes que se tramita.
- Existen dificultades para hacer un buen seguimiento de cómo se van integrando los criterios ambientales, sugeridos por la administración ambiental, desde las distintas fases de planeamiento urbanístico hasta las fases de ejecución de los proyectos posteriores. No se utilizan indicadores adecuados en los programas de seguimiento propuestos por los EsIA.

Fortalezas

- Amplia participación técnica de las diferentes Unidades que planifican y gestionan el medio natural y existencia de un Servicio de coordinación de las unidades anteriores, con capacidad para integrar los criterios ambientales propuestos por dichas unidades.
- La gestión territorial del medio natural comarcalizada, es decir, repartida en Unidades Técnicas especializadas en una porción del territorio.
- La creación y adopción de órganos de decisión ambiental consensuada con el Órgano Sustantivo de planes y proyectos, como es el caso de la Comisión Técnica de EIA.
- La incorporación de técnicas de cartografía, teledetección y SIG en las etapas de análisis ambiental, lo que permite diagnosticar con mucha precisión aspectos o zonas del territorio que pueden verse afectadas.
- La participación del Cuerpo de Agentes Medioambientales en las labores de vigilancia y seguimiento de la ejecución y puesta en funcionamiento de los proyectos urbanísticos sometidos al Procedimiento de EIA. También existen labores de apoyo en campo a los técnicos de las diferentes Unidades que analizan y evalúan los proyectos anteriores.

Bibliografía

- Agudo González, J. (2004): *Incidencia de la protección del medio ambiente en los usos del suelo*, Bosch, Barcelona.
- Dirección General del Medio Natural (2005): *Guía para la evaluación ambiental estratégica (EAE) de Planes y Programas con incidencia en el medio natural*, Consejería de Industria y Medio Ambiente, Murcia.
- Dirección General del Medio Natural (2005): "Actuaciones urbanísticas y turísticas", en *Guías para la elaboración de Estudios Ambientales de Proyectos con incidencia en el Medio Natural*, vol. 5, Consejería de Industria y Medio Ambiente, Murcia.
- López Pellicer, J. A. (2002): *La ordenación territorial y urbanística de la Región de Murcia*, Diego Marín Ed. Murcia.
- López Pellicer, J. A., y Pérez Alcaraz, S. (2006): *Derecho urbanístico de la Región de Murcia*, Diego Marín Ed., Murcia.



ANÁLISIS DE AFECCIONES A RAPACES RUPÍCOLAS EN LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIANTE EL USO DE ÁREAS DE CAMPEO ESTIMADAS

Sánchez Balibrea, J.¹; Díez de Revenga Martínez, E.²;
Aledo Olivares, E.³; Martínez Torrecillas, J. E.⁴,
y Fernández Sempere, M.⁵

¹ Ambiental, S.L. - González Adalid, 11, 2.º - 30001 Murcia
Tel.: 968 21 25 18 - Fax: 968 21 41 99 - e-mail: jorge.sanchez@ambiental-sl.es

² Ambiental, S.L. - González Adalid, 11, 2.º - 30001 Murcia
Tel.: 968 21 25 18 - e-mail: emilio.diezderevenga@ambiental-sl.es

³ Dirección General del Medio Natural - Catedrático Eugenio Úbeda, 3, 3.º, despacho 304
30008 Murcia - Tel.: 968 22 88 34 - e-mail: emilio.aledo@carm.es

⁴ Doctor en Ciencias Biológicas - La Balsa, 21, 1.º - 30180 Bullas (Murcia)
e-mail: jose.enrique.ma@terra.es

⁵ Naturalista - Lope de Vega, 52, 6-2 - 03201 Elx (Alicante)
e-mail: fsmarcos@wanadoo.es

Resumen

La pérdida y transformación de los hábitats han sido identificadas como factores determinantes en los procesos de rarefacción de diversas especies. Sin embargo, los Estudios de Impacto Ambiental frecuentemente obvian que las rapaces rupícolas utilizan amplias zonas de campeo, centrándose con frecuencia exclusivamente en la existencia de nidos. La delimitación precisa de estas zonas de campeo únicamente puede establecerse mediante el empleo de costosas técnicas de radiorastreo.

Con el objetivo de obtener una aproximación a las áreas de campeo, en los Estudios de Impacto Ambiental se propone establecer sistemáticamente una aproximación consistente en la delimitación de una circunferencia con un radio establecido a partir de datos bibliográficos en cuyo centro se localizaría el nido de la pareja estudiada. Esta aproximación se compara, en el caso del águila-azor per-

dicera (*Hieraetus fasciatus*), con las áreas de campeo reales obtenidas en el contexto de un proyecto LIFE.

Palabras clave: Rapaces, Evaluación de Impacto Ambiental, área de campeo.

Abstract

The loose and transformation of habitats has been identified as determinant factors in several species rarefy process. Nevertheless, Environment Impact Studies frequently obviate that cliff-nesting raptors use wide home ranges, been centring with frequency just in nests presence. The precise delimitation of these home ranges only can be established by using expensive radio-tracking technologies.

With the aim of getting an approximation to home ranges, in Environment Impact Studies is proposed to establish systematically an approximation consistent on the delimitation of a circumference with a radio establish from bibliographic information in whose central point would be located the studied couple. This approximation is compared, in the case of Bonelli's Eagle (*Hieraetus fasciatus*), with real home ranges obtained in a LIFE project context.

Key words: Raptors, Environmental assessment, home range.

Introducción

La pérdida y transformación de los hábitats ha sido identificada como una de las principales causas de rarefacción de diferentes especies (1) y en particular de las aves en España (2 y 3). Evidentemente, buena parte de estas transformaciones de hábitats se relacionan con la ejecución o desarrollo de proyectos y planes de muy diversa índole (desarrollos urbanísticos, explotaciones mineras, infraestructuras, centrales de producción de energía, etc.). Una parte importante de estas actuaciones se encuentran sometidas a diferentes Evaluaciones Ambientales (EA) en función de su tipología y/o ubicación, ya sea Evaluación de Impacto Ambiental, Evaluación Ambiental Estratégica o incluso Evaluación de Repercusiones sobre la Red Natura 2000 (4, 5 y 6).

Las aves rapaces, especialmente las grandes rapaces rupícolas, suelen considerarse "especies representativas" (7 y 8) de los ecosistemas donde se presentan tanto por sus peculiaridades biológicas como por su indudable atractivo social. Además, un importante número de estas especies presentan problemas de conservación lo que ha supuesto su protección a diversos niveles (9, 10, 11, 12 y 13).

Por todas las razones anteriores y en el contexto de la Evaluación Ambiental, la valoración del impacto de determinados planes o proyectos sobre las aves rapaces resulta particularmente relevante. Sin embargo, la realización de estudios detallados del área de campeo (por ejemplo, mediante técnicas de radiorastreo) resulta altamente costosa y requiere de un dilatado período de tiempo de segui-

miento. Ambos condicionantes no resultan, generalmente, asumibles en condiciones normales para una parte importante de los proyectos sometidos a EA.

Las dificultades que plantea el análisis de la afección a aves rapaces, así como las limitaciones de la EA se traducen frecuentemente en una calidad muy limitada de la documentación ambiental (14 y datos propios). Además, los análisis y conclusiones que se realizan no suele respaldarse con datos técnicos o científicos

Ante esta situación, se propone el uso sistemático, tanto por parte de consultoras y Administraciones, de una metodología sencilla y robusta denominada "área de campeo estimada" la cual se basa en la distancia del proyecto o plan al punto de nidificación o territorio (15 y 16).

Objetivos

El objetivo básico ha sido establecer una metodología robusta, sencilla y rápida que permitiera una mejora en la calidad de la documentación ambiental para EA en relación a la afección a las áreas de campeo de las aves rapaces. Esta metodología, a diferencia de otras aproximaciones observadas en diferentes documentos ambientales, se basa en la información científica disponible.

Resultados y discusión

Deficiencias detectadas en los estudios ambientales en relación a las aves rapaces

Tras el estudio de diversos documentos ambientales se han detectado como deficiencias más frecuentes:

- *La ausencia de análisis de la afección a aves rapaces.* Se trata del caso más extremo, pues ni siquiera se considera la posibilidad de afección a aves rapaces.
- *El impacto se resuelve con el abandono temporal por parte de las aves de la zona durante la fase de obras.* En este caso se minimiza la importancia de la pérdida y transformación del hábitat reduciéndolo a un mero abandono temporal de la zona de obras.
- *La distribución de las rapaces se circunscribe a las áreas protegidas.* En otros casos, se considera que las aves únicamente campean en las áreas protegidas, obviándose la posible afección que pudieran tener proyectos planteados fuera de estas zonas.
- *La limitación espacial de los impactos del entorno del nido.* En ocasiones, en los documentos se identifica la presencia de aves rapaces, pero se establecen "distancias de seguridad" absolutamente carentes de base científica alguna (por ejemplo, centenares de metros).

- La limitación temporal de los impactos a la temporada de cría. Existe una tendencia a considerar que el impacto sobre las rapaces se limita únicamente a la temporada de cría, por tanto, limitando temporalmente el desarrollo de las obras se corregiría, al menos hipotéticamente, este impacto.
- No consideración de los territorios abandonados.

Áreas de campeo estimadas: una propuesta metodológica

La propuesta metodológica consiste en establecer una "área de campeo estimada" como una aproximación (aunque con base científica) al "área de campeo real" que usan las rapaces como zona de alimentación.

Esta "área de campeo estimada" se define como una circunferencia con un radio pre-establecido en cuyo centro se encontraría el "territorio" o "punto de nidificación" de la especie analizada. Esta metodología ha sido empleada para el estudio del hábitat (17) y ha sido propuesta como medida de gestión (16).

El radio se puede establecer a partir de los datos de superficies de campeo (basadas en la aplicación de técnicas de radiorastreo) o bien a partir de la distancia media entre vecinos (para rapaces no coloniales). Cuando no existen datos concretos de la especie se extrapolan datos de especies de ecología y tamaño similar.

TABLA 1

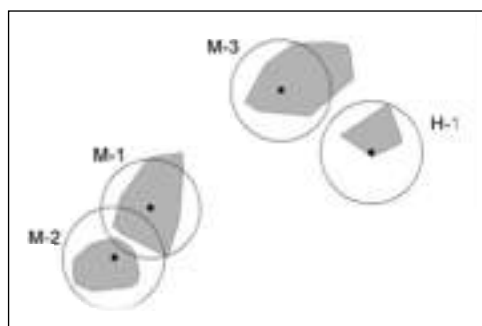
Radios empleados para la definición de "áreas de campeo estimadas"

Especie	Radio (km)	Fuente
Águila real (<i>Aquila chrysaetos</i>)	2,7-3-5-6	18; 16, 19 y 15
Águila-azor perdicera (<i>Hieraetus fasciatus</i>)	5,5	17 y 19
Halcón peregrino (<i>Falco peregrinus</i>)	3,5-5-7	20, 15 y 21
Búho real (<i>Bubo bubo</i>)	3-5	22

Validación de la metodología: comparación con datos de radiorastreo de águila-azor perdicera

Recientemente, la ejecución de un proyecto LIFE (23) ha permitido la caracterización del "área de campeo" (home range) de varias parejas de águila-azor perdicera en la Región de Murcia. La caracterización de estas áreas ha mostrado que las águilas explotan importantes extensiones de territorio incluso fuera de la ZEPA, lo que acrecienta el interés e importancia de herramientas metodológicas como la propuesta.

Con el objeto de evaluar la validez de la propuesta se han comparado los polígonos obtenidos mediante la técnica del "mínimo polígono convexo" a partir de datos de radiorastreo con las "áreas de campeo estimadas". Los resultados relativos a la hembra 1 (H-1) han sido desestimados por la menor duración del seguimiento.



Fuente: Elaboración propia a partir de 23

Figura 1. Superposición de "áreas de campeo reales" y "áreas de campeo estimadas" de cuatro ejemplares de águila-azor perdicera

TABLA 2

Comparación de "áreas de campeo reales" y "área de campeo estimadas"

	Área campeo real (km ²)	Área campeo estimada (km ²)	Dif. áreas (km ²)	Radio máx. real (km)	Radio máx. estimado (km)	Dif. radios (km)
M-1	58.60	95.05	36.45	6.92	5.50	-1.42
M-2	28.52	95.05	66.53	5.14	5.50	0.36
M-3	64.47	95.05	30.58	8.72	5.50	-3.22
H-1	20.51	95.05	74.54	5.31	5.50	0.19

Fuente: Elaboración propia a partir de 23

En todos los casos, el "área campeo estimada" ha resultado algo mayor que la "área campeo real". Por el contrario, el "radio máximo real" ha resultado mayor en dos casos al "radio máximo estimado". No obstante, las "áreas campeo estimadas" se ajustan razonablemente bien desde el punto de vista geográfico a las "áreas campeo reales".

Una aplicación concreta en tres dimensiones: análisis de la afección del vuelo de aeronaves a una comunidad de aves rapaces

Para estimar la afección de las trayectorias de las aeronaves sobre una comunidad de aves rapaces se aplicó la presente metodología. En este caso, fue necesario realizar, como aproximación, un análisis tridimensional que incluyese tanto el "área de campeo estimada" como "altura de vuelo estimada" del vuelo para cada especie.

TABLA 3

Altura media y máxima de vuelo de algunas aves objeto de conservación

Especie	Nombre científico	Altura media de vuelo	Altura máxima de vuelo
Águila real	<i>Aquila chrysaetos</i>	600-750	3.000
Águila perdicera	<i>Hieraaetus fasciatus</i>	500-600	2.500
Culebrera europea	<i>Circaetus gallicus</i>	500-600	2.500
Águila calzada	<i>Hieraaetus pennatus</i>	400-500	2.000
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	500-750	4.000
Búho real	<i>Bubo bubo</i>	100-150	700

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas a científicos, técnicos y expertos

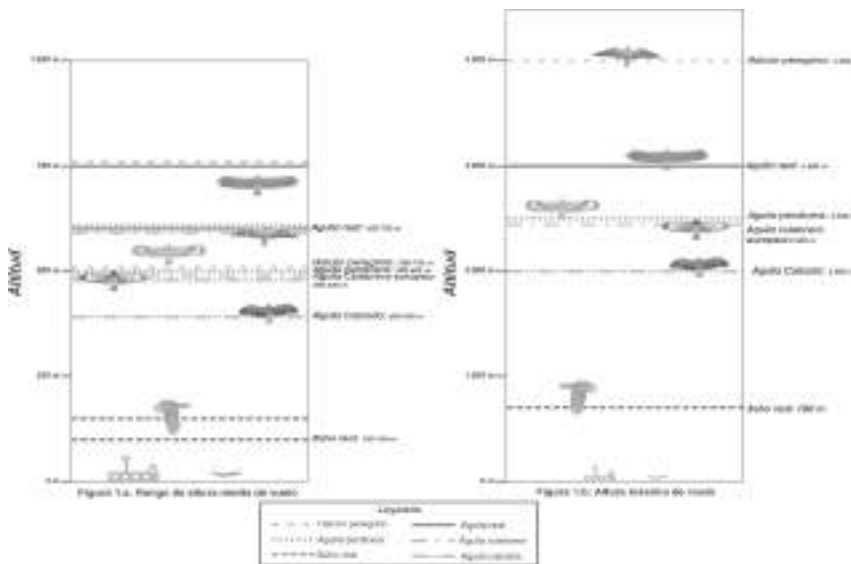


Figura 2. Representación gráfica de la "altura media" y la "altura máxima" de vuelo de diversas rapaces

Ventajas de la metodología de "áreas de campeo estimadas"

- **Sencillez y robustez.** La herramienta propuesta resulta muy robusta y sencilla pudiendo aplicarse por profesionales no expertos en la materia, siempre y cuando se disponga de la mínima información de base. Además, esta herramienta, en caso de necesidad, es susceptible de diferentes extrapolaciones.
- **Superación de pre-conceptos erróneos.** La metodología expuesta permite superar los pre-conceptos erróneos detectados frecuentemente en EA.
- **Representación gráfica y rápida del resultado.** Las circunferencias obtenidas suponen una presentación gráfica del área de campeo hipotética, facili-

tando la rápida identificación de potenciales afecciones y posibilitando la realización de análisis SIG.

- *Posibilidad de cuantificación aproximada del impacto.* El resultado (circunferencia) presenta unos descriptores geométricos (radio, superficie) y geográficos que pueden ser empleados para cuantificar matemáticamente el impacto.

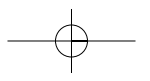
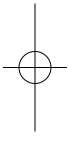
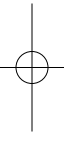
Limitaciones

- *Precisa de una información de base (localización de nidos o de territorios) actualizada y accesible.* Sin embargo, no siempre existe información accesible o actualizada. Así, por ejemplo, en el caso de la Región de Murcia el SIGA (Sistema de Información Geográfica Ambiental dependiente de la Consejería de Industria y Medio Ambiente) dispone de una cobertura de cuadrículas de nidificación de 1 x 1 km) basada en un censo de rapaces rupícolas realizado en 1997 (24).
- *Necesita de información científica previa a ser posible de zonas similares.* Para la correcta aplicación de esta herramienta sería conveniente disponer de datos relativos a áreas de campeo para cada especie y de zonas ecológicamente similares. La extrapolación de datos aumenta el grado de incertidumbre.
- *No se pondera la calidad del hábitat existente dentro de la circunferencia.* Esta metodología no discrimina ni pondera el territorio en función de su calidad biológica o uso al considerar únicamente la distancia al punto de nidificación.
- *Riesgo de interpretación errónea.* No resultan infrecuentes las inclusiones de ciudades o núcleos habitados o de amplias extensiones de mar (nidos en acantilados marinos) en algunas "áreas de campeo estimadas".
- *No consideración de territorios abandonados.* Recientemente se viene otorgando una mayor importancia a los "territorios abandonados" para la conservación de las aves rapaces (25). Sin embargo, estos territorios al no estar ocupados y no aparecer en los censos pueden ser obviados en la aplicación de esta metodología.
- *Desplazamientos de larga distancia.* Debe considerarse que las aves rapaces son capaces de desplazarse extraordinariamente a distancias muy superiores a las consideradas. Así, por ejemplo, para el caso del águila – azor perdicera se han identificado desplazamientos de hasta 18 km desde el nido (26).
- *Resulta esperable un peor ajuste en zonas con alta densidad de parejas reproductoras.*

Bibliografía

- (1) Fahrig, L. (2001): "How much habitat is enough?", *Biological Conservation*, 100: 65-74.
- (2) Madroño, A.; González, C., y Atienza, J. C. (Eds.) (2003): *Libro rojo de las Aves de España*, DGCONA-SEO/BirdLife, Madrid.
- (3) Martí, R., y Del Moral, J. C. (2003): *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. MMA y SEO/BirdLife, Madrid.
- (4) Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.
- (5) Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- (6) Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- (7) Caro, T. M., y O'Doherty, G. (1999): "On the use of surrogate species in Conservation Biology", *Conservation Biology*, 13: 805-856.
- (8) Simberloff, D. (1998): "Flagships, umbrellas and keystones: is single species passe in the landscape era", *Biological Conservation*, 83: 247-257.
- (9) Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de aves.
- (10) Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre.
- (11) Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.
- (12) RD 439/1990, de 30 de marzo, regulador del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.
- (13) Esteve, M. A., y Calvo, J. F. (2000): *Conservación de la Naturaleza y la Biodiversidad en la Región de Murcia*. En Calvo, J. F.; Esteve, M. A., y López, F.: *Biodiversidad: Contribución a su conocimiento y conservación en la Región de Murcia*, Universidad de Murcia.
- (14) Martínez, J. A.; Martínez, J. E.; Zuberogoitia, I.; García, J.; Carbonell, R.; De Lucas, M., y Díaz, M. (2003): "La Evaluación de Impacto Ambiental sobre las poblaciones de aves rapaces: problemas de ejecución y posibles soluciones", *Ardeola*, 50(1): 85-102.
- (15) Sánchez-Zapata, J. A.; Botella Robles, F.; Anadón Herrera, J. D., Reques, R.; Barros, D., y Ríos, D. (2004): *Estudio de la avifauna reproductora de la Sierra de Garabitos y alrededores, Cartagena (Murcia)*, Ornitur, S.L. y Universidad Miguel Hernández para Urbaenergía.
- (16) Carrete, M. (2002): *Censo nidificante de Censo nidificante (2002) de águila real y halcón peregrino en la Región de Murcia. Actualización del inventario de los territorios de cría*, Ambiental, S.L. para la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente.
- (17) Rico Alcaraz, L.; Martínez, J. A.; Morán, S.; Navarro, J. R., y Rico, D. (2001): "Preferencias de hábitat del águila-azor perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) en Alicante (E de España) a dos escalas espaciales", *Ardeola*, 48 (1): 55-62.
- (18) Marzluff, J. M.; Inc., S. T.; Vekasy, M. S.; Schueck, L. S., y Zarrielo, T. J. (1997): "Spatial use and habitat selection of Golden Eagles in southwestern Idaho", *Auk*, 114: 673-687.
- (19) Fraguas, B.; Real, J., y Mañosa, S. (2001): *Habitat use by golden and Bonelli's eagles in Los Arribes del Duero*. Inédito.
- (20) Zuberogoitia, I.; Fernando, J., y Torres, J. J. (2002): *El halcón peregrino*, Diputación Foral de Bizkaia, Bizakaia.

- (21) Pagán, I.; Carrete, M.; Sánchez-Zapata, J. A.; Martínez, J. E., y Calvo, J. F. (2002): *Murcia*. En: Zuberogoitia, I.; Fernando, J., y Torres, J. J. *El halcón peregrino*, Diputación Foral de Bizkaia, Bizkaia.
- (22) Martínez, J. E., y Calvo, J. F. (2000): "Selección de hábitat de nidificación por el búho real (*Bubo bubo*) en ambientes mediterráneos semiáridos", *Ardeola*, 47: 215-220.
- (23) Cerezo, E.; Aledo, E., y Rodríguez, J. A. (2006): "Alzando el vuelo. El águila azor perdicera en la Región de Murcia", *Quercus Especial Murcia*, 7-9.
- (24) Calvo, J. F.; Sánchez-Zapata, J. A.; Martínez, J. E.; Eguía, S., y Sánchez, M. A. (1997): *Investigación sobre las rapaces rupícolas nidificantes en la Región de Murcia*, Universidad de Murcia-Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, Murcia.
- (25) Ontiveros et al. (2004): "Biología de la conservación del águila perdicera *Hieraetus fasciatus* en España: investigación científica y gestión", *Ardeola*, 51(2): 2004, 461-470.
- (26) Parellada, X. (2001): "L'Àguila cuabarrada. Un símbol dels ecosistemes mediterranis en perill", *Bioma*, 4: 32-35.



INDICADORES AMBIENTALES DERIVADOS DE MAPAS DE USOS DEL SUELO. APLICACIÓN EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA DEL PLAN DE DESARROLLO RURAL 2007-2013 DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Valbuena Puebla, R.¹; Mauro Gutiérrez, F.,
y García-Abril, A. D.

¹ Tel.: 913 36 64 01
e-mail: rvp@alumnos.upm.es

Resumen

La clasificación de los usos del suelo es una de los principales cometidos y uno de los objetivos primarios del proceso de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) de los Planes de Desarrollo Rural (PDR). La Comisión Europea ha propuesto varias directrices y fuentes de datos que ayudan a la caracterización de la distribución geográfica de los usos del suelo. A fin de lograr una correcta consecución de los objetivos de los PDR, en algunos casos puede ser necesario analizar también otras fuentes alternativas a las propuestas. Este artículo describe un caso de aplicación de EAE para el que se desarrollaron indicadores ambientales dependientes de información de usos del suelo. Se comparan los resultados obtenidos a partir de tres fuentes de datos diferentes: el mapa CORINE Land Cover 2000, el Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas 2006 (SIGPAC) y el SIGPAC corregido con los pastos del mapa de vegetación del Plan regional de Estrategia Territorial 1998. El último procedimiento se demostró más efectivo y preciso a la hora de ajustar los resultados a las definiciones de Superficie Agrícola Utilizada (UAA) y de Bosque y Otras Zonas Arboladas (FOWL). También se describe el desarrollo de otros indicadores del procedimiento de EAE que dependían directamente de datos de uso del suelo. La EAE se mostró como un procedimiento adecuado para asegurar la coherencia ambiental de las actuaciones del PDR.

Palabras clave: Evaluación Ambiental Estratégica; Plan de Desarrollo Rural; Indicador de Usos del Suelo; CORINE; SIGPAC; SAU, UAA; FOWL.

Abstract

Classifying land cover is one of the main tasks and principal purposes of the Strategic Environmental Assessment (SEA) of Rural Development Plans (RDP). The European Commission has proposed guidelines and feasible resources for describing the geographic distribution of diverse land use classes. With the goal of properly achieve the objectives of the RDP, a study of alternative sources of data can be necessary in some cases. This paper describes the method executed in this case study for collecting those environmental indicators depending on land cover information. We compare the results obtained from three different data sources: the CORINE Land Cover project 2000; the geographic information system for identification of farm holdings 2006; and these data of farm holdings improved by adding the pastures from the map of vegetation of the Territorial Strategic Plan 1998. The latter was regarded as the most effective and accurate method according to the definitions of both Utilized Agricultural Area (UAA) and Forest and Other Wooded Land (FOWL) area. The estimation of other indicators for the SEA depending on land cover data is also described. The SEA was revealed as an adequate procedure for assuring the environmental reliability of the activities derived from the RDP.

Key words: SEA; RDP; Land Use Indicators; CORINE Land Cover; UAA; FOWL.

Introducción

Este artículo es consecuencia de la comunicación oral presentada en el IV Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental celebrado en Madrid entre el 25 y el 27 de abril de 2007, titulada *Análisis y Propuesta de Indicadores de Estado y de Seguimiento para la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) del Programa de Desarrollo Rural (PDR) 2007-2013 de la Comunidad de Madrid (CM)*. Dicha comunicación expuso los resultados obtenidos en el transcurso de nuestro trabajo de elaboración del Informe de Sostenibilidad Ambiental dentro del mencionado procedimiento de EAE (1 y 2), centrándose en las limitaciones y dificultades encontradas durante el desarrollo de aquellos indicadores ambientales que dependían de alguna forma de datos de uso del suelo. La correcta caracterización de los usos del suelo permite equilibrar las actuaciones del propio PDR, y sirve de paso previo al proceso de cálculo de otros indicadores de estado y seguimiento.

En las EAEs de los PDRs deben emplearse una serie de indicadores ambientales para diagnosticar el estado actual de la zona afectada previo a la aplicación del propio programa, para la evaluación ex ante del mismo y para su seguimiento (3). Los indicadores propuestos buscan aportar información relevante acerca de las relaciones entre la actividad agraria de una zona y los aspectos ambientales considerados. La Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural de la Comisión Europea describió unas directrices de apoyo y fuentes de datos disponibles para el cálculo de dichos indicadores (4). En este artículo destacaremos en qué casos la

información de apoyo provista por estas directrices ha sido útil y suficiente, y en qué casos un estudio de fuentes alternativas ha sido necesario.

Objetivos

El propósito del proceso de EAE de los PDRs integran los aspectos ambientales en las políticas de desarrollo rural (3). El desarrollo de indicadores ambientales de diagnóstico tiene como objetivo la obtención de la información ambiental más relevante de la CM. Esta información servirá para evaluar el programa, dirigir sus actuaciones paralelamente a la propia elaboración del PDR, y realizar un seguimiento de la eficacia de sus actuaciones. En este artículo describimos las ventajas y desventajas que pueden presentar diversas fuentes de datos para el cálculo de indicadores ambientales relacionados con los usos del suelo.

Métodos y resultados

El primer indicador que se desarrolló fue el de usos del suelo, ya que de sus resultados depende el cálculo de posteriores indicadores, como puede apreciarse en el diagrama de la figura 1. Se utilizaron diversas fuentes de información para el cálculo de este indicador, ofreciendo diferentes resultados que se compararon entre sí. Fue estudiado en primer lugar los datos del Mapa CORINE Land Cover (CLC-2000), que fueron reclasificados con ArcGIS según el criterio de la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural de la Comisión Europea (4). La verificación *in situ* y por interpretación de ortofotos de los resultados obtenidos por la reclasificación del Mapa CLC-2000 destacó que el método no alcanzaba satisfactoriamente los objetivos buscados. Especialmente inexacto era el resultado obtenido para el sub-indicador % natural, que estaba obviamente sobreestimado. Basándonos en el significado que las clases definidas tienen en el ámbito de la Comunidad de Madrid, entendimos que la clase natural debiere quedar definida por las zonas arbustivas y de matorral. Se presentó, por lo tanto, la necesidad de buscar una fuente alternativa de información más precisa y actualizada.

La segunda fuente de información elegida fue el Sistema de Información de Parcelas Agrícolas (SIGPAC). Los datos de uso del suelo de su base de datos fueron igualmente reclasificados. Esta segunda reclasificación se basó en los objetivos que se buscaban con la clasificación del CORINE (figura1); el cambio para cada clase se muestra en la tabla de la figura 2. El resultado fue más satisfactorio, aunque se detectó que los resultados no se adecuaban convenientemente a las definiciones de Superficie Agrícola Utilizada (UAA¹) y superficie de Bosque y Otras

¹ Utilized Agricultural Area (5).

METODOLOGÍAS EIA

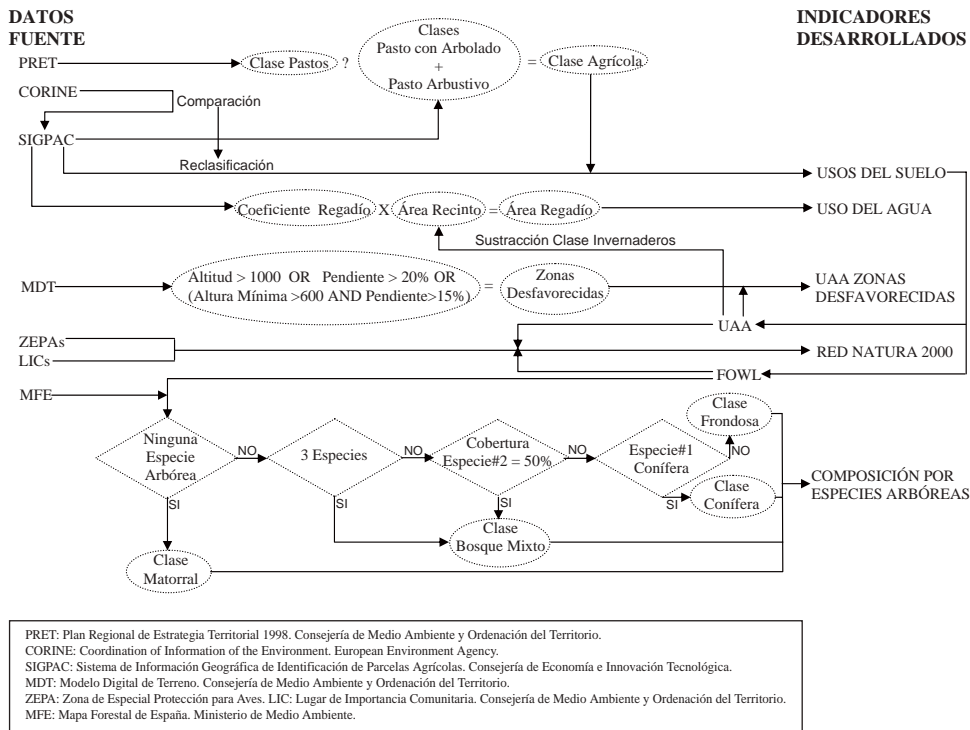


Figura 1. Propuesta metodológica de desarrollo de indicadores dependientes de información de usos del suelo

Zonas Arboladas (FOWL²). La delimitación de las zonas pertenecientes a la UAA y a la FOWL dependía directamente del cálculo de este indicador de usos del suelo. El cálculo de posteriores indicadores dependía a su vez directamente de los cálculos realizados para UAA y FOWL, de lo que radica la importancia de una correcta verificación de los resultados. La definición de la UAA especifica la inclusión de pastos permanentes y praderas, por lo que éstas deben ser clasificadas como uso agrícola (5). Además, la definición de la superficie FOWL explica a su vez que se deben excluir las zonas agroforestales, entre las que se encuentran las dehesas (6). Se comprobó mediante el estudio de las correspondientes ortofotos que muchas zonas de bosque mediterráneo adehesado, pastizales de alta montaña y pastos de pie de monte rodeados de arbolado en los bordes de los recintos fueron finalmente clasificados como forestales o como naturales, mientras que la zona de pasto correspondiente a éstos debiera ser clasificada como agrícola, ya que su aprovechamiento es predominantemente ganadero.

² Forest and Other Wooded Land (6).

Debido a esto se realizó una última reclasificación con una corrección previa del SIGPAC para adecuarlo a las necesidades específicas del cálculo de este indicador. La primera fase de dicha corrección fue la localización de aquellas zonas en las que se presentaba una intersección entre las zonas pertenecientes a las clases pasto arbustivo y pasto con arbolado del SIGPAC y las áreas pertenecientes a la clase pasto en el mapa de vegetación y usos del suelo del Plan Regional de Estrategia Territorial (PRET-1998), como se muestra en la figura 1. Posteriormente se añadieron dichas zonas de intersección a la clase pasto del SIGPAC. Finalmente se volvió a realizar la reclasificación de la tabla 1, aunque en este caso dichas zonas quedaron clasificadas dentro de la clase agrícola en vez de la clase natural o forestal. La verificación in situ y mediante la interpretación de ortofoto de los resultados obtenidos por este último método resultó

TABLA 1

Reclasificación efectuada del campo de usos del suelo del Sistema de Información Geográfica de Identificación de Parcelas Agrícolas (SIGPAC)

COD	DESCRIPCIÓN	UAA	FOWL	INDICADOR USO SUELO
AG	CORRIENTES Y SUPERFICIES DE AGUA	NO	NO	AGUAS CONTINENTALES
CA	VIALES	NO	NO	ARTIFICIAL
CI	CITRICOS	SI	NO	AGRÍCOLA
CO	CONTORNO OLIVAR	SI	NO	AGRÍCOLA
ED	EDIFICACIONES	NO	NO	ARTIFICIAL
FL	FRUTOS SECOS Y OLIVAR	SI	NO	AGRÍCOLA
FO	FORESTAL	NO	SI	FORESTAL
FS	FRUTOS SECOS	SI	NO	AGRÍCOLA
FV	FRUTOS SECOS Y VIÑEDO	SI	NO	AGRÍCOLA
FY	FRUTALES	SI	NO	AGRÍCOLA
IM	IMPRODUCTIVOS	NO	NO	ARTIFICIAL
IS	ISLAS	SI	NO	AGRÍCOLA
IV	INVERNADEROS Y CULTIVOS BAJO PLASTICO	SI	NO	AGRÍCOLA
OF	OLIVAR - FRUTAL	SI	NO	AGRÍCOLA
OV	OLIVAR	SI	NO	AGRÍCOLA
PA	PASTO CON ARBOLADO	NO	SI	FORESTAL
PR	PASTO ARBUSTIVO	NO	SI	NATURAL
PS	PASTIZAL	SI	NO	AGRÍCOLA
TA	TIERRAS ARABLES	SI	NO	AGRÍCOLA
TH	HUERTA	SI	NO	AGRÍCOLA
VF	VIÑEDO - FRUTAL	SI	NO	AGRÍCOLA
VI	VIÑEDO	SI	NO	AGRÍCOLA
VO	VIÑEDO - OLIVAR	SI	NO	AGRÍCOLA
ZC	ZONA CONCENTRADA NO INCLUIDA EN LA ORTOFOTO	NO	NO	
ZU	ZONA URBANA	NO	NO	ARTIFICIAL
ZV	ZONA CENSURADA	NO	NO	

satisfactoria, por lo que este último método se presentó como el más adecuado para el cálculo de este indicador. El resultado final de este indicador fue que la CM presenta: un 17,84% de su superficie en la clase artificial, un 40,39% en la clase agrícola, un 17,70% en la clase forestal y un 22,08% en la clase natural.

Una vez calculada la superficie UAA fue posible desarrollar también el indicador de zonas desfavorecidas. Las zonas desfavorecidas de alta montaña de la CM se detectaron analizando aquellos términos municipales con una altitud superior a 1.000 m, con una pendiente superior al 20%, o con una combinación de altitud

mínima de 600 m y pendiente superior al 15% (7), como se puede apreciar en la función lógica expresada en la figura 1. Los resultados mostraron que un total de 66 municipios de la CM tenían estas características. El resultado del indicador fue el porcentaje de superficie UAA que se encontraba dentro de estos términos municipales. No se detectó ningún municipio de la CM que tuviese las características de zona desfavorecida por limitaciones específicas, ni por riesgo de despoblamiento (7). El resultado del indicador detectó un 17,68% del territorio de la UAA en zonas desfavorecidas.

El cálculo del indicador de contexto de uso del agua se hizo a partir de la UAA y del campo de coeficiente de regadío del SIGPAC. En primer lugar, se substrajo de la UAA aquellas zonas de la clase invernaderos y cultivos bajo plástico del SIGPAC, de acuerdo con la definición de superficie irrigada (5). Para calcular la superficie de cada recinto que estaba siendo irrigado permanentemente, se multiplicaron los campos área y coeficiente de regadío expresado en tantos por uno de cada recinto del SIGPAC perteneciente a la UAA. El resultado fue que un 9,34% de la superficie agrícola utilizada de la CM es de regadío.

Como resultado de la comparación de las zonas UAA y FOWL con los territorios de la CM aprobados por la Comisión Europea como Lugares de Importancia Comunitaria de la región biogeográfica mediterránea (8), se obtuvo el indicador de zonas Red Natura 2000. Los resultados del indicador mostraron que un 39,77% de la CM se encuentra dentro de la Red Natura 2000, así como un 31,69% de la superficie UAA y un 57,77% de la FOWL.

También el indicador de composición por especies arbóreas relacionado con el objetivo de la biodiversidad fue desarrollado a partir de la superficie FOWL previamente calculada. La deducción de este indicador se basó en la intersección de la zona FOWL con los datos obtenidos en el Mapa Forestal de España (MFE). La base de datos del MFE contiene información de hasta tres especies presentes en cada una de las teselas, así como del grado de presencia en porcentaje de cobertura de cada una de las especies en comparación con otras especies presentes en la misma tesela. La reclasificación del MFE se basó en el diagrama de flujo incluido en la figura 1. En primer lugar, se estimó que aquellas zonas de la superficie FOWL que no presentaban ninguna especie arbórea debían ser denominadas como clase matorral. Aquellas teselas en las que la base de datos del MFE registraba tres especies distintas fueron reclasificadas como bosque mixto. Asimismo fueron también reclasificadas como bosque mixto aquellas teselas en las que la base de datos del MFE registraba la presencia de dos especies con un reparto de la cobertura del 50% cada una. Para las restantes teselas, la reclasificación fue hecha según la especie dominante registrada en la base de datos del MFE, pudiendo cada una de ellas ser de la clase bosque de coníferas o bosque de frondosas. El MFE mostró que un 35,43% de la superficie FOWL era matorral, por lo que la inclusión de esta clase fue importante, aunque no se indicaba explícitamente en las directrices de la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural (4). Un 8,4% de la FOWL fue clasificada como bosque mixto; su distribución geográfica mostraba la presencia de bosques de ribera. Un 21,38% resultó ser bosque de coníferas, en zonas situadas predominantemente en las zonas de montaña. El resto, un 34,53%, fue clasificado como bosque de frondosas.

Discusión y conclusiones

El uso de los datos del CORINE aporta la ventaja de una fácil comparación de los resultados con otras zonas de Europa, debido a su uniformidad en la nomenclatura y metodología. Además la reclasificación es directa y el acceso a los datos es sencillo. Una desventaja radica en que el CLC actual está hecho con datos del año 2000, lo que aporta dificultad al seguimiento de la evolución del indicador. Aunque la desventaja principal es el criterio empleado para definir sus categorías, que hace que las superficies asignadas tras la reclasificación no reflejen razonablemente la realidad de la Comunidad de Madrid.

Gracias a los datos de uso del suelo de los recintos que ofrece el SIGPAC, se puede obtener un valor del indicador mucho más próximo a la realidad del ámbito de la CM. Además, utilizando el SIGPAC, el seguimiento de la evolución del indicador es mucho más sencillo, y la actualización de los datos sería frecuente. Al igual que ocurre utilizando el mapa CLC-2000, la reclasificación en las categorías que requiere el indicador también es directa a partir del campo de uso de suelo de la base de datos del SIGPAC.

Los valores del indicador obtenidos a partir del SIGPAC previamente corregidos por el PRET reflejan fielmente la realidad del ámbito rural de la CM. No obstante, su posterior seguimiento es más dificultoso que las anteriores metodologías. Para facilitar este seguimiento, podríamos sugerir que el SIGPAC incorporase un coeficiente de arbolado o de pasto en los recintos de pasto con arbolado y pasto arbustivo que indicase que porcentaje de su superficie tiene una cobertura arbórea, o la presencia de matorral.

Para extraer conclusiones de los resultados del indicador de uso del agua se requieren más datos de los que ofrece el propio indicador. Sus efectos sobre el medio ambiente dependen especialmente de la eficiencia en el uso de agua de riego, teniendo en cuenta también las infraestructuras para su transporte y los sistemas de riego utilizados. Estos efectos dependen igualmente del nivel freático de los acuíferos en zonas de regadío, así como de la salinidad del suelo o de la propia agua de riego, y de la resistencia a la salinidad de las especies utilizadas en los cultivos de regadío. Se necesita, por tanto, un estudio más detallado de las actuaciones a llevar a cabo en las zonas que el indicador ha marcado como de regadío.

Como obviamente cabía esperar, la Red Natura 2000 se ajusta más en la zona forestal que en la superficie agrícola. El indicador de Red Natura 2000 y el de bosques protegidos se complementan, ayudando a situar geográficamente las zonas en las que las actuaciones contempladas por el PDR deben llevarse a cabo.

El MFE se ha presentado como una herramienta factible y útil para el cálculo del indicador de composición por especies arbóreas. Además el MFE es de fácil acceso público y presenta información detallada sobre el significado de su base de datos, permitiendo una rápida interpretación de los resultados. Los resultados pusieron de manifiesto la escasez de bosques mixtos y la importancia de los bosques de ribera.

Como conclusión a nuestro trabajo, hemos encontrado que la Evaluación Estratégica Ambiental es un instrumento útil a la hora de conducir las actuaciones del Programa de Desarrollo Rural. El hecho de que se desarrolle de forma paralela a la realización del propio programa crea un ciclo muy constructivo de cooperación que ayuda a integrar las cuestiones ambientales dentro del propio programa durante su elaboración. De esta forma se puede evitar que las actuaciones derivadas del PDR repercutan involuntariamente en el ambiente.

La información aportada desde los organismos de la Unión Europea fue una buena base aunque no suficiente. Para alcanzar los objetivos que persigue el procedimiento de EAE, en el desarrollo de varios de los indicadores fue necesario el estudio de más fuentes de información procedentes de las administraciones públicas del Estado. Las fuentes de datos internacionales se han mostrado más ineficientes e imprecisas que las nacionales, por lo que las segundas son preferibles en los casos en que ambas sean disponibles. El SIGPAC se ha mostrado como una herramienta factible para el cálculo de los indicadores y para el seguimiento de su evolución, aunque presenta algunas deficiencias y errores que dificultan los análisis de datos, especialmente aquellos en formatos vectoriales. En la mayoría de los casos, el acceso a la información ambiental fue eficiente y transparente.

Bibliografía

- (1) Parlamento y Consejo Europeo: *Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*. DOCE L197 de 21 de julio de 2001.
- (2) Jefatura del Estado: *Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*. BOE 102 de 29 de abril de 2006.
- (3) Consejo Europeo. *Reglamento (CE) n.º 1698/2005 del Consejo, de 20 de septiembre de 2005, relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo de Desarrollo Rural (FEADER)*. DO L277 de 21 de octubre de 2005.
- (4) European Commission. Directorate General for Agriculture and Rural Development: *Rural Development 2007-2013. Common Monitoring and Evaluation framework. Draft Fiches for Baseline Indicators*. Technical meeting on CMEF 2 May 2006. DOC 19.
- (5) Consejo Europeo: *Reglamento (CE) n.º 571/1988 del Consejo, de 29 de febrero de 1988, relativo a la organización de encuestas comunitarias sobre la estructura de las explotaciones agrícolas*. DO L56 de 2 de marzo de 1988, p.1. (6) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Global Forest Resources Assessment 2005*. Rome, 2005.
- (7) Consejo Europeo: *Reglamento (CE) n.º 1257/1999 del Consejo, de 17 de mayo de 1999, relativo a la ayuda al desarrollo rural a cargo del Fondo Europeo de Orientación y de Garantía Agrícola (FEOGA)*. Artículo 12. DO L160 de 26 de junio de 1999.
- (8) Comisión Europea: *Decisión de la Comisión de 19 de julio de 2006, por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea*. DOCE L259 de 21 de septiembre de 2006.

BLOQUE II

ESTUDIOS DE CASOS DE EIA

APLICACIÓN DE UN SIG EN LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE ACTIVIDADES NO DESEABLES: UN ENSAYO EN EL MUNICIPIO DE EL ESPINAR (SEGOVIA)

Azcárate Luxán, M.^a V.¹; Cocero Matesanz, D.²;
Muguruza Cañas, C.³, y Santos Preciado, J. M.⁴

¹ Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Educación a Distancia
Tel.: 91 398 67 31 - Fax: 91 398 88 29 - e-mail: mazcarate@uned.es

² Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Educación a Distancia
Tel.: 91 398 82 73 - Fax: 91 398 88 29 - e-mail: dcocero@geo.uned.es

³ Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Educación a Distancia
Tel.: 91 398 67 22 - Fax: 91 398 88 29 - e-mail: mmuguruza@uned.es

⁴ Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Educación a Distancia
Tel.: 91 398 67 27 - Fax: 91 398 88 29 - e-mail: jsantos@uned.es

Resumen

Uno de los problemas que afectan a la planificación de la gestión de los residuos urbanos es el de la localización óptima de las instalaciones de recogida de los mismos (Plantas de Transferencia), así como las de su tratamiento posterior, una vez han sido transportados a los lugares adecuados para su tratamiento, reciclaje o recuperación (Centros de Tratamiento). La utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG) con vistas a la resolución del problema, en el marco de la metodología multicriterio, nos ha permitido identificar en el municipio de El Espinar (Segovia), las zonas más aptas para la localización de una Planta de Transferencia con un menor impacto ambiental. La solución obtenida ofrece una nueva alternativa, que minimiza los impactos negativos sobre el medioambiente.

Palabras clave: Residuos Sólidos Urbanos. Métodos Multicriterio. Sistemas de Información Geográfica. Impacto Ambiental.

Summary

One of the problems affecting planning management of urban waste is that of optimum localization for the installations relating to waste collection (Transfer Plants) and of those for its later treatment, once it is transported to places suitable for treatment, recycling, or recovery (Treatment Centres). The use of a Geographical Information System (GIS) to resolve this problem, in the framework of a multi-criteria methodology, means we can identify the most suitable areas, being those with the least environmental impact, to situate the Transfer Plant in the municipality of El Espinar (Segovia). The solution obtained provides a new alternative that minimises the negative impact on the environment.

Key words: Urban Waste. Multi-criteria Methodology. Geographical Information Systems. Environmental Impact.

Introducción

La búsqueda de la localización óptima de una instalación de gestión de residuos forma parte de un amplio conjunto de procedimientos que se plantean determinar la mejor ubicación posible de un fenómeno concreto, relativo, en este caso, a una actividad humana no deseada (1). Se trata de dar respuesta a un problema geográfico sencillo, al menos en su planteamiento: ¿en qué lugar se deben situar las instalaciones de una Planta de Transferencia de Residuos Urbanos para que se atiendan, de la manera más adecuada posible, a las empresas y personas que generan este tipo de residuos, reduciendo al mínimo las negativas consecuencias sobre el medio ambiente? La utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG), en el marco de la metodología multicriterio, nos ha permitido definir, en el municipio de El Espinar (Segovia), las zonas más adecuadas para la ubicación de una instalación de este tipo, desde la perspectiva de ocasionar el menor impacto ambiental en el medio circundante.

Para ello hemos realizado, previamente, una reflexión sobre los principales factores a considerar, para, posteriormente, diseñar una metodología capaz de integrar dichos criterios, con vistas a evaluar el lugar óptimo para la implantación de la actividad propuesta. Según diversos autores (2, 3 y 4), el problema debe resolverse, en términos de *eficiencia espacial* (la mejor localización posible, de acuerdo a variados criterios de rendimiento), y en términos de *equidad espacial* (la menos molesta para el resto de usos y actividades). El principio de eficiencia espacial se basa en la búsqueda de una posible ubicación que reduzca los costos, tanto desde el punto de vista económico como de otro tipo: social, medioambiental, etc. La equidad espacial se entiende como la búsqueda de una localización que genere el mínimo impacto negativo (riesgos y molestias), tanto en la población residente en el entorno cercano como en el resto de usos y actividades. Estos dos principios básicos han servido de orientación en la resolución del problema, por lo que hemos decidido la combinación de factores de ambos tipos.

Objetivo

El objetivo básico de nuestro trabajo ha consistido en el diseño de una metodología integral que ayudara a resolver el problema de la localización de una Planta de Transferencia de Residuos Urbanos. Posteriormente, hemos aplicado la misma a un espacio geográfico concreto, donde poder evaluar las posibilidades del modelo definido en la consecución del objetivo propuesto.

Todo ello nos ha permitido establecer el grado de idoneidad de diferentes lugares del término municipal de El Espinar para la ubicación óptima de la Planta de Transferencia, procurando minimizar el posible impacto medioambiental y socioeconómico que su establecimiento produciría.

Material y métodos

La implementación del modelo multicriterio (5), en un entorno SIG, requiere, en primer lugar, la disponibilidad de un conjunto de mapas o coberturas, correspondientes a los estratos temáticos de mayor interés, que representan las principales características del territorio de estudio, a modo de variables espacialmente georreferenciadas. La obtención de la información geográfica en formato digital raster se llevó a cabo a partir de las imágenes en formato vectorial y su posterior rasterización¹, obtenidas a partir de las siguientes fuentes:

- Fondos cartográficos en formato digital del Centro de Información Territorial de Castilla y León (referidos al año 2000):
 - Base Topográfica 1:10.000.
 - Mapa de Usos del Suelo, CORINE Land-Cover.
- Imagen del satélite SPOT-5, con un tamaño de píxel de 2,5 m (figura 1), obtenida gracias al Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), del año 2005.

Las coberturas digitales empleadas, que han servido de base a la investigación, han sido el mapa de altitudes o modelo digital de elevaciones, el mapa de pendientes (deducido del anterior), el mapa de usos del suelo, el mapa de carreteras, el mapa de aguas superficiales, el mapa litológico y el mapa de la afección de las ZEPAs (Zonas de Especial Protección para las Aves) al territorio municipal. Algunas de estas coberturas originales fueron actualizadas gracias a la imagen de satélite.

Una vez obtenidos los diferentes mapas digitales empleados en el estudio, nos centramos en la elaboración de una metodología que garantice la ubicación óptima de una Planta de Transferencia, hecho que exige diferenciar los diferentes tipos de instalaciones para la gestión de residuos. Las nuevas infraestructuras, destinadas a su recuperación integral, han surgido como respuesta al cambio de "filo-

¹ Transformación a formato raster.

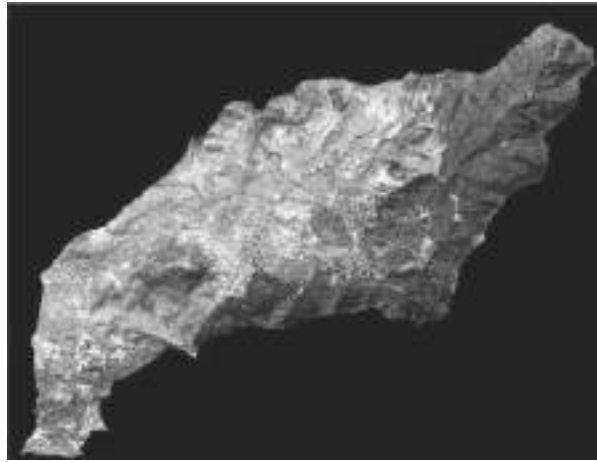


Figura 1. Imagen del satélite SPOT-5 del término municipal de El Espinar

sofía" en el tratamiento de la basura, pasándose del vertedero tradicional, donde se vertían las basuras sin ningún tipo de separación, a otro tipo de instalaciones que tratan de conjugar el reciclaje y la gestión de los residuos. Estas nuevas instalaciones se pueden clasificar en (6):

- Las que por su impacto deben localizarse, según la normativa, en lugares muy especiales y adecuados al riesgo que generan (residuos peligrosos).
- Las que por su menor impacto medioambiental (residuos no peligrosos o inertes) no tienen restricciones en cuanto a su localización. Se trata de instalaciones molestas, pero que no comportan un riesgo tan alto como las anteriores. En este apartado se encuentran las Plantas de Transferencia y los Centros de Tratamiento de Residuos Urbanos.

Para el segundo tipo de instalaciones la legislación no define, de forma precisa, los criterios para su localización. No existen, en la normativa actual, unos requisitos restrictivos estrictos para determinar la selección del emplazamiento más adecuado, a pesar de que toda solicitud de autorización de un vertedero debe contener una descripción del emplazamiento, incluidas sus características hidrogeológicas y geológicas (6). Por ello resulta fundamental diseñar una metodología que ayude a valorar la idoneidad del emplazamiento elegido para este tipo de instalaciones, en función de los principios generales de localización de actividades no deseables (7).

Con estas premisas, en el diseño de una metodología sobre la selección del emplazamiento de una instalación de gestión de residuos, nos hemos decantado por un procedimiento de análisis que integra diversos factores, de manera progresiva, en fases. La aplicación de la metodología multicriterio (8) se ha realizado en una serie de etapas que han permitido la jerarquización y ponderación de diversos

factores, teniendo presente la mayor o menor dificultad de su medición individual, así como la integración secuencial de los resultados parciales obtenidos. Estas etapas han sido las siguientes:

1. *Fase de exclusión*, en la que se han definido una serie de criterios de carácter excluyente (áreas forestales, áreas urbanizadas, espacios naturales, pendiente del terreno, proximidad a núcleos, carreteras y cursos de agua), cuya aplicación determina la eliminación de zonas donde la localización de este tipo de instalaciones no es aceptable.
2. *Fase de delimitación*, en la que se han delimitado un conjunto de factores (accesibilidad, permeabilidad y pendiente) que nos han permitido medir la adecuación de los distintos lugares que han superado los criterios de restricción anteriores.
3. *Fase de valoración*, en la que se ha seleccionado, de entre las doce zonas con mayor aptitud territorial, la alternativa más adecuada para la ubicación de la Planta de Transferencia, mediante la aplicación de una serie de criterios de valoración (impacto visual, costes de construcción y urbanización, propiedad del suelo y existencia de figuras de protección ambiental).

En la tabla 1 se exponen, de forma sintética, las fases de un estudio de esta naturaleza.

TABLA 1
Fases de la metodología empleada en el estudio

FASES	CRITERIOS	MÉTODO	RESULTADOS
Exclusión	Sí o no	Apto / no apto	Eliminación de zonas no aptas
Delimitación	Cuantitativos: Accesibilidad	Ponderación e integración de los factores	Eliminación de zonas menos adecuadas. Definición de alternativas concretas
Valoración	Cualitativos: Higiene medioambiental Cuenca visual Costes del terreno Costes de urbanización Impacto social	Comparación cualitativa de factores	Valoración de las alternativas en función de la puntuación de los diferentes emplazamientos potenciales

Resultados

Los principales resultados alcanzados, de acuerdo a las distintas fases del trabajo, han sido los siguientes:

a) Resultados de la fase de exclusión

Los resultados obtenidos en esta fase, mediante la aplicación de una serie de criterios restrictivos, recogidos en la tabla 2, se pueden observar, de forma individualizada, en las capas binarias recogidas en la figura 2. La integración de todas ellas, por intersección de las capas anteriores, aparece en la imagen superior izquierda de la figura 3.

TABLA 2
Criterios excluyentes

PRINCIPALES RESTRICCIONES A CONSIDERAR	
CONCEPTO	LIMITACIÓN
Áreas forestales	Zonas de bosque de pinares, caducifolias y frondosas
Áreas urbanizadas	Zonas urbanas, industriales y de servicios
Espacios naturales protegidos	Sierra de Guadarrama
Pendiente del terreno	Superior al 10%
Proximidad a núcleos urbanos	Inferior a 2.000 metros
Proximidad a carreteras	Inferior a 100 metros
Proximidad a cursos de agua y embalses	Inferior a 100 metros

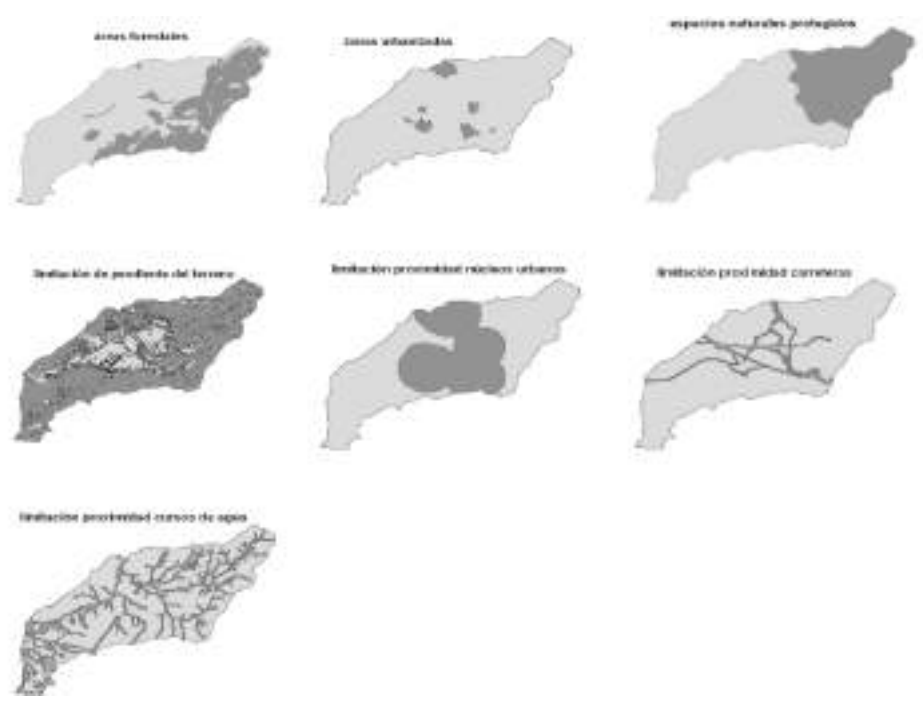


Figura 2. Zonas excluidas debido a los criterios restrictivos

b) Resultados de la fase de delimitación

En esta fase se integraron cuatro factores (dos de accesibilidad, uno de permeabilidad y uno de pendiente), capaces de medir la respuesta del territorio frente a la actividad propuesta. La forma de medir los dos factores de accesibilidad se ha realizado a partir de la accesibilidad desde cada punto (o celda) del territorio a los lugares de producción de residuos (áreas urbanas generadoras de los mismos), en el primer caso, y al Centro de Tratamiento en el segundo. De igual manera se han tenido presentes un tercer factor de permeabilidad del terreno y un cuarto referente a la pendiente del mismo. La integración de todos ellos se ha realizado a partir del procedimiento de la suma lineal ponderada, habiéndose considerado que el peso de los dos primeros factores es superior al del tercero y cuarto².

La combinación de las imágenes obtenidas en las dos primeras etapas del estudio, correspondientes a la zona excluida y a los factores propuestos en la fase de delimitación; nos ha permitido valorar, de forma diferenciada en el espacio, la potencialidad territorial, habiendo obtenido un mapa de aptitudes territoriales del municipio de El Espinar para el establecimiento de la Planta de Transferencia, a partir de los criterios y factores considerados (figura 3).

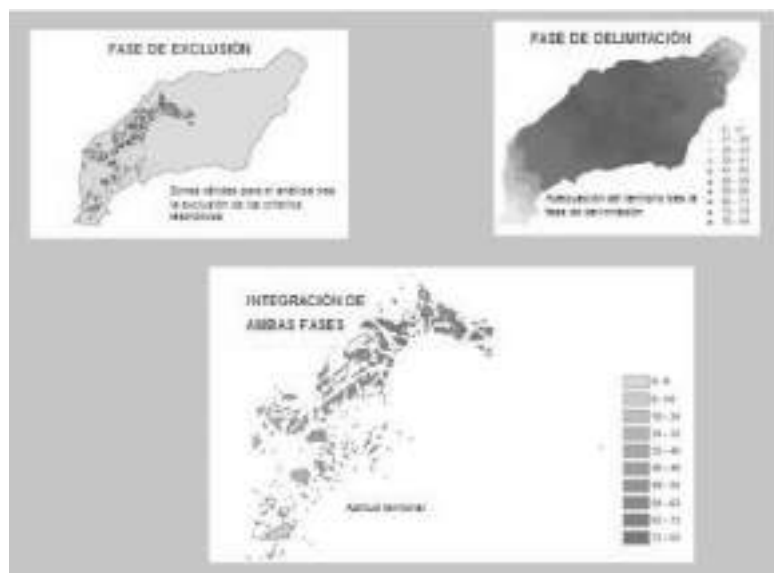


Figura 3. Aptitud territorial para la ubicación de la Planta de Transferencia, derivada de la integración de las fases de exclusión y de delimitación

² Se ha adjudicado un peso triple a los dos factores de accesibilidad frente a los factores de la permeabilidad y la pendiente. De esta manera, los pesos de los dos primeros factores han sido de 0,375, mientras que el peso de los otros dos factores han sido de 0,125.

c) Resultados de la fase de valoración

La última fase del análisis supone la elección previa de un conjunto de alternativas que sirven para definir el lugar óptimo de la ubicación de la Planta de Transferencia. Con esta intención, hemos seleccionado el conjunto de las celdas que superaban un cierto umbral en el mapa de aptitudes hallado con anterioridad. Se han elegido, precisamente, aquellas áreas del municipio que superaban el valor 70 en el mapa de Aptitud Territorial. La figura 4 muestra, precisamente, las zonas que destacan por su potencialidad para la resolución del problema. Dentro de este espacio, hemos seleccionado doce alternativas que nos han permitido comparar, en esta última etapa del estudio, su adecuación óptima al objetivo propuesto.

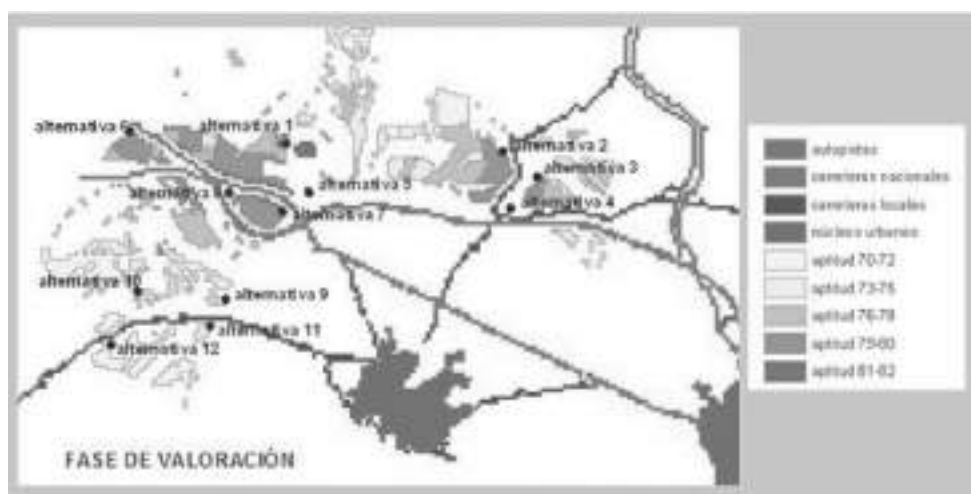


Figura 4. Zonas potenciales para el establecimiento de la Planta de Transferencia de RU

La definición de un limitado número de lugares candidatos a la ubicación de la Planta de Transferencia nos ha posibilitado, además de utilizar el valor obtenido por cada lugar concreto en la fase de delimitación, introducir nuevos criterios, con variables capaces de medir atributos tan importantes en la valoración del impacto ambiental como la afcción visual medioambiental de la instalación, los costos de preparación del lugar de emplazamiento o la propiedad y precio de las parcelas, donde ubicar dicha Planta. Finalmente, las alternativas 2 y 6 han mostrado, tras la integración de los diversos criterios considerados mediante los métodos de la suma lineal ponderada y la distancia al punto óptimo, su aproximación al objetivo planteado.

Discusión y conclusiones

La utilización de la metodología multicriterio, en un entorno SIG raster, se ha mostrado como una excelente herramienta en el tratamiento del problema de la localización óptima de una Planta de Transferencia de Residuos Urbanos. Este planteamiento teórico, aplicado en fases, nos ha permitido la consideración de un conjunto múltiple de factores de carácter cualitativo y cuantitativo, de gran trascendencia en la consideración del problema planteado, que han podido ser tenidos en cuenta de manera sucesiva.

Creemos que el resultado obtenido pone en evidencia la bondad de la metodología empleada. Las localizaciones de las alternativas consideradas como más idóneas contrastan con la ubicación actual de la Planta de Transferencia, situada en el punto kilométrico 10,500 de la carretera SG-500, lugar ocupado por el antiguo vertedero municipal. Esta Planta de Transferencia, situada en el paraje denominado "Cañadas Hondas", en dirección opuesta al Centro de Tratamiento de Los Huertos, destino final de los residuos, plantea varios problemas, no sólo socioeconómicos sino también medioambientales. Al margen de su inferior puntuación, en relación con las alternativas más idóneas respecto a los factores considerados, hay que añadir que se encuentra ubicada en la Comarca de Campo Azávaro, que ocupa la cuenca alta del río Voltoya y está considerada como una zona de gran valor natural y paisajístico. La solución obtenida, desde el análisis realizado, ofrece nuevas opciones para el establecimiento de una Planta de Transferencia en el municipio de El Espinar, que reducen los costes socioeconómicos y minimizan los impactos negativos sobre el medio ambiente, lo que supone una respuesta más adecuada al problema planteado.

Bibliografía

- (1) Azcárate, M. V.; Muguruza, C., y Santos, J. M. (2001): "Algunas consideraciones sobre la localización de actividades no deseables: el caso de los residuos urbanos", en *Espacio, Tiempo y Forma*, serie VI, Geografía, vol. 13, pp. 43-57.
- (2) Bosque, J.; Díaz, M. A.; Gómez, M.; Rodríguez, V. M.; Rodríguez, A. E., y Vela, A. (1999): "Localización de centros de tratamiento de residuos: una propuesta metodológica basada en un SIG", en *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, vol. 19, pp. 295-323.
- (3) Bosque, J.; Díaz, C., y Díaz, M. A. (2002): "De la justicia espacial a la justicia ambiental en la política de localización de instalaciones para la gestión de residuos en la Comunidad de Madrid", en *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, tomo CXXXVII-CXXXVIII, 2001-2002, pp. 89-114.
- (4) Gómez, M., y Romero, R. (2002): "Ensayo metodológico para la localización de instalaciones de tratamiento de residuos sólidos urbanos en la Unidad Territorial de Gestión 2B de la Comunidad de Madrid", en *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, vol. 22, pp. 265-299.
- (5) Barba, S., y Pomerol, J. C. (1997): *Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, 421 págs.

- (6) Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos.
- (7) Monterroso, L.; Oromendia, E., y Herráez, I. (2001): "Evaluación del emplazamiento de vertederos mediante análisis multicriterio basado en la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos", en *Hidrogeología y Recursos Hidráulicos*, vol. XXIV, pp. 341-350. VII Simposio de Hidrogeología, Murcia.
- (8) Barredo, J. I. (1996): *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multi-criterio en la ordenación del territorio*, Editorial Ra-ma, Madrid, 264 págs.

PRINCIPALES EFECTOS AMBIENTALES DE UNA EXPLOTACIÓN MINERA SUBTERRÁNEA EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Díaz Martín, M.

Consultor Ambiental y Vicepresidente de la Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental
Tel.: 686 95 46 12 - Fax: 91 365 98 87
e-mail: mdiaz@eia.es

Resumen

La actuación analizada consiste en la extracción de parte del mineral de sepiolita existente en la concesión por aplicación de técnicas mineras de aprovechamiento subterráneo. La profundidad del yacimiento es variable oscilando entre los 60 m y 190 m.

Los dos aspectos prioritarios tanto a la hora de diseñar la explotación como por su repercusión en el territorio, han sido los relacionados con la hidrogeología y con el hundimiento o subsidencia del terreno.

El estudio de la hidrogeología de esta zona ha permitido calcular el caudal de entrada tanto durante la fase preparatoria (9,0 l/s) como en la de explotación (13,0 l/s). El comportamiento de estos terrenos de naturaleza plástica predominante, indica que la presión estática debe cerrar rápidamente las fracturas y restablecer las condiciones de impermeabilidad a poca distancia por detrás del frente de avance. La depresión del nivel freático asociada al bombeo de drenaje ocasionará una modificación local en las condiciones del flujo en el acuífero aluvial.

Asimismo, el sistema de explotación por hundimiento va a producir una subsidencia en un 80-90% de la potencia del mineral extraído en la vertical, del orden de 2 a 3 m. No obstante, este asentamiento se produce de una forma gradual y suave, por lo que las posibles variaciones de pendiente no afectarán significativamente ni al paisaje ni a la escorrentía.

Palabras clave: Impacto ambiental; minería subterránea; sepiolita; subsidencia.

Abstract

The analyzed performance consists of the mineral extraction of existing sepiolita by application of techniques of underground mining. The depth of the deposit is variable between 60 and 190 m.

Both hydrogeology and the collapse or the subsidence of the land, were the most important aspects considered, concerning timing of the operation and its effects in the territory.

The local hydrogeology study allowed calculating the entrance volume of water during the preparatory phase (9.0 l/s), and during operation (13.0 l/s). The behaviour of these lands of predominant plastic nature, indicates that the static pressure should close the fractures quickly and restore the conditions of impermeability just behind the advance front. The depression of the associated phreatic level to the drainage pumping will cause a local modification in the conditions of the water-bearing flow in the alluvial one

Besides, the exploitation system by collapse is going to produce a subsidence in a 80-90% of the power of the mineral extracted in the vertical, of the order of 2 to 3 m. However, this establishment takes place of a gradual and smooth form, hence the possible slope variations will significantly affect neither to the landscape nor the run-off.

Key words: Environmental impact; underground mining; sepiolita; subsidence.

Introducción

La explotación minera objeto de estudio se localiza íntegramente en el término municipal de Paracuellos de Jarama, municipio perteneciente a la Corona Metropolitana de Madrid.

La actuación analizada consiste en la extracción de parte del mineral de sepiolita existente en el subsuelo. La sepiolita es una arcilla especial, se trata de un silicato hidratado de magnesio cuya composición aproximada es la siguiente: SiO₂ 59,1%; MgO 19,5%; Al₂O₃ 4,7%; CaO 2,6%; Fe₂O₃ 1,5%; Na₂O 0,4%; K₂O 1,1%; P.C. 1.000° C 11,1%.

La investigación realizada para la explotación ha determinado en esta zona la existencia de capas con calidad y potencia suficiente que recomienda como método más apropiado para su aprovechamiento el de minería subterránea, que por otra parte causará un impacto ambiental de menor envergadura en comparación con una explotación por minería a cielo abierto (1).

Objetivos

Una explotación minera de estas características supone una actuación de una magnitud variable para el territorio, al implicar la ocupación de una zona

determinada en superficie y la afección de otra parte de terreno de forma subterránea.

Así pues, los objetivos generales de este trabajo consisten en el análisis de la actuación propuesta y el estudio para evaluar las posibles repercusiones ambientales de la misma, lo que facilitará la comprensión de las alteraciones y las medidas que deban adoptarse para intentar garantizar la minimización de los impactos y la optimización de aquellos otros de carácter positivo.

Como objetivos específicos se marcan los relacionados con el análisis de los impactos más significativos que generará esta actuación y que pueden concretarse en la hidrogeología y en la morfología del terreno.

Resultados y discusión

La investigación realizada ha identificado unos niveles mineralizados que, si bien podrían ser parcialmente explotados a cielo abierto, en su mayor parte se encuentran a profundidades superiores a los 100 m, por lo que aunque técnicamente son accesibles por la citada técnica minera, en este caso resultan antieconómicos por la relación estéril/mineral existente.

La formación de sepiolita en esta zona está formada por tres capas subhorizontales de espesores variables entre 0,5 y 6 m. Para el estudio de este proyecto se ha eliminado la primera capa, por no ser explotable por minería subterránea, y por el momento, no se considera la explotación de la capa inferior, por lo que se va a considerar únicamente la capa intermedia. La profundidad del yacimiento bajo la superficie es variable entre 60 m (zona de acceso) y 190 m (zonas altas).

La explotación según el sistema elegido (2), se ha diseñado mediante la construcción de dos planos inclinados para comunicación de la superficie con la capa mineralizada (3, 4 y 5), así como de una estructura de galerías generales en dicho nivel para alcanzar la totalidad de la zona explotable. Estas galerías generales en la capa mineralizada tendrán una longitud máxima de 1.400 m y se diseñarán para que resulten operativas durante el periodo de explotación de cada cuartel al que accedan. Desde estas galerías generales y en sentido perpendicular, se trazan las galerías de explotación hasta el límite de la zona explotable. A partir de una galería de explotación y en sentido de avance hacia las galerías generales, se va explotando la capa de mineral, dejando hundir la zona explotada. Esta operación se repite varias veces, hasta agotar el mineral.

Para asegurar la durabilidad de los planos inclinados y de las galerías generales se ha realizado un estudio geomecánico específico, que indica la elección adecuada de secciones, trazado y elementos de fortificación. Este estudio geomecánico ha servido, asimismo, de base para el diseño de la longitud de los cuarteles y la planificación para que según el sistema adoptado en retirada la superficie afectada sea la mínima y la duración operativa en cada una, sea lo menor posible, aumentando la eficiencia de producción.

La evacuación del mineral se efectuará por el tajo mediante panzer y cinta transportadora hasta la galería general en capa, conectando posteriormente con la evacuación por el plano inclinado.

Los dos temas fundamentales a tener en consideración a la hora de diseñar el proyecto y de analizar las repercusiones ambientales (6 y 7) han sido los aspectos hidrogeológicos y la subsidencia del terreno.

El estudio de las circunstancias de tipo *hidrogeológico* que se dan en el yacimiento, ha permitido establecer unas previsiones de afluencia de agua hacia la mina durante la fase de profundización de los pozos inclinados de acceso y posteriormente durante la fase de explotación.

Los caudales de agua correspondientes a ambas fases no son sumables ya que debe contarse razonablemente con una correcta ejecución de los pozos de forma que su revestimiento impermeable sea capaz de impedir las filtraciones procedentes de los acuíferos (en general acuitardos) que existen en los terrenos a atravesar.

El caudal de entrada durante la fase preparatoria se ha calculado en unos 9,0 l/s como máximo, deberá ser evacuado al exterior por medio de un equipo de desagüe de utilización temporal, formando parte del dispositivo de avance de los frentes y desplazable con estos. El período de operatividad de este equipo será comparativamente corto.

Para la fase de explotación se han establecido también las previsiones de afluencia tanto a través de la red de galerías como de los talleres de explotación cifrándose en el caudal máximo de unos 13,0 l/s.

Este caudal entrante resultaría del paso del agua a través de los materiales del techo, de muy baja permeabilidad, prácticamente sin alteración en toda la red de galerías y de estos mismos terrenos en el área de explotación donde se producirán deformaciones y fracturación.

El área de explotación avanza y se extiende, pero la experiencia sobre el comportamiento de estos terrenos de naturaleza plástica predominante, indica que la presión estática (variable entre 115 y 330 t/m² en este caso) debe cerrar rápidamente las fracturas y restablecer las condiciones de impermeabilidad a poca distancia por detrás del frente de avance con lo cual se estiman dichas previsiones correctas.

La evacuación de este caudal de agua, considerado como máximo, que con las naturales variaciones tiene carácter permanente, ha de conseguirse por medio de una instalación estacionaria, activa durante toda la vida de la explotación.

A este respecto, las condiciones topográficas deducidas de los sondeos, resultan favorables para la concentración del agua por gravedad en el área próxima al punto de acceso de los pozos inclinados al interior, habiendo sido éste uno de los principales factores para decidir su trazado.

Por otra parte, el sistema de drenaje natural que existe actualmente en el terreno (terreno de ladera con pendiente media de 10%) no se alterará prácticamente con la explotación, ya que los efectos de subsidencia sobre áreas limitadas serán comparativamente pequeños y no podrán producir retenciones o cambiar sensiblemente las vías de desagüe actual.

La depresión del nivel freático asociada al bombeo de drenaje, para el que se estima un radio de influencia de unos 340 m, ocasionará una modificación local en las condiciones del flujo en el acuífero aluvial. Independientemente de si existe o no conexión hidráulica entre el río Jarama y la terraza donde se proyecta ejecutar la bocamina, el caudal que se bombee desde el acuífero aluvial del Jarama, que de forma natural se drenaría hacia el río, será restituído al cauce aguas abajo del bombeo no resintiéndose el dominio público hidráulico, ya que no existe consumo de recursos hídricos.

Con respecto al problema de *subsistencia* y su afectación al medio superficial, el sistema de explotación por hundimiento va a hacer que exista un riesgo de producir subsistencia.

Este efecto, resultado de la explotación de la capa de sepiolita, se manifestará durante las fases de explotación y de abandono. La aplicación del método de explotación tiene como primer efecto la producción de efectos de hundimiento o subsistencia en superficie en una cuantía que para condiciones normales de explotación sobre capa horizontal se aproxima al 80-90% de la potencia del mineral extraído.

Sin embargo, este asentamiento se produce de una forma gradual y suave (a lo largo de 200 m) entre las partes elevadas y hundidas, y dada la topografía existente, las posibles variaciones de pendiente no afectarán significativamente ni al paisaje ni a la escorrentía, pasando totalmente desapercibidos, especialmente si se tiene en cuenta el programa de repoblación previsto en superficie.

En general, las circunstancias topográficas y el uso del terreno que se dan en este caso no son desfavorables para que un descenso por subsistencia minera del orden de 2 a 3 m resulte admisible.

La superficie topográfica tiene características de ladera en pendiente suave, próxima al 10% con algunas vaguadas intermedias, vertientes de manera general hacia el río Jarama, el cual discurre en dirección N-S fuera del área de explotación. Los usos del terreno son totalmente compatibles con la subsistencia y en aquellos casos en los que no lo son (suelo urbano, suelo urbanizable, edificaciones aisladas, etc.) se han dejado áreas de protección para evitar su afección.

Dadas las circunstancias de situación y potencia extraíble de la capa, la subsistencia se producirá como una depresión de profundidad variable, creciente desde los bordes hacia el interior del área explotada. El desnivel máximo de unos 2,3 m se repartirá en todo caso, en una franja de anchura variable L entre \approx 150-260 m, dependiendo de la cota de la superficie topográfica, por lo cual dicho desnivel no resultará perceptible (modificación de la pendiente del terreno en 1,5%-0,9%, respectivamente).

Según la experiencia existente, la situación de equilibrio final no se alcanza hasta pasados unos 5 años, si bien el 90% del asentamiento se produce en los primeros dos años después de finalizar la explotación, por lo cual puede considerarse, en la práctica, este último período.

El estudio realizado para cuatro posiciones del frente de avance, incluyendo las dos extremas y teniendo en cuenta además la evolución en el tiempo, muestra que los valores medios de la pendiente debida a la subsistencia se encontrarán en

el entorno de 1,5%, con un máximo de 1,63% en el borde oeste, al final de la explotación de cada uno de los sectores. Aun en el supuesto improbable de que este desnivel coincida en oposición con la pendiente natural mínima del 4%, en algún punto del área, se tendría una pendiente resultante favorable al desagüe, que impide cualquier posibilidad de retención o estancamiento.

En definitiva, la subsidencia que se producirá sobre la zona de explotación no será otra cosa que una bajada de la cota del terreno de poco más de dos metros, sin que aparezcan grietas en el mismo, dada la plasticidad de los materiales que lo componen. Tampoco se producirán zonas endorreicas para la escorrentía superficial, ya que no se modificarán los flujos superficiales hacia el Jarama. Asimismo, no se producirán inestabilidades en la morfología resultante, que será la misma que existe en la actualidad pero con una cota de 2,3 m más baja.

Otros efectos relacionados con esta explotación minera subterránea son los relacionados con los cambios en los usos del suelo. Por un lado, se va a generar un cambio de usos en la zona de instalaciones auxiliares, donde actualmente se desarrolla una escasa actividad ganadera, pasando la zona a albergar instalaciones industriales; no obstante, hay que tener en cuenta que este terreno, una vez que finalice la explotación minera, será devuelto a su situación original, por lo que el efecto será en todo caso temporal.

En cuanto a la cubeta de subsidencia, ésta sólo sufrirá un descenso de unos 2,3 m respecto a la cota actual, sin que soporte modificaciones en cuanto a los usos, principalmente forestales, que se desarrollan en la actualidad, que por otra parte son muy escasos y compatibles con la explotación minera.

En cuanto a la restauración final, una vez explotado todo el mineral, se retiran las instalaciones y fortificaciones de los planos inclinados, y se procede al cierre del hueco de apertura. Como última fase se retiran las instalaciones auxiliares del exterior, reacondicionando la superficie utilizada.

Bibliografía

- (1) Díaz Martín, M., et al. (2002): *Estudio de Impacto Ambiental de los trabajos de explotación de mineral de sepiolita en la concesión "Repescada"*. Informe inédito. Ecolaire España, S.A., Madrid.
- (2) Peters, W. C. (1978): *Exploration and mining geology*, John Wiley & Sons, Nueva York.
- (3) Rossi, G. (1990): *Biohydrometallurgy*, McGraw-Hill, Nueva York.
- (4) Thomas, L. J. (1979): *An introduction to mining*, Methuen, Sidney.
- (5) Ingeopres (2004): "La explotación de canteras por minería subterránea", *Ingeopres: Actualidad técnica de ingeniería civil, minería, geología y medio ambiente*, núm. 132, pág. 7.
- (6) Ayala Carcedo, F. J., et al. (1992): *Evaluación y corrección de impactos ambientales*, ITGE, Madrid.
- (7) López Jimeno, C., et al. (1999): *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*, ITGE, Madrid.

ANÁLISIS DE UNA POBLACIÓN DE TORTUGA MORA (*TESTUDO GRAECA*) DURANTE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE UN DESARROLLO URBANÍSTICO Y GESTIÓN DE MEDIDAS POSTERIORES

Díez de Revenga Martínez, E.¹; Giménez Casalduero, A.²;
Sánchez Balibrea, J.³; Montesinos Navarro, A.⁴;
Daniel Anadón, J.⁵; Martínez Pedrero, M.⁶; Eguía Martínez, S.⁷;
Sempere García, R.⁸, y Mora Villaplana, I.⁹

¹ Ambiental, S.L. - González Adalid, 11, 2.º - 30001 Murcia
Tel.: 968 21 25 18 - e-mail: emilio.diezderevenga@ambiental-sl.es
² Área de Ecología - Universidad Miguel Hernández - Edif. Torreblanca
Campus de Elche - Avda. de la Universidad, s/n. - 03202 Elche (España)
e-mail: agimenez@umh.es

³ Ambiental, S.L. - González Adalid, 11, 2.º - 30001 Murcia
⁴ Área de Ecología - Universidad Miguel Hernández - Edif. Torreblanca
Campus de Elche - Avda. de la Universidad, s/n. - 03202 Elche (España)
⁵ Área de Ecología - Universidad Miguel Hernández - Edif. Torreblanca
Campus de Elche - Avda. de la Universidad, s/n. - 03202 Elche (España)

⁶ Ambiental, S.L. - González Adalid, 11, 2.º - 30001 Murcia
⁷ INDEMA (Investigación y Desarrollo Medioambiental)
^{8,9} Área de Ecología - Universidad Miguel Hernández - Edif. Torreblanca
Campus de Elche - Avda. Ferrocarril, s/n. - 03202 Elche (España)

Resumen

En el desarrollo de la Evaluación de Impacto Ambiental de una actuación urbanística se detectó la presencia de tortuga mora (*Testudo graeca*), especie legalmente protegida de interés comunitario. Para evaluar la afección, se realizaron en el Estudio de Impacto Ambiental tanto análisis de la información disponible, como muestreos específicos, y una modelización de la calidad del hábitat. La Declaración de Impacto Ambiental determinó la obligatoriedad de proceder, previamente a las obras, al traslado de esa población, así como al marcaje mediante

radioemisor y posterior seguimiento de algunos ejemplares. El traslado consistió en la captura mediante batidas específicas. Los ejemplares fueron liberados en una zona próxima al punto de captura; seis de estos ejemplares fueron dotados de radioemisor y sometidos a un posterior seguimiento. Se concluye con una evaluación de las fortalezas y debilidades de la integración de esta población faunística en el proceso de la EIA.

Palabras clave: Tortuga de tierra, proceso EIA, traslado, radioseguimiento.

Abstract

In environment impact study development of an urban action was detected the presence of Spur-thighed tortoise (*Testudo graeca*), a legally protected specie of community interest. To evaluate the affection, such available information analyses as specific sampling were realized in the environment impact study, and a habitat quality modelling. The Environmental Impact Report determined the obligatory nature to proceed, before to the works, to the translocation of that population, as well as the marking with the help of radiotransmitters and the later radiotracking. The translocation consisted in the capture by specific battues. The individuals were liberated in a zone close to the point of capture; six of these individuals were provided with a radiotransmitter and they were submitted to a later radiotracking. This work concludes with the fortresses and weaknesses evaluation of this faunistic population in the EIS process.

Key words: Spur-thighed tortoise, EIS process, translocation, radiotracking.

Introducción

El presente trabajo relata cómo se trata la presencia de una población de tortuga mora en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental de un proyecto de desarrollo urbanístico (modificación de planeamiento). Nuestro objetivo no es tanto realizar una valoración del *grado de prevención ambiental efectiva alcanzada* por la EIA, como de evaluar el proceso técnico-administrativo, es decir, la calidad *formal* de la EIA realizada. Por tanto, no se trata de evaluar resultados de las acciones de mitigación, protección o corrección ambiental, sino el *proceso* mediante el cuál se ha llegado a esas medidas y su aplicación práctica. Contiene, pues, un *relato* de cómo la presencia de esta especie amenazada ha sido tratada en la EIA.

Objetivos

En el contexto de la Evaluación de Impacto Ambiental se procuró minimizar el impacto sobre las poblaciones de tortuga mora (*Testudo graeca*).

Metodología

Las fases y, por tanto, la metodología del presente trabajo vienen determinadas por el trámite de Evaluación de Impacto Ambiental dentro del cual se desarrolló.

Herramientas para el análisis poblacional

Alcance del estudio: Se identificó como –de forma sobrevenida–, los terrenos que habían sido parcialmente incluidos como *Lugar de Importancia Comunitaria*. Se identificaron los impactos potenciales más evidentes, derivados de la zonificación urbanística propuesta.

Memoria resumen: se identificó cartográficamente la superposición entre la zona protegida y el ámbito propuesto, así como con la distribución general de la especie (1); se identificó el riesgo de impactos horizontales o de difusión. Otras líneas de trabajo previstas: a) *Realizar trabajos de campo específicos para determinar el estatus de tortuga mora en la finca*; b) Analizar la incidencia del Proyecto sobre la zona protegida, teniendo en cuenta la Directiva Hábitats, según el Manual de la Comisión Europea (2), estudiando la distribución de usos y edificabilidad según sectores de ordenación, y d) Analizar la viabilidad ambiental de las posibles medidas correctoras y/o compensadoras: red de drenaje –ramblas– como corretores ambientales, etc.

Estudio de Impacto Ambiental: se realizó un estudio de campo específico, original y apropiado, de la parte de la población que pudiera verse afectada directamente, de forma que se precisasen las densidades y distribución de la especie. El muestreo se realizó según el método de búsqueda intensiva (3). Se eligieron al azar parcelas que fueron batidas de forma intensiva por una línea de observadores. Se muestrearon 8 itinerarios, con 40 horas de muestreo y el hallazgo de 6 tortugas. Se realizaron muestreos en las dos temporadas de actividad, primavera y en otoño, siendo aquélla con diferencia la mejor época. Los muestreos se realizaron en dos ambientes diferenciados: monte y ramblas. Se realizó una modelización de la distribución, mediante un SIG raster de 5x5 m.

Predicción, valoración y mitigación de impactos

La predicción del impacto sobre la tortuga mora se realizó mediante el análisis GIS de los datos recopilados (bibliográficos) e inéditos (muestreos y modelización) y la zonificación urbanística ajustándose a los niveles técnicos de impactos establecidos por la legislación vigente (compatible, moderado, severo y crítico).

La mitigación del impacto sobre la tortuga mora se realizó en tres fases diferenciadas y secuenciales cronológicamente en la tramitación de EIA: 1.º) Modificación y ajuste del proyecto planteado previamente; 2.º) Propuesta de medidas mitigadoras en el EslA, y 3.º) Establecimiento por parte de la Administración

ambiental de las medidas mitigadoras definitiva en la Declaración de Impacto Ambiental.

Traslado y seguimiento de tortugas

Una de las medidas habitualmente previstas para la reducción del impacto sobre la fauna silvestre es la translocación de los ejemplares afectados por un determinado evento (4, 5 y 6). Con la redacción del Proyecto de Translocación, que inició la colaboración del Área de Ecología de la Universidad Miguel Hernández, se solicitó además la autorización administrativa requerida para el manejo de la especie por la Ley regional de Fauna Silvestre. La translocación se ejecutó en tres fases: diagnóstico previo, translocación y seguimiento. En el diagnóstico previo se muestreó la población mediante un equipo de observadores, lo que permitió posteriores análisis captura-recaptura. También se seleccionó el lugar de suelta y se caracterizó su población. El posterior radioseguimiento de ejemplares translocados se inició en la primavera de 2004, colocándose radioemisores a seis hembras, que se siguieron hasta octubre de 2005.

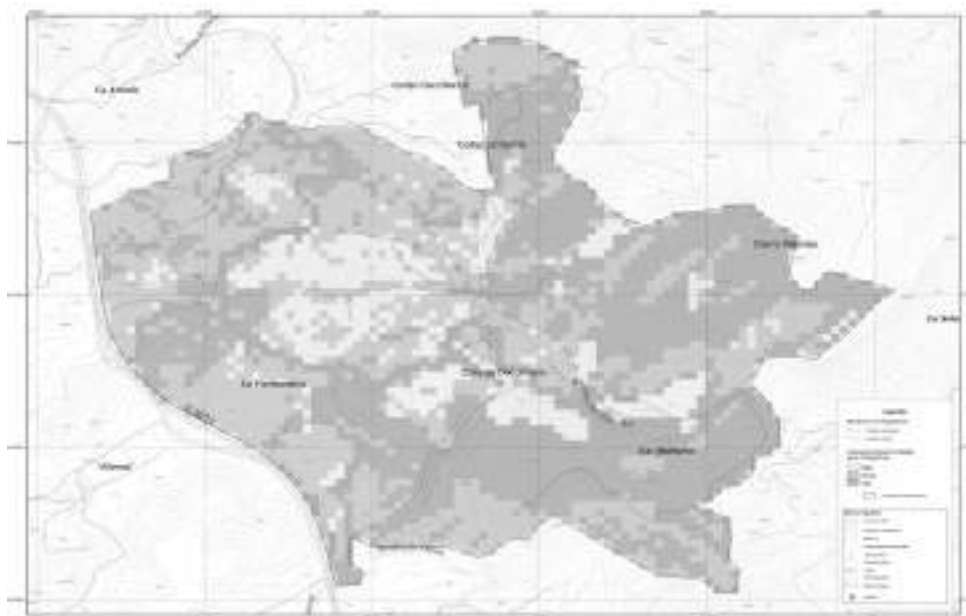
Batidas complementarias

Las labores de rescate ("batidas") se reiteraron posteriormente en toda la superficie a transformar (octubre-noviembre 2005 y marzo 2006) con el objetivo de asegurar al máximo posible que durante la transformación efectiva de la zona urbanizable se redujera la mortalidad de ejemplares no rescatados.

Resultados

Análisis poblacional

En el Estudio de Impacto Ambiental se identificó, en base a los resultados de los muestreos, la importancia de la zona (0,24 ejemplares/h de muestreo en primavera), con una distribución contagiosa. Los muestreos confirmaron la baja detectabilidad otoñal (7). La modelización de la distribución mostró que las áreas de alta valoración se concentraron en las laderas frescas del LIC (véase figura 1). Los muestreos de campo, en términos generales, validaron grosso modo el modelo –confirmado después por las batidas de censo previas a la translocación–, ya que todas las tortugas localizadas se encontraron en áreas de valoración alta, sin perjuicio de ciertas limitaciones por la baja detectabilidad otoñal.



Fuente: Alex Rodier. Área de información geográfica y aplicaciones tecnológicas. Ambiental, S.L.

Figura 1. Modelización de la calidad del hábitat para tortuga mora realizado en el Esla

Predicción, valoración y mitigación de impactos

Las áreas con elevada calidad del hábitat y/o presencia de tortugas se correspondieron con 5 sectores de la zonificación urbanística y parte de un hoyo del campo de golf, así como toda la red de drenaje, donde el impacto se valoró como *severo a crítico*. Como áreas con media y baja calidad fueron identificadas el resto de los sectores, con una valoración de impacto *compatible a moderada*. Como consecuencia, se determinó por el promotor una variación sustancial del Proyecto inicial, suprimiendo actuaciones inicialmente previstas en las zonas con tortugas del LIC y proponiéndose la translocación de los individuos existentes en las áreas directamente afectadas por ocupación fuera del LIC.

La declaración de impacto ambiental

La Declaración de Impacto Ambiental asumió y amplió las medidas propuestas en el Estudio, exigiendo un proyecto técnico de traslado previamente autorizado, garantizándose la liberación inmediata de los ejemplares capturados en aquellas áreas más adecuadas del LIC, marcándose los ejemplares, incluyendo una parte con radioemisores; el Plan Parcial debía establecer el compromiso entre el urbanizador y el Ayuntamiento que garantizara todo ello.

Traslado y seguimiento de las tortugas

En el diagnóstico previo del Proyecto de Translocación se realizaron 161 transectos de búsqueda, con un tiempo total de 355 horas, realizándose 50 capturas correspondientes a individuos diferentes (algunos ejemplares fueron capturados en más de un transecto) que permitieran estimar la población total mediante la aplicación de un análisis de captura y recaptura.



Figura 2. Localización de las tortugas en la zona de translocación

Dentro del área de captura, los encuentros mostraron un patrón agregado y se situaron sobre todo en estadios iniciales de la sucesión vegetal (herbazales de campos y bancales y matorrales de cultivos abandonados en tiempos recientes) (véase figura 2); los encuentros en áreas de matorral de mayor cobertura fueron más escasos. La población se estimó en 90 individuos, con valores de densidad medios dentro de las poblaciones de tortuga mora en el sureste ibérico. Como *área de suelta*, se seleccionó la zona más alejada de la parte de la finca dentro del LIC, que presentaba en principio las condiciones requeridas *a priori*: a) suficientemente próxima para evitar riesgo de alteración de la estructura genética poblacional; b) condiciones ambientales idóneas, climáticas, litológicas, de relieve y usos del suelo, y c) estar en zona protegida (LIC) y municipal. En total se translocaron 38 ejemplares.

En cuanto al posterior radioseguimiento; la distribución de las áreas de campo se muestra en la figura 3. Se observó una tendencia general a acercarse al lugar de origen, al menos en la componente este-oeste. Por tanto, en la localidad

recipiente debe garantizarse suficiente superficie de hábitat de calidad disponible para que realicen estos desplazamientos sin retornar al lugar de origen. En este caso, 1-2 km de separación resultó insuficiente. No obstante, hay que tener en cuenta que si las translocaciones se realizan a localidades muy alejadas pueden provocar la pérdida de variabilidad genética. Es preciso, pues, un compromiso entre ambas variables (8).

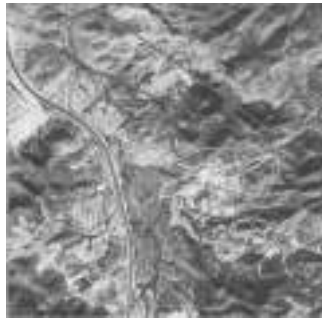


Figura 3. Áreas de campeo de las hembras translocadas radioseguidas

Batidas complementarias

Las batidas complementarias confirmaron los resultados anteriores. Por otro lado, la DIA del campo de golf determinó que se acotará la zona tortuguera con barrera perimetral apropiada (figura 4). Esta medida complementaba y aseguraba la efectividad de las batidas y consiguiente rescate.



Figura 4. Cerramiento para evitar la entrada de las tortugas en la zona de traslado

Discusión

¿Cómo la presencia de tortuga ha sido tratada en la EIA y cómo se ha integrado dentro del proceso? La tabla adjunta (tabla 1) intenta responder a dichas preguntas. Nos referimos a la Evaluación Ambiental en su conjunto, no sólo al Estudio de Impacto Ambiental.

TABLA 1
Análisis DAFO de la integración de la tortuga mora en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental

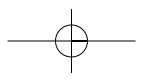
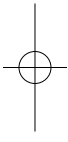
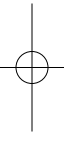
	FORTALEZAS/OPORTUNIDADES	DEBILIDADES/AMENAZAS
ASPECTOS PREVIOS	Ley autonómica de Fauna incluyendo previsión de área protegida en la zona. Propuesta de Lugar de Importancia Comunitaria. Se disponía de la información científica básica del Plan de Recuperación.	La Ordenación Territorial previa (Plan General de Ordenación Municipal en revisión) trataba insuficientemente la especie. Área de Protección de Fauna y Plan de recuperación sin aprobar.
SCOPING (ALCANCE)	“Escrito contenidos mínimos” excelentemente enfocado por parte de órgano competente en Medio Natural	Bajo nivel de análisis cartográfico y de orientación sobre estudios oficiales previos
	Existe información de base contrastada suficiente como para iniciar adecuadamente la evaluación	Información esencial financiada por la Administración no está disponible al público de forma sencilla
	Se ha utilizado desde el principio la mejor información disponible sobre la especie	Los mapas de distribución previos no eran completos
ASPECTOS TÉCNICO-BIOLÓGICOS	El Estudio ha aportado censos y datos predictivos específicos de distribución de la especie en la zona	Algunos censos de validez limitada por realizarse en época menos propicia
	La evaluación ha sido esencialmente correcta a escala de población local directamente afectada	Evaluación insuficiente a escala de metapoblación, a pesar de disponer de información previa apropiada y completa
	Equipo de consultores, biólogos, ambientalistas y naturalistas profesional, diverso, competente y experto	Experiencias previas muy limitadas: 1ª evaluación de proyecto en España con análisis adecuado de la especie
PARTICIPACIÓN PÚBLICA	El público dispuso de un estudio de impacto que identificaba abiertamente impactos desfavorables para la especie por pérdida de hábitats fuera del LIC	El público se ha implicado en la evaluación cuando el proyecto ya estaba en ejecución, en parte por mecanismos muy débiles de publicidad (sólo anuncio boletín oficial)
VALORACIÓN DE IMPACTOS	Valoración específica de impactos y medidas correctoras por parte de los técnicos de la Administración	Muy débiles mecanismos de control por la Administración del seguimiento efectuado por el Promotor (sólo pasivos)
	Valoración adecuada de impactos antes de medidas correctoras	No se realizó valoración de los impactos residuales
PROCEDIMIENTO LEGAL	La Evaluación ha integrado correctamente los requisitos específicos de la evaluación de repercusiones sobre Natura 2000	Dificultades en proyectistas para asumir aspectos técnicos esenciales, tal como límites geográficos de zona protegida
	El órgano competente en especies protegidas se implicó intensamente en la EIA	Inhibición del órgano sustantivo en los aspectos técnicos de la EIA, en parte por falta de personal apropiado
MEDIDAS Y SEGUIMIENTO	Ejecución completa y documentada de las medidas correctoras (proyecto de translocación y radioseguimiento)	Las medidas no son totalmente suficientes para evitar daños sobre parte de los ejemplares
	Las medidas correctoras y/o compensadoras han aportado información técnica y científica muy útil para posteriores evaluaciones y en general la conservación de la especie	Sería muy conveniente compromisos a más largo plazo en la ejecución de radiorastros a lo largo de varios años.

Conclusiones

El mayor o menor éxito de este proceso habrá dependido de todos los participantes en el mismo: desde el promotor y sus proyectistas, los consultores ambientales, hasta la administración (tanto el órgano sustantivo como el ambiental), el público y los expertos

Bibliografía

- (1) Grupo de Investigación "Ecosistemas Mediterráneos" (2001): *Estudios básicos para una estrategia de conservación de la tortuga mora*, Departamento de Ecología de la Universidad de Murcia para la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente.
- (2) Comisión Europea (Ed.) (2000): *Gestión de Espacios Natura 2000. Disposiciones del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE sobre hábitats*, Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas
- (3) Del Pozo Manrique, M., y Muñoz Pardo, J. I. (1999): *Estudio de las Sierras de la Almenara y la Torrecilla para evaluar su propuesta como Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección para las Aves y Áreas de Protección de Fauna silvestre*, TRAGSA-TRAGSATEC para la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.
- (4) Woodford, M. H., y Rossiter, P. B. (1993): "Disease risks associated with wildlife translocation projects", *Rev. Sci. Tech.* 12(1): 115-35.
- (5) Griffith, B.; Scott, J. M.; Carpenter, J. W., y Reed, Ch. (1989): "Translocation as a Species Conservation Tool: Status and Strategy", *Science*, 4, vol. 245. núm. 4917, pp. 477-480.
- (6) Soriguer, R.; Márquez, F., y Pérez, J. (1998): "Las translocaciones (introducciones y reintroducciones) de especies cinegéticas y sus efectos medioambientales", *Galemys*, 10 (2).
- (7) Pérez, I.; Giménez, A.; Anadón, J. D.; Martínez, M., y Esteve, M. A. (2002): "Patrones de actividad estacional y diaria de la tortuga mora (*Testudo graeca* L. 1758 ssp. *graeca*) en el sureste de la Península Ibérica", *Anales de Biología*, 24: 65-75.
- (8) Montesinos, A.; Anadón, J. D.; Giménez, A.; Sempere, R.; Mora, I.; Díez de Revenga, E., y Sánchez-Balibrea, J. M (en prensa): "Patrones de movimiento y uso del espacio de tortugas moras (*Testudo graeca*) translocadas en el sureste ibérico", *Munibe: Ciencias naturales. Natur zientziak*.



SIG EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA: BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL

González del Campo, A.¹; Gilmer, A.²;
Foley, R.³; Sweeney, J.⁴, y Fry, J.⁵;

¹ Department of Environment & Planning - Dublin Institute of Technology
Bolton Street - Dublin1 (Irlanda)
Tel.: 0034 620820647 (España) / 00353 876624879 (Irlanda)

² Department of Environment & Planning - Dublin Institute of Technology
Bolton Street - Dublin 1 (Irlanda)

^{3,4} National Centre for Geo-computation - Department of Geography
NUI Maynooth - Maynooth, Co. - Kildare (Irlanda)

⁵ School of Biology and Environmental Science
UCD Dublin, Belfield - Dublin 4 (Irlanda)

Resumen

Los planes y programas de planificación –tanto a nivel urbano como a nivel de gestión de recursos– tienen una importante dimensión espacial. Estos planes y programas se encuentran, en su mayoría, sometidos a una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE). En este contexto, la información espacial y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) tienen el potencial de asistir de manera significativa a las diversas etapas de la EAE.

Esta comunicación presenta los resultados de una serie de casos prácticos de EAE en la planificación territorial llevados a cabo en Irlanda. La metodología aplica de manera sistemática herramientas SIG adaptadas a las necesidades de cada fase de la EAE, desde la evaluación ambiental hasta la participación pública. Los resultados demuestran una serie de ventajas derivadas del análisis espacial y la representación geográfica de los factores relevantes. Del mismo modo se observan una serie de dificultades que limitan la efectiva aplicación de los SIG. Dichas observaciones son analizadas con el objetivo de determinar la contribución de la informa-

ción espacial a los procesos de evaluación ambiental, así como a la transparencia de la toma de decisiones.

Palabras clave: SIG, Evaluación Ambiental Estratégica; Metodología; Irlanda.

Abstract

Plans and programmes –at both urban planning and environmental resource management level– have an important spatial dimension. The majority of such plans and programmes are subject to Strategic Environmental Assessment (SEA). In this context, spatial information and Geographic Information System (GIS) can potentially contribute to the various SEA stages.

This paper presents the results of a number of real SEAs of development plans undertaken in Ireland. The methodology applied avails from GIS tools, which are adapted to suit the requirements of each SEA phase. The results demonstrate a number of benefits derived from the spatial analysis and the geographic illustration of relevant factors. Similarly, a number of difficulties are observed to hamper the effective application of GIS. These aspects are evaluated with the aim to determine the contribution of spatial information to environmental assessment processes and decision-making.

Key words: GIS, Strategic Environmental Assessment; Methodology; Ireland.

Introducción

La EAE de planes de ordenación territorial comúnmente implica un análisis espacial de la ubicación y extensión de los recursos naturales, junto al análisis de su importancia, calidad y vulnerabilidad. Los planes de ordenación territorial, con un contexto espacial intrínseco, están sometidos a EAE de acuerdo a lo establecido en la Directiva 42/2001/CE (1). Mientras que los métodos de evaluación ambiental tradicionales, tales como matrices y diagramas de flujo, carecen de dimensiones espacio-temporales, los SIG permiten un análisis geográficamente específico facilitando la comparación de los posibles efectos ambientales asociados a cada alternativa de desarrollo, así como la determinación de la variabilidad espacial y/o temporal entre los impactos identificados (2). De este modo, los SIG tienen el potencial de promover una evaluación y planificación ambiental más objetiva (3) debido a que las decisiones se basan en hechos espacialmente concretos y resultados de cómputo (4). Los SIG pueden contribuir a la práctica de EAE facilitando la interpretación y el entendimiento de los aspectos espaciales, mejorando la divulgación de la información, permitiendo un análisis transparente y replicable, y confiriendo temporalidad, necesaria en las fases de seguimiento. Las ventajas asociadas a la aplicación de los SIG en la evaluación ambiental –tanto a nivel de proyectos como de planes y programas– han sido extensamente documentadas (ej., 5, 3, 6 y 7).

El carácter espacial de la información ambiental, el incremento en la disponibilidad, accesibilidad y uso de dicha información como resultado de la antici-pada Directiva INSPIRE¹ (8), así como la expansión de la tecnología SIG y su potencial analítico, representan la oportunidad para promover aplicaciones SIG en la EAE. Cabe señalar un notable incremento en el uso de los SIG en los pro-cesos de EAE en Irlanda. La Agencia de Protección Ambiental (EPA), una de los organismos ambientales oficiales, ha lanzado recientemente una herramienta basada en SIG para asistir las fases de scoping. En este contexto se ha impul-sando el uso de los SIG en una serie de EAEs de planificación territorial en Irlanda. La presente comunicación presenta los resultados preliminares derivados de dicha aplicación.

Metodología y contexto

La metodología definida promueve la aplicación de los SIG en cada una de las fases que componen el proceso de la EAE con el objetivo de analizar los beneficios derivados de su aplicación, así como las limitaciones y barreras que puedan afectar el uso efectivo de los mismos. La metodología ha sido aplicada en casos reales, permitiendo así una evaluación práctica de la aplicabilidad de los SIG. El método tiene un enfoque proactivo y adaptado (las herramientas SIG estándares son adaptadas a los requisitos y propósitos de cada fase de la EAE); promueve la transparencia del proceso (divulgando de manera continua y lógica la información); se centra en la representación espacial de los aspectos clave (promoviendo el entendimiento mediante la representación cartográfica de los aspectos ambientales junto a las alternativas de desarrollo); permite un análisis sistemático, simple y coherente (a través de un proceso iterativo que minimiza la complejidad asociada al uso de los SIG), y provee una herramienta alternativa para la participación pública y la integración de percepciones sociales.

Los pasos metodológicos han sido incorporados en aquellas fases de la EAE en las que la información espacial y los SIG tienen el potencial de contribuir al pro-ceso (tabla 1).

La labor de los SIG cambia y se ajusta durante la EAE: acomodando la prepa-ración de planos y los análisis espaciales; desplegando elementos de ilustración gráfica y recogida de información. Los estudios de caso incluyen los planes territo-riales provinciales de Mayo y Kilkenny, y los planes urbanos de Kilkenny y Blessing-ton. Los resultados permiten establecer una serie de conclusiones preliminares en cuanto a las oportunidades y barreras de los SIG, en el marco de buenas prácticas de EAE en el sistema de planificación irlandés.

¹ Infrastructure for SPatial InfoRmation in the European Community.

TABLA 1
Aplicaciones SIG durante las fases de EAE

Fase de EAE	Aplicación SIG	Objetivo
Screening	Preparación de Planos	Representar los aspectos ambientales para facilitar el entendimiento de los problemas clave y su distribución e interacción espacial.
Scoping	Preparación de Planos	Representar los aspectos ambientales para evaluar su contexto espacial, distribución y relevancia y así determinar el nivel de detalle requerido para el análisis posterior de cada factor.
Diagnóstico Ambiental	Preparación de Planos Análisis Espacial	Representar los aspectos ambientales para entender su contexto y distribución espacial. Análisis de datos (ej. índices de superposición, reclasificación, cálculos raster, etc.) para evaluar el grado de solapamiento y la interacción entre los recursos ambientales vulnerables. Los resultados son presentados en una serie de planos indicando grados de vulnerabilidad ambiental.
Objetivos Estratégicos	-----	Asistir en la definición de objetivos ambientales a través de los planos SIG previamente preparados.
Alternativas	Preparación de Planos	Representar de manera espacial las alternativas consideradas mediante la identificación de varios escenarios de usos del suelo; promover el debate y facilitar la subsiguiente evaluación de alternativas.
Consulta y Participación Pública	Página web basada en SIG	Asistir las fases de consulta (promover la distribución y recogida de la información) durante la EAE mediante la provisión de una herramienta alternativa y complementaria vía Internet.
Evaluación de Alternativas	Análisis Espacial	Evaluar las posibles incompatibilidades de usos del suelo (desarrollo socio-económico versus protección ambiental) mediante el análisis de solapamientos que refleje la relativa importancia de cada parámetro.
Medidas Correctoras	Preparación de Planos	Definir medidas correctoras, protectoras o compensatorias de manera espacialmente específica para identificar la ubicación de las mismas y de este modo asistir los procesos de seguimiento y control.
Seguimiento	Preparación de Planos Análisis Espacial	Asistir los procesos de seguimiento mediante la replicación de los pasos previamente establecidos: preparación de planos y evaluación de los datos recogidos (actualización de la información) para su posterior comparación con la información existente.
Toma de Decisiones	-----	Presentar los resultados SIG (planos y gráficos) a las partes interesadas para su revisión y debate.
Informe Ambiental	-----	Incorporación de los resultados SIG en el Informe Ambiental final para mejorar la divulgación y presentación de la información.

Resultados: Aplicabilidad de los SIG en la EAE

Los estudios de caso a los que se ha contribuido a través del presente estudio presentan variaciones en la aplicabilidad de los SIG. Es aparente que la representación y evaluación de los factores clave en formato espacial favorece las fases iniciales de la EAE. Sin embargo, su aplicabilidad es limitada en las fases de consulta pública, así como en la definición de medidas correctoras y de seguimiento. Los resultados revelan una serie de beneficios y limitaciones asociadas a la aplicación de los SIG en cada fase de la EAE (tabla 2).

Screening

En aquellos casos en los que la necesidad de llevar a cabo una EAE queda definida por los criterios establecidos en la legislación, los SIG carecen de uso debido a la falta de herramientas que filtren preceptos de forma auto-

mática. Sin embargo, en aquellos casos en los que la necesidad de una EAE se define mediante el análisis preliminar de las implicaciones ambientales, la información espacial contribuye de manera importante a la identificación de posibles vulnerabilidades. Tres de las EAEs se encontraban oficialmente sometidos a una EAE; un único plan territorial empleó los SIG durante la fase de screening.

Scoping

La representación geográfica de los aspectos ambientales –su ubicación, estado y extensión– facilita un mejor entendimiento de las posibles interacciones e implicaciones espaciales de los planes territoriales/urbanos, ayudando a determinar aquellos elementos claves que requieren mayor atención. La mitad de las EAEs hicieron uso de los SIG durante esta fase.

Los requisitos de esta fase junto con las observaciones derivadas de los estudios de caso ratifican la utilidad de los SIG al proveer herramientas para la ilustración y el análisis espacial de la información. La interpretación geográfica de los elementos contribuye a una rápida identificación de los aspectos ambientales clave. Sin embargo, la temprana incorporación de la información ambiental requerida y el poco tiempo dedicado a esta fase del proceso limitan la efectividad de las aplicaciones SIG. Los requisitos asociados a licencias para la gestión de la información, así como la falta de un repositorio de información espacial afectan la disponibilidad y accesibilidad de los datos.

Diagnóstico ambiental

Los estudios de caso establecen que la representación de datos a través de planos cartográficos permite comunicar la información de una manera clara y concisa, y promueve el debate entre urbanistas y partes interesadas. Asimismo se observa que la incorporación de la información ambiental en SIG facilita significativamente los consiguientes pasos de la EAE.

Las herramientas SIG beneficiaron a la totalidad de las EAE llevadas a cabo durante el diagnóstico ambiental. Sin embargo, y en consonancia con las dificultades identificadas durante la fase de scoping, la disponibilidad, accesibilidad, calidad y omisiones en la información condicionan el uso efectivo de la información espacial. Las cuestiones de copyright fueron superadas a través de acuerdos y licencias oportunas. Algunas de las capas temáticas solicitadas fueron inmediatamente provistas, mientras que otras no se encontraban disponibles en la organización, requiriendo esfuerzos adicionales para identificar y recopilar las mismas. Una parte importante de la información provista presentó inexactitudes de ubicación, ambigüedades y/o lagunas. Todo ello afectó la rapidez de integración de los datos en el sistema, obstaculizando las actividades de preparación de planos y análisis.

Consulta pública

En los estudios de caso se incorporó una herramienta de Internet basada en SIG y diseñada para permitir un modo remoto, alternativo y complementario a los procesos participativos tradicionales, y fomentar la legitimidad y transparencia del proceso (9). La herramienta permite visualizar la información ambiental empleada en la evaluación, validar los criterios ambientales y recoger percepciones públicas sobre las alternativas de desarrollo propuestas. A pesar de la aceptación de la herramienta por parte del equipo de planificación, los prerequisites legales para la consulta pública limitaron su eficacia. En adición, una serie de factores contribuyeron a obstaculizar la disponibilidad de la herramienta, incluyendo: deficiencias en las provisiones de tiempo y métodos para una efectiva participación; impedimentos a la publicación de información en la web (confidencialidad de los datos y licencias), y reservas en cuanto a la utilidad de la herramienta.

Alternativas consideradas y evaluación

Todos los estudios de caso emplearon la tecnología SIG para ilustrar alternativas de desarrollo, acomodando las necesidades socio-económicas con las condiciones ambientales intrínsecas de la zona. No se percibieron dificultades durante esta fase. Todas las alternativas fueron definidas por las partes involucradas mediante ejercicios participativos de zonificación sobre planos en formato papel y posteriormente regenerados en SIG. La representación gráfica de los posibles escenarios promovió el debate y facilitó su ulterior evaluación.

La incorporación de las alternativas propuestas junto a la información ambiental en SIG contribuye a un análisis espacial efectivo, mejorando el conocimiento sobre los posibles conflictos y oportunidades de cada escenario. En todos los casos, el análisis, la predicción y la presentación de los posibles impactos se llevó a cabo empleando métodos SIG, tales como índices de superposición, reclasificaciones e interpolaciones. La mitad de las EAEs emplearon herramientas avanzadas de análisis espacial, incorporando criterios de valoración (derivados tanto de la participación pública como de la opinión científica); una de las mismas aplicó simples métodos visuales de solapamiento. Los planos generados permitieron una comparación rápida y visual de los impactos ambientales, individuales y acumulativos, previstos para cada alternativa. De este modo, los SIG contribuyen a analizar de manera sistemática, transparente y espacialmente específica los factores ambientales clave que puedan verse afectados durante la implementación del plan.

Las dificultades asociadas a esta fase están relacionadas a demoras en la provisión de la información requerida y recortes en el tiempo dedicado a la preparación del Informe Ambiental. Por otra parte, la aplicación práctica de los SIG no es siempre viable debido a la naturaleza no-espacial de algunos de los objetivos y políticas de los planes de desarrollo.

Informe ambiental y toma de decisiones

Durante la totalidad de los estudios de caso se consideró que la información espacial y los SIG mejoran la práctica de EAE a través del análisis espacial y la representación gráfica de los resultados de la evaluación ambiental. Los planos ayudan a desarrollar un mejor conocimiento de los problemas clave, promueven el debate, mejoran la transparencia del proceso y optimizan la calidad del Informe Ambiental. Sin embargo, las opiniones y percepciones de los expertos no son siempre mapables y la complejidad tanto de los problemas ambientales como de los de planificación no puede fundamentarse únicamente en actividades cartográficas. En este contexto, la tecnología SIG se considera una herramienta interactiva que complementa los procesos de EAE y ordenación territorial.

Discusión

Los SIG tienen la capacidad de recoger y presentar múltiples series de datos, llevar a cabo análisis espaciales complejos (para el análisis ambiental de las alternativas consideradas y la predicción de impactos) y permiten una actualización sistemática de la información (facilitando los procesos de seguimiento). La representación gráfica de los aspectos ambientales clave junto con la distribución y ubicación del uso del suelo propuesto permite demostrar de manera clara y objetiva los retos para la protección ambiental a los que se enfrentan el plan. Se observa que el análisis de la información a través de los SIG produce un efecto sinérgico, promoviendo la colaboración y mejorando tanto la calidad como la precisión de los resultados (10 y 11). Sin embargo, se debe tener en cuenta que cada conjunto de datos SIG incorpora una serie de consideraciones (12 y 13) y que la resolución de problemas ambientales complejos al nivel de toma de decisiones de la EAE va más allá de la aplicación de un método sistemático.

Las barreras más importantes a la hora de incorporar los SIG como una herramienta que asista los procesos de EAE se enmarcan dentro de la necesidad de conocimientos y disponibilidad de datos espaciales (14 y 15). En aquellos casos en los que la información está disponible en formato SIG, perduran los problemas de calidad, coherencia y lagunas de información, los cuales afectan tanto a la efectividad de la aplicación de la tecnología como a la calidad de los resultados. Más aún, los indicadores rara vez son incorporados en los SIG, lo cual impide establecer el estado de los recursos naturales, obstaculizando a su vez la valoración de la magnitud y complejidad de los impactos potenciales.

A pesar de que las conclusiones derivadas de un cuestionario internacional indican que las herramientas SIG basadas en Internet pueden facilitar los procesos participativos (16), los estudios de caso muestran un limitado alcance de los SIG durante los procesos de consulta. Las percepciones sobre la utilidad de esta herramienta varían entre las EAE llevadas a cabo; en acuerdo con la opinión internacional (y lo observado por 17), la complejidad y dificultades de acceso a la tecnolo-

gía, los problemas asociados a la divulgación de datos y los prerequisites legales restringen el uso de los SIG durante la participación pública.

La mayoría de los análisis ambientales SIG se basan en la preparación de planos y simples operaciones de solapamiento (15 y 16) para poder, consecuentemente, examinar los puntos de yuxtaposición de los recursos y áreas vulnerables. Este enfoque general no toma en consideración la relativa importancia de los diferentes factores ambientales. La introducción de criterios de valoración en las EAE realizadas incorpora una nueva dimensión en la evaluación. Asimismo, y a pesar del uso restringido de los SIG durante las fases de consulta, se percibe que el carácter participatorio de los mismos mejora el entendimiento y la apreciación de las implicaciones espaciales de un problema de decisión.

Conclusión

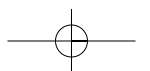
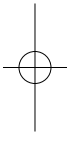
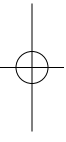
En los inicios de la evaluación ambiental estratégica, se anticipó una creciente dependencia en métodos de evaluación basados en SIG (18 y 19). Hoy en día, la tecnología se aplica comúnmente en el campo medioambiental (16) como resultado de la expansión de la tecnología y la estimación de que el 85% de los datos contienen un componente espacial (20).

La aplicación de los SIG en los procesos de EAE en Irlanda indican que la información espacial mejora la práctica de EAE al transmitir la información de forma más efectiva y permitir un método de evaluación sistemático. La efectividad de la EAE asociada a planes y programas de ordenación territorial se adhiere a los SIG como herramienta de apoyo a la toma de decisiones. No obstante, para obtener una eficiente y válida aplicación de los SIG se han de afrontar los problemas de accesibilidad, disponibilidad y calidad de los datos. Mientras que la inminente iniciativa Europea INSPIRE (8) aborda algunos de estos aspectos, se requieren esfuerzos adicionales por parte de las instituciones (tales como la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales) que aseguren una adecuada recogida, gestión e intercambio de la información. Del mismo modo queda pendiente estimar el valor real de los SIG en la toma de decisiones y establecer en qué medida afectan/modifican la decisión final.

Bibliografía

- (1) CEC (2001): "Directive 2001/42/EC on the Assessment of the Effects of Certain Plans and Programmes on the Environment; Luxemburg, 27 June 2001", *Official Journal of the European Union*, L 197/30, 21-7-2001.
- (2) Patil, A. A.; Annachhatre, A. P., and Tripathi, N. K. (2002): "Comparison of Conventional and Geo-spatial EIA: a Shrimp Farming Case Study", *Environmental Impact Assessment Review*, 22: 361-75.
- (3) Antunes, P.; Santos, R., and Jordao, L. (2001): "The Application of Geographical Information Systems to Determine Environmental Impact Significance", *Environmental Impact Assessment Review*, 21(6): 511-535.

- (4) Chrisman, N. (1999): *Exploring Geographic Information Systems*, John Wiley & Sons, Inc.
- (5) Joao, E. (1998): *Use of Geographic Information Systems in Impact Assessment*. In Porter, A., and Fittipaldi, J. (eds.): *Environmental Methods Review: Retooling Impact Assessment for the New Century*, 154-163. Atlanta: The Army Environmental Policy Institute.
- (6) Agrawal, M. L., and Dikshit, A. K. (2002): "Significance of Spatial Data and GIS for Environmental Impact Assessment of highway Projects", *Indian Cartographer*, 4: 262-266.
- (7) Brunner, N., and Starkl, M. (2004): "Decision Aid Systems for Evaluating Sustainability: A critical Survey", *Environmental Impact Assessment Review*, 24(4): 441-469.
- (8) CEC (2005): "Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing an Infrastructure for Spatial Information in the Community (INSPIRE); Political Agreement. Council of the European Union, Brussels, 7 June 2005", *Official Journal of the European Union*, P6_TC1-COD(2004)0175.
- (9) González, A.; Gilmer, A.; Foley, R.; Sweeney, J., and Fry, J. (2007): *Developing and Applying a User-friendly Web-based GIS for Participative Environmental Assessment*. Unpublished paper. Presented at the Geographic Information Science Research UK Conference 11-13th May 2007, Maynooth, Ireland.
- (10) Andrienko, G.; Andrienko, N., and Gitis, V. (2003): "Interactive Maps for Visual Exploration of Grid and Vector Data", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 57 (5-6): 380-389.
- (11) Bettis, L. (2005): *Successfully Integrate Environmental and Transportation Planning*. Available online: <http://www.geoplace.com/uploads/OnlineExclusives/quantm.asp> (Last accessed 16th January 2006).
- (12) Von Seht, H. (1999): "Requirements of a Comprehensive Strategic Environmental Assessment System", *Landscape and Urban Planning*, 45: 1-14.
- (13) Duncan, S. L. (2006): "Mapping Whose Reality? Geographic Information Systems and «Wild Science»", *Public Understanding of Science*, 15: 411-434.
- (14) Joao, E., and Fonseca, A. (1996): *Current use of Geographical Information Systems for Environmental Assessment: a discussion document*. Research Papers in Environmental and Spatial Analysis 36, May 1996. Department of Geography, London School of Economics.
- (15) Vanderhaegen, M. and Muro, E. (2005): "Contribution of a European Spatial Data Infrastructure to the Effectiveness of EIA", *Environmental Assessment Review*, 25: 123-142.
- (16) González, A.; Gilmer, A.; Foley, R.; Sweeney, J., and Fry, J. (2006): *Technology and Public Participation Methods*. Unpublished paper. Presented at the International Association for Impact Assessment, Stavanger, Norway, 24-29th May 2006.
- (17) Kingston, R.; Carver, S.; Evans, A., and Turton, I. (2000): "Web-based Public Participation Geographical Information Systems: An Aid to Local Environmental Decision-Making", *Computers, Environment and Urban Systems*, 24 (2): 109-125.
- (18) Morris, P., and Therivel, R. (1995): *Methods of Environmental Impact Assessment*, London: UCL Press.
- (19) Sadler, B., and R. Verheem (1996): *Strategic Environmental Assessment: Status, Challenges and Future Directions*. Publication no. 53. The Hague: Netherlands. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment.
- (20) Chan, Y., and Easa, S. (2000): *Looking Ahead*. In Easa, S., and Chan, Y. (eds.): *Urban Planning and Development Applications of GIS*, Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.



EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ESTACIONAL DE LAS AGUAS DEL EMBALSE DE RÍO HONDO (ARGENTINA) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD

González García, C.¹; Werenitzky, D.²;
Ayuga Téllez, E.³; García García, M. J.⁴,
y Espluga González de la Peña, A. P.⁵;

¹ ETSI de Montes - Departamento Economía y Gestión Forestal
Universidad Politécnica de Madrid (España)
Tel.: 91 336 55 53 - Fax: 91 543 95 57 - e-mail: concepcion.gonzalez@upm.es

² Facultad de Agronomía y Agroindustrias - Universidad Nacional
de Santiago del Estero (República Argentina)

³ ETSI de Montes - Departamento Economía y Gestión Forestal
Universidad Politécnica de Madrid (España)
Tel.: 91 336 55 53 - Fax: 91 543 95 57

⁴ ETSI de Montes - Departamento de Proyectos y Planificación Rural
Universidad Politécnica de Madrid (España)

⁵ ETSI de Montes - Departamento de Construcción y Vías Rurales
Universidad Politécnica de Madrid (España)

Resumen

Se estudia, desde el punto de vista estadístico, el proceso de contaminación de la cuenca del río Salí-Dulce, mediante el análisis de la evolución espacial y temporal de índices de calidad de agua y un índice trófico. Se analiza la influencia en la calidad de las aguas de actividades antrópicas en la cuenca superior del embalse (desarrollos agrícolas y vertidos residuales urbanos y fabriles) y su comportamiento en las distintas épocas del año a partir de los índices seleccionados. La utilización de Índices de Calidad facilita el proceso de comparación de la calidad de las aguas, al condensar la información difusa y contradictoria, en ocasiones, que proporcionan las variables (parámetros de calidad del agua analizados) una a una.

Palabras clave: Análisis geoespacial, análisis estacional, calidad del agua.

Abstract

The aim of this work is to study, from the statistical point of view, the process of contamination of the basin of the Salí-Dulce river through analysis of spatio-temporal evolution of indexes of quality of water and a trofic index. The studied process of contamination has taken place in the high section of the river where it crosses the agricultural and industrial areas. So performance of quality index in different seasons of the year is interesting to compare quality water. The use of quality index allows to sum up information of different physical-chemical parameters of the water which is better than the statistical analysis one by one.

Keywords: Geospatial analysis, seasonal analysis, quality water.

Introducción

La cuenca del río Salí-Dulce, en la República Argentina, abarca parte de los territorios de las provincias de Salta, Tucumán, Catamarca, Santiago del Estero y Córdoba (figura 1). De gran extensión y particulares características puede dividirse genéricamente en dos: la cuenca superior, que va desde las nacientes hasta el Dique embalse de Río Hondo, y la inferior, que, partiendo desde el embalse, va



Figura 1. Croquis de ubicación del área de estudio

hasta su desembocadura en la Laguna de Mar Chiquita (división realizada al solo efecto de estudiar la contaminación en la zona correspondiente a la cuenca alta).

Por la ubicación respecto del área de estudio sólo tiene importancia en los impactos producidos sobre el lago del embalse de Río Hondo la cuenca superior (1).

En este contexto, Río Hondo recibe la influencia directa de la actividad antrópica desarrollada en la cuenca superior. Por ello interesa la comparación de muestreos realizados en la cuenca alta en Dique de Escaba, Dique de El Cadillal con los realizados en Río Hondo, ya que ponen en evidencia la importancia del impacto de los asentamientos humanos y de la actividad agrícola-industrial de la llanura en la calidad de las aguas. El tratamiento estadístico de los datos obtenidos de puntos de muestro en la cuenca alta, en su parte superior y en su parte final, englobados en índices de calidad del agua, permiten comparar la influencia de los fenómenos antrópicos en el medio ambiente acuático.

Objetivos

El objetivo principal ha sido el de evaluar la calidad del agua en el embalse en las diferentes épocas del año mediante la selección y aplicación de índices de calidad apropiados al caso particular de Río Hondo (objetivos específicos).

Análisis y resultados

Las variables consideradas en el monitoreo de los embalses que dan origen al presente trabajo llevan al estudio de índices basados en las características físico-químicas del agua. Con la información disponible (2) se calcularon cuatro índices con diferencias parciales entre sí.

Los Índices de Calidad de Agua que se probaron y su denominación fueron (3):

- El ICA (Índice de Calidad de Agua) (utiliza la mayor cantidad de características disponibles: pH, conductividad, oxígeno disuelto, coliformes, nitrógeno total, temperatura, clorofila α , sólidos totales, fósforo total...) denominándolo *ICA 1*.
- Una variación del mismo (con las mismas variables que el anterior) utiliza una ponderación establecida según las características visuales del agua (apreciación de la calidad que realiza el observador. Se le denomina *ICA Ponderado (ICA 2)*.
- Un índice calculado según se plantea en (4), al que se lo denominó *ICA Mínimo (ICA 3)*, con sólo tres características: oxígeno disuelto, conductividad específica, turbidez.
- Un índice simplificado, denominado *ISCA (Índice Simplificado de Calidad de Agua)*, que utiliza sólo cinco variables: oxígeno disuelto, oxígeno consumido, temperatura, sólidos en suspensión, conductividad.

Si bien los índices de calidad sintetizan el estado de la calidad del agua, un índice trófico califica el estado del cuerpo de agua como un sistema biológico. Se utilizó el TSI (Trophic State Index) basado en la relación del valor de tres parámetros (sólo es necesario medir uno a la vez): la clorofila, el valor de fósforo total y la transparencia del agua medida con el Disco de Secchi.

TABLA 1

Análisis de la varianza entre estaciones del año para los índices de calidad

Lugar Índice	Río Hondo				El Cadillal				Escaba				
ICA 1	Homogeneidad	NO			Homogeneidad	NO			Homogeneidad	SI			
	Normalidad	NO			Normalidad	SI			Normalidad	SI			
	Kruskal-Wallis	$p=0,0700$			Kruskal-Wallis	$p=0,0069$			Anova	$P<0,0001$			
		I_a	P_a	V_a		O_{ab}	I_b	P_b	V_b		O_c	I_c	P_c
ICA 2	Homogeneidad	SI			Homogeneidad	SI			Homogeneidad	NO			
	Normalidad	NO			Normalidad	SI			Normalidad	SI			
	Kruskal-Wallis	$p=0,0249$			Anova	$p=0,0014$			Kruskal-Wallis	$P<0,0001$			
		I_a	P_a	V_a		O_{bc}	I_b	P_c	V_a		O_c	I_c	P_c
ICA MIN	Homogeneidad	SI			Homogeneidad	NO			Homogeneidad	NO			
	Normalidad	NO			Normalidad	NO			Normalidad	NO			
	Kruskal-Wallis	$p=0,0785$			Kruskal-Wallis	$p=0,0014$			Kruskal-Wallis	$p=0,0019$			
		I_a	P_a	V_a		O_b	I_b	P_b	V_a		O_c	I_c	P_c
ISCA	Homogeneidad	NO			Homogeneidad	NO			Homogeneidad	NO			
	Normalidad	NO			Normalidad	NO			Normalidad	SI			
	Kruskal-Wallis	$p=0,0773$			Kruskal-Wallis	$p=0,0021$			Kruskal-Wallis	$p=0,0005$			
		I_a	P_a	V_a		O_{bc}	I_b	P_b	V_a		O_c	I_c	P_c

NOTA: O=Otoño; I=Invierno; P=Primavera; V=Verano
 Letras distintas en subíndices indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Para resaltar el problema de contaminación de aguas en el embalse de Río Hondo se compararon los índices con valores obtenidos en otros embalses de la cuenca alta no afectados por actividades agrícolas e industriales, especialmente con el dique de Escaba y el dique El Cadillal.

Primero se realizaron análisis comparativos entre épocas de muestreo dentro de cada embalse para los índices estudiados (tabla 1). En Río Hondo el ICA Mínimo no puede discriminar las condiciones del agua en las estaciones del año, en El Cadillal y Escaba, discrimina el verano. ICA 1 e ICA 2 tienen aparentemente similar poder discriminante, diferenciando la primavera del invierno y verano. El ISCA logra diferenciar mejor la situación en las estaciones. Diferencia el invierno del verano, y coloca a la primavera en una situación intermedia entre ambos.

También se realizaron, de manera similar, análisis comparativos entre embalses según las estaciones del año. Los valores de los contrastes destacaron las diferencias entre los embalses de Escaba y El Cadillal respecto de Río Hondo. Este

último proporcionó promedio más bajo en todas las comparaciones realizadas, siendo las diferencias estadísticamente significativas para todas las estaciones y para todos los índices utilizados.

La precisión de la clasificación realizada con el índice trófico basado en un solo parámetro será inferior a la realizada con los índices físico-químicos, pero tiene la ventaja de que permite evaluar rápidamente el estado de la calidad la masa de agua con relación a otros.

TABLA 2

Análisis de la varianza entre embalses para el Trophic State Index (TSI), según estaciones del año

Lugar	OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO	
TSI* (Clarefía)	Homogeneidad	SI	Homogeneidad	SI	Homogeneidad	NO	Homogeneidad	NO
	Normalidad	NO	Normalidad	NO	Normalidad	NO	Normalidad	NO
	Kruskal-Wallis	$p=0,9999$	Kruskal-Wallis	$p=0,0977$	Kruskal-Wallis	$P<0,0007$	Kruskal-Wallis	$P<0,0007$
	C_6 E_4		T_1 G_6 E_6		T_1 G_6 E_6		T_1 G_6 E_6	
TSI (Fósforo)	Homogeneidad	SI	Homogeneidad	NO	Homogeneidad	NO	Homogeneidad	NO
	Normalidad	SI	Normalidad	SI	Normalidad	NO	Normalidad	SI
	Anova	$p=0,1243$	Kruskal-Wallis	$P<0,0007$	Kruskal-Wallis	$P<0,0007$	Kruskal-Wallis	$P<0,0007$
	C_6 E_6		T_1 G_6 E_6		T_1 G_6 E_6		T_1 G_6 E_6	
TSI (Promedio)	Homogeneidad	SI	Homogeneidad	NO	Homogeneidad	NO	Homogeneidad	NO
	Normalidad	SI	Normalidad	NO	Normalidad	SI	Normalidad	NO
	Anova	$p=0,7400$	Kruskal-Wallis	$p=0,0014$	Kruskal-Wallis	$P<0,0007$	Kruskal-Wallis	$P<0,0007$
	C_6 E_6		T_1 G_6 E_6		T_1 G_6 E_6		T_1 G_6 E_6	

NOTA: T= Río Hondo, C= El Castiál, E=Escraba
 Letras distintas en subíndices indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$ ó $p \leq 0,05$)

Construcción de mapas de calidad en Río Hondo

Con la información suministrada con los índices anteriores se construyeron una serie de mapas que representan la calidad del agua en Río Hondo en las distintas estaciones del año. Para cada índice descrito anteriormente y las estaciones de invierno, primavera y verano se obtuvieron mapas de calidad. El índice que mejor reflejó la calidad del agua y tiene en cuenta de manera acertada la influencia de los valores extremos de las variables que lo componen es el ICA 2, por lo que sólo se presentan los gráficos para este índice. Para el otoño no se disponía de datos suficientes, por lo que se realizó el siguiente proceso.

Para las estaciones invierno, primavera, verano, de las que se dispone datos, se realizaron dos series de gráficos:

a) Con los valores de los datos observados (por ejemplo, gráfico 1 para invierno).

- b) Con los valores obtenidos empleando procesos de remuestreo (muestras generadas de los datos originales con la técnica de bootstrap) se obtuvieron gráficos que representaban la situación de calidad del agua, con los datos simulados (para el invierno gráfico 2).

Los gráficos son el resultado de colocar las coordenadas de los puntos de muestreo en la X y las Y y representar en el eje Z el valor de los índices para cada estación del año. La interpolación entre los puntos se realiza con métodos de interpolación ponderada por mínimos cuadrados (4, 5 y 6). De manera análoga, otoño debería tener un comportamiento similar con respecto a los datos originales si los hubiera. Las curvas ajustadas a los valores estimados para esta estación se presentan en el gráfico 3.

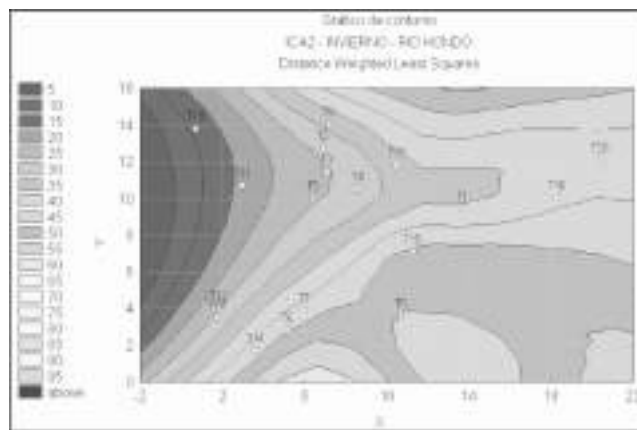


Gráfico 1. Los valores mayores indican mayor calidad del agua

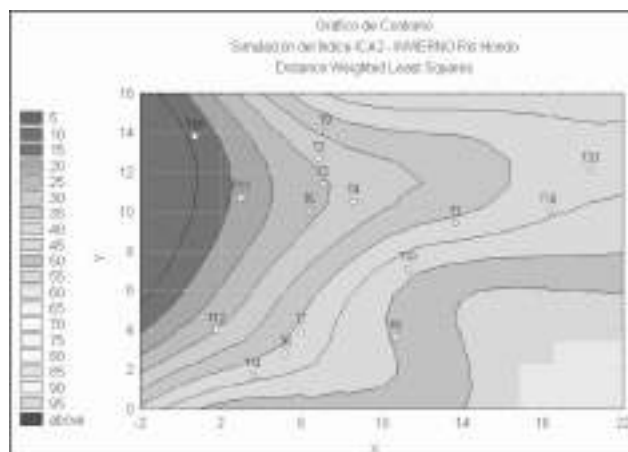


Gráfico 2. Mapa de contorno con valores simulados

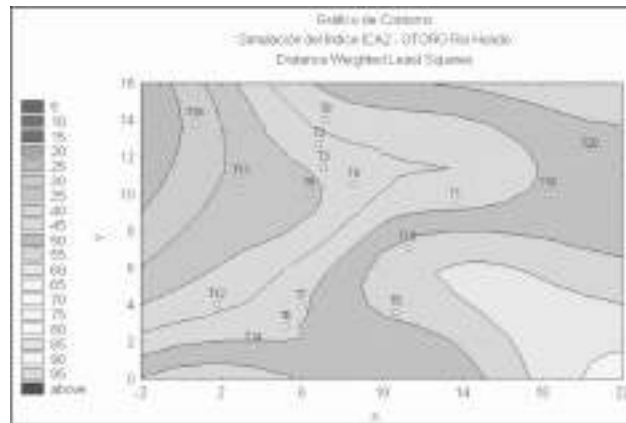


Gráfico 3. Mapa de calidad del agua para Río Hondo en otoño (gradiente de calidades desde la desembocadura hacia el muro de la presa)

Discusión

La utilización de índices para sintetizar la calidad del agua permite realizar rápidamente un análisis comparativo del estado de los embalses. Río Hondo presenta valores muy bajos de calidad, con cualquiera de los índices estudiados.

La situación no varía con el empleo del TSI. Los resultados obtenidos en el análisis comparativo realizado son prácticamente idénticos a los obtenidos con el empleo de los Índices de Calidad de Agua estudiados.

En el análisis geoespacial y temporal de la evolución de la calidad del agua en Río Hondo se emplean algoritmos simples de interpolación y diagramas de contorno para representar los diferentes estados de calidad que asume la masa de agua.

Para simular la evolución estacional del agua en Río Hondo se han empleado procesos de remuestreo que han permitido el ajuste de modelos de regresión a fin de estimar los datos faltantes, necesarios en la simulación.

El método de remuestreo utilizado para tener datos suficientes en todos los lugares, si bien no aumenta la información disponible, permite, por simulación tener estimaciones más o menos insesgadas de valores desconocidos. Además, si el proceso de ajustar datos de muestras simuladas para estimar un valor desconocido, arroja como resultado valores incluidos dentro de los límites de variación de la variable, conocidos por medición directa en un lugar, es de suponer que la variable tenga un comportamiento similar, sino idéntico, cuando el procedimiento se aplique en otro lugar (validación por triangulación). Éste es el razonamiento utilizado para verificar las extrapolaciones de los ajustes por regresión que estiman los valores de otoño en Río Hondo.

Bibliografía

- (1) Werenitzky, D. (2003): *Evaluación de la Contaminación en la Cuenca Alta del Río Salí Dulce: Estudio Estadístico de los Contaminantes del embalse de Río Hondo (provincias de Tucumán y Santiago del Estero, República Argentina)*. Tesis doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid. Sin publicar, 119 pp.
- (2) Werenitzky, D.; González García, C.; Ayuga Téllez, E., y Hermosilla Redondo, D.: *Análisis Estadístico de la Variación Temporal y Espacial de la Calidad del Agua en la Cuenca del río Salí-Dulce (Argentina)*. Comunicación en III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente, Zaragoza (España), octubre 2006.
- (3) Wunderlin, D., y Pesce, S. (2000): "Use of water quality indices to verify the impact of Córdoba City (Argentina) on Suquía River", *Water Research*, volume 34, issue 11, 1 August 2000, pages 2915-2926.
- (4) Wunderlin, D., et al. (2001): "Pattern Recognition Techniques for the Evaluation of Spatial and Temporal Variations in Water Quality. A Case Study: Suquía River Basin (Córdoba-Argentina)", *Water Research*, volume 35, issue 12, August 2001, pages 2881-2894.
- (5) Schloeder, C. A.; Zimmerman, N. E., and Jacobs, M. J. (2001): "Comparison of Methods for Interpolating Soil Properties Using Limited Data", *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65, 470-479.
- (6) Statistica V.6 – System Reference I, II y III. StatSoft. 2001.

LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, UN INSTRUMENTO VALIOSO PARA EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA EN MÉXICO

Hernández Álvarez, F. J.

Responsable del Area Ambiental y del Patrimonio Arqueológico
Río Mississippi, 71, piso 9 - Colonia Cuauhtemoc - C.P. 06500 - México D.F.
Tel.: (52) 5552311876 - e-mail: francisco.hernandez@cfe.gob.mx

Resumen

La Comisión Federal de Electricidad es la empresa mexicana que tiene a su cargo la programación, diseño, construcción, operación y distribución de la energía eléctrica a todo el país; su misión es suministrarla con oportunidad, cantidad y sin menoscabo del ambiente.

La demanda energética en nuestro país ha crecido sustancialmente en los últimos años y se tiene programado siga avanzando a un ritmo acelerado, el cual contempla instalar cerca de 26.589 MW en el horizonte de 10 años, lo que equivale a construir en poco más del 50% de la capacidad instalada actualmente.

Sin embargo, y a pesar de tener un programa de expansión eléctrico sumamente ambicioso, la protección del entorno es una prioridad. La evaluación de los impactos ambientales es el instrumento que nos ha permitido delimitar los criterios ambientales que se deben de considerar durante el diseño y construcción de cada una de nuestras obras, así como las acciones de protección ambiental que se deben ejecutar durante cada una de las etapas hasta su puesta en operación.

Las acciones de protección del entorno, derivadas de los resultados de las evaluaciones de impacto ambiental, son destacables, por lo que en este trabajo se pretende dar una visión de las experiencias sobresalientes en el desarrollo de los más recientes proyectos de generación y transmisión eléctrica en México, en los que se han destacado modificaciones sustanciales a los diseños, rectificaciones a trayectorias e implementación de programas específicos para la protección de la

flora y fauna (casos especiales PH El Cajón, La Yesca y La Parota, todos ubicados en México).

Palabras clave: Demanda energética, protección del entorno, EIA.

Abstract

The Federal Commission of Electricity (CFE) is the Mexican company responsible of programming, designing and constructing new electrical facilities, as well as generating and distributing the electrical energy to all the country. The energy must be supplied opportunely and avoiding any adverse environmental effect.

In the last years, the power demand in Mexico has grown at very high rate and it is foresight that it will continue growing at similar rate. Therefore, in the next 10 years, CFE is planning to increase generation capacity about 26 589 MW. This figures means that CFE will have to construct facilities that equal to the half of the installed capacity at present.

Nevertheless, and in spite we have an expansion program very ambitious, the environmental protection is a priority. The environmental impact assessment has facilitated us to delimit the environmental criteria that must be considered during the design and construction of each one of our facilities, as well as the mitigation measures that must be executed during each one of the stages until they are put in operation.

The measures developed for impact mitigation defined during the environmental impact assessment are relevant and in this paper we try to show some of the most important experiences during the development of the newest generating and transmission projects in Mexico. In several cases, we have modified the project design and changed the trajectories of transmission lines. Also, we have implemented specific programs for the protection of the flora and fauna. We will discuss about three cases "PH El Cajón", "PH La Yesca" and "PH La Parota".

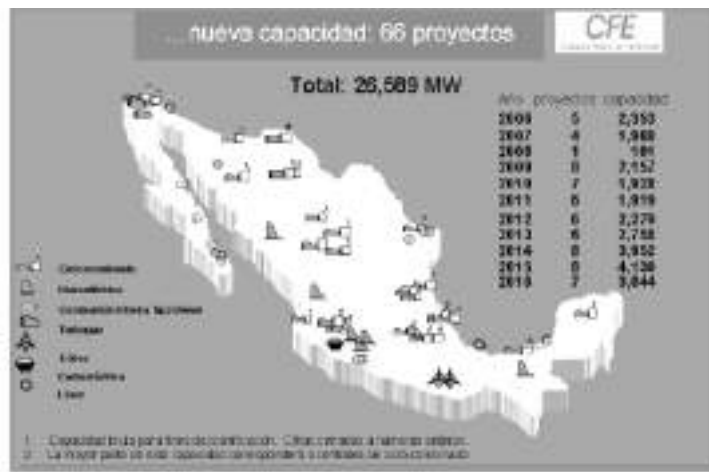
Key words: Power demand, EIA.

Introducción

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) es la empresa mexicana del gobierno federal que tiene a su cargo la programación, diseño, construcción, operación y distribución de la energía eléctrica a todo lo largo de su territorio nacional; su misión es suministrar energía eléctrica a todo el país, con oportunidad, calidad y sin menoscabo del ambiente.

En las últimas dos décadas, la demanda de energía eléctrica en México ha crecido a un ritmo cercano al 5% anual.

Para continuar solventando este reto, nuestra capacidad instalada de generación tendrá que incrementarse durante el período 2006-2016 en 26.589 MW, lo que implicará instalar 2.658 MW anuales a fin de alcanzar una nueva meta al 2016 de 73.123 MW. Lo anterior se logrará a través de la edificación de 66 nuevas unidades y/o Centrales de Generación.



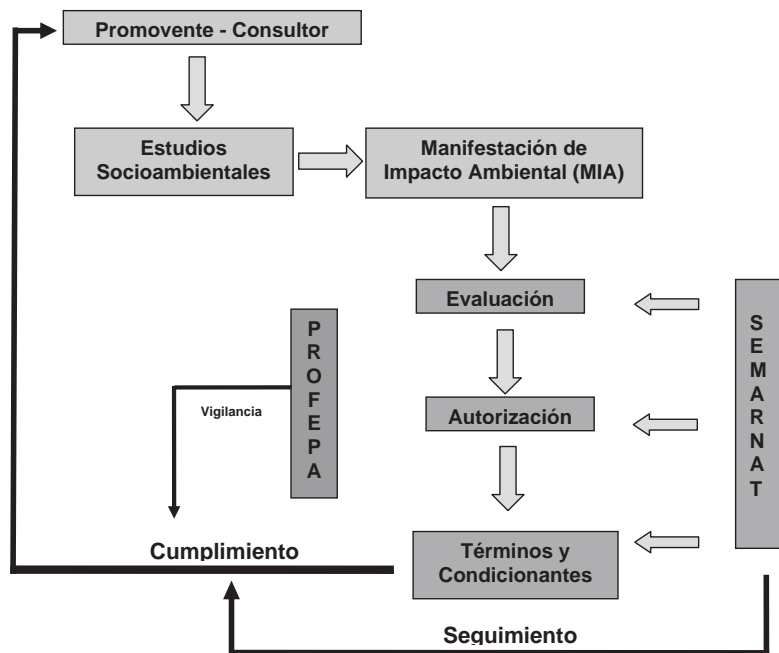
En el mismo período se construirán 29.558 km de líneas de transmisión, lo que representa casi 3.000 km de líneas anualmente. La meta planteada para el 2016 es de contar con 120.922 km, equivalente a tres veces la circunferencia de la tierra.

En cuanto al programa de expansión del proceso de transformación, CFE construirá en el período 2006-2016 un total 63.881 MW, lo que representa una dinámica constructiva de 6.400 MW anuales.

A pesar de tener un programa de expansión eléctrico sumamente ambicioso, es una prioridad de la CFE que durante el desarrollo y la operación de los nuevos proyectos de generación, transmisión, transformación y distribución de energía eléctrica se cumpla con la normativa ambiental vigente y que no se deteriore el entorno donde se encuentran.

La Evaluación del Impacto Ambiental es el instrumento que nos ha permitido delimitar los criterios ambientales que se deben considerar durante el diseño y la construcción de los proyectos, así como las acciones de protección ambiental a ejecutar en cada una de las etapas que los componen.

Los estudios de impacto ambiental son el sustento para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual se entrega a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Institución del gobierno federal encargada de conducir las políticas ambientales nacionales) para solicitar la autorización en materia de impacto ambiental. En la MIA, y en los términos de la autorización, se vierten los compromisos ambientales que asume la CFE para el desarrollo de cada proyecto.



Durante el desarrollo y la operación de los nuevos proyectos de generación, transmisión, transformación y distribución de energía eléctrica, estos compromisos se traducen en acciones concretas de las que a continuación damos algunos ejemplos:

1. Modificaciones al Diseño de los Proyectos

Para proporcionar un caudal de agua permanente (*caudal ecológico*) al río Papagayo durante la operación del Proyecto Hidrológico "La Parota" (entre 80 y 400 m³/s) se construirá la presa para cambio de régimen "Los Llamos", la cual permitirá mitigar e incluso eliminar diversos impactos derivados del flujo de descarga durante la operación de la futura Central Hidroeléctrica, como erosión costera, salinización de suelos, abasto de agua y cambios en la diversidad acuática.

En la Manifestación de Impacto Ambiental de la Eoloeléctrica La Venta II, ubicada en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, se determinó que debido a las características del proyecto y a su ubicación dentro de un área donde convergen tres de las rutas de migración de diversas especies de aves, que existía un alto riesgo de colisión tanto para éstas como para especies de la avifauna local.

Para mitigar los impactos negativos sobre la avifauna se implementaron las siguientes medidas: disminuir el número de aerogeneradores, paros programados de aerogeneradores en períodos pico de migración, pintar las aspas de los aerogeneradores para hacerlas más visibles a la aves, colocar luces estroboscópicas, desplazar las líneas de aerogeneradores al oeste para minimizar el riesgo de coli-

sión e implementar un programa de monitoreo de aves mediante el uso de radar marino y observación directa.



En líneas de transmisión se ha optado por la elevación de la altura de las torres y disminución del ancho de derecho de vía a fin reducir al mínimo posible el derribo de vegetación cuando cruzan ecosistemas sensibles, como son bosque de niebla en el estado mexicano de Chiapas y selva mediana en el Estado de Quintana Roo.

2. Conservación *in situ* de especies protegidas

Como parte de cumplimiento de las medidas ambientales establecidas en la autorización en materia de impacto ambiental de la Central Hidroeléctrica El Cajón, se están desarrollando programas de conservación y monitoreo para el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) y nutria de río (*Lontra longicaudis*), ambas especies con categoría de protección conforme la legislación mexicana, a fin de preservar la población existente en la zona que abarca el embalse del proyecto.

Se identificó que la trayectoria de la línea de transmisión Escárcega-Sabancuy II, en el estado de Campeche, cruza por fragmentos de selva mediana sumamente perturbada, en donde aún habitan algunos grupos de mono aullador negro (*Alouatta pigra*). Si bien la construcción de la línea de transmisión no implicaba una amenaza directa a esta población de monos, se diagnosticó que las áreas de

selva donde se encontraron estaba en condiciones vulnerables, lo que sí constituía una seria amenaza para su supervivencia; para asegurar la supervivencia de los grupos de mono aullador se realizó su captura, marcaje y liberación en áreas mejor conservadas.



3. Creación de Áreas Naturales Protegidas

Como medida de compensación en los Proyectos Hidroeléctricos La Parota y La Yesca se propuso el crear un Área Natural Protegida. Para el caso específico del P.H. La Parota se eligieron los Cerros Las Piñas y El Tepehuaje, que son áreas que no serán afectadas por el proyecto; ambas cuentan con un alto grado de conservación y albergan buena parte de la biodiversidad de la región.

La superficie a proteger para el caso de La Yesca se encuentra en definición.

Conclusión

La Evaluación de Impacto Ambiental de todos y cada uno de nuestros proyectos ha sido una importante herramienta que nos proporciona elementos técnicos para que el diseño, construcción y operación de los mismos sean cada vez más armónicos con su entorno.

Bibliografía

- Comisión Federal de Electricidad (2007): *Programa de obras e inversiones del sector eléctrico 2007-2016*.
- Comisión Federal de Electricidad (2003): *Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto Hidroeléctrico La Parota*, Universidad Nacional Autónoma de México, Guerrero (México).
- CFE Gerencia de Protección Ambiental (2002): *Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto Hidroeléctrico El Cajón*, Nayarit (México).
- Comisión Federal de Electricidad (2006): *Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto Hidroeléctrico La Yesca*, Universidad de Guadalajara, México.

PROPUESTAS DE USO PÚBLICO SOSTENIBLE EN EL PINAR DE LA ALGAIDA (PUERTO REAL, CÁDIZ) BASADAS EN LA CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y LA VALORACIÓN AMBIENTAL

Hernández, I.¹; García de Lomas, J.²; García, C. M.³; Muñoz, G.⁴; Pérez-Hurtado, A.⁵, y Castro, M.⁶,

^{1,2,3} Departamento de Biología, Área de Ecología - Universidad de Cádiz
Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales - 11510 - Puerto Real (Cádiz)
Tel.: 956 01 60 29 - Fax: 956 01 60 19 - e-mail: ignacio.hernandez@uca.es

^{4,5} Departamento de Biología - Área de Zoología

⁶ Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia - Coyhaique (Chile)

Resumen

El Pinar de la Algaida es uno de los espacios naturales mejor conservados de la provincia de Cádiz. La variedad de ambientes conforma un sistema de elevada β -diversidad, que incluye un pinar-sabinar, marismas, esteros hipersalinos, pastizales y encharcamientos temporales. Debido a la ampliación del Campus de Puerto Real y a la posible afección de obras y usos futuros, a petición de la Consejería de Medio Ambiente y la Universidad de Cádiz se realizó una caracterización ecológica del entorno y una valoración ambiental de los ambientes susceptibles de sufrir impacto. Los resultados de ambos análisis se utilizaron como base para guiar las propuestas de actuaciones dirigidas a favorecer el uso público.

La caracterización ecológica reveló la presencia de hábitats de alta diversidad, como el pinar-sabinar sobre arenas litorales y las lagunas temporales pluviales (hábitats de interés comunitario). Se describieron diversas especies raras o con algún grado de amenaza, tanto de flora como de fauna. Se utilizaron distintos indicadores ambientales para la valoración. Entre las actuaciones propuestas se incluyen la conservación de los encharcamientos temporales o la recuperación de las infraestructuras existentes (antigua vaquería y camino sobre antigua vía férrea). El diseño de las actuaciones propuestas trató de minimizar los impactos sobre el paisaje, la flora y fauna autóctonas. Se proponen, entre otras medidas, el soterramiento o el desvío de la línea eléctrica, la recuperación de la antigua vía férrea

como sendero botánico y carril-bici y la prolongación de dicho carril alrededor de áreas inundables, aprovechando la vegetación como apantallamiento visual. Se propone además la instalación de miradores ornitológicos o la eliminación de residuos sólidos.

Palabras clave: Impacto ambiental, indicador ambiental, rehabilitación, uso público.

Abstract

La Algaida pinewood is one of the best-preserved natural ecosystem in the province of Cádiz (Spain). Because of the high variety of environments within La Algaida, such as mixed woods of pines and junipers, saltmarshes, hypersaline lagoons, grasslands and a freshwater wetland, the system has an extremely high β -diversity. However, due to the expansion of the University Campus and the possible environmental impacts of further urbanization within the area, the University of Cádiz and the Environmental Division of the Regional Government have requested an ecological characterization of the site and an environmental assessment of the different areas receiving environmental impacts due to the proposed expansion of the University. The results of both analyses were used as a basis to guide future proposals for any public use of the site.

Ecological characterization revealed the presence of a high diversity habitats, some of which, such the mixed wood and the freshwater wetland, are included in the EU Habitat Directive. Several threatened or endangered species were described, both of fauna and flora. Different environmental indicators were used for the assessment. The proposed actions included the conservation of the freshwater wetland or the reclamation of the current infrastructures (old cattle yard and the path on the previous railway). The design of the proposed actions tried to prevent and minimise the environmental impact on the landscape, flora and fauna. It is proposed, among other actions, the burial of the electric cables, the reclamation of the old railway as a new botanic tracking path and bike path, and the extension of the bike path around the wetland, using the existing vegetation as visual screen. It was also proposed the installation of ornithological viewing platforms and the complete removal of the anthropogenic debris littering the site.

Keywords: Environmental impact, environmental indicator, public use, reclamation.

Introducción

El Campus Universitario de Puerto Real, perteneciente a la Universidad de Cádiz, está integrado en el Parque Natural Bahía de Cádiz. En el entorno del Campus se encuentra el Pinar de La Algaida, en el que existe un amplio conjunto de hábitats de interés ecológico que incluye un bosque mixto de pinos y sabinas

sobre un arenal costero, marismas, esteros hipersalinos (1) y sobre todo una serie de encharcamientos temporales que se transforman en pastizales durante la estación seca (2). Esta marisma pluvial se comporta como una isla de agua dulce en un ambiente salino, lo que favorece la presencia de una flora y fauna singular (3).

Por otra parte, las necesidades de crecimiento del Campus han de compatibilizarse con el valor ecológico del entorno. Por ello, las acciones a desarrollar han de tener como objetivo principal la integración de la conservación de los valores ambientales con el uso público y universitario. Por este motivo se realizó una caracterización ecológica del entorno y una valoración ambiental de las diferentes unidades afectadas por la actuación. El análisis de la información ha servido de referencia para guiar las propuestas de las actuaciones dirigidas a favorecer el uso público del lugar.

Objetivos

El objetivo del presente trabajo es la caracterización biofísica de las unidades ambientales que conforman el conjunto del Pinar de La Algaida, especialmente la marisma pluvial, para la estimación de su valor ambiental. La valoración ambiental permitirá presentar una propuesta de actuaciones dirigidas a favorecer el uso público del entorno.

Resultados y discusión

Se realizó un transecto en todo el Pinar de La Algaida para la descripción de las principales unidades ambientales (figura 1). La existencia de las diferentes unidades ambientales en un área relativamente pequeña a lo largo de un gradiente incrementa la tasa de reemplazamiento de especies y, por lo tanto, la diversidad de hábitats (β -diversidad). Por este motivo la diversidad total del sistema en su conjunto es mayor que si todo el pinar estuviera ocupado por un arenal costero. Analizando el número de especies florísticas se encontraron un total de 17 especies de marisma, 86 especies en el arenal costero, 38 especies en la depresión hipersalina, 47 especies en el pastizal y 33 especies en el encharcamiento pluvial.



Figura 1. Perfil transversal del Pinar de la Algaida (en dirección O-E) en el que se muestran las principales unidades ambientales

La valoración ambiental de la marisma pluvial se realizó a partir de una consulta sobre el terreno durante 3 años consecutivos (2001, 2002 y 2003) a tres promociones alumnos de último curso de Licenciatura o Master que habían cursado la asignatura de Evaluación de Impacto Ambiental y que estaban familiarizados con el entorno. Se siguieron las recomendaciones propuestas por Gómez-Orea (4), en una escala de 1 a 10. La lista de elementos seleccionados y las valoraciones se presentan en la tabla 1. La valoración final se calcula de acuerdo a la ecuación:

$$\sum_{i=1}^n (UI_i \times v_i) / \sum UI$$

donde "UI" son las unidades de importancia otorgadas a cada elemento y "vi" el valor ambiental dado a cada elemento. De acuerdo a este índice la valoración de la marisma pluvial recibió una puntuación de 7,12, que en la escala elegida representó un valor alto.

TABLA 1

Unidades de importancia, elementos tenidos en cuenta para la valoración y resultados de la misma en la marisma pluvial del Pinar de La Algaida

UI	ELEMENTO	VALORACIÓN (RANGO)
1,5	Rareza faunística (especies poco frecuentes).	7,6 (5-8)
1	Biodiversidad faunística.	6 (5-7)
1	Importancia de la zona para la avifauna.	7,4 (6-8)
1,5	Rareza florística (acuática y terrestre).	6,8 (5-7)
1	Biodiversidad florística.	7,3 (6-8)
1	Paisaje.	7,2 (5-9)
1	Grado de naturalidad (ausencia de elementos antrópicos)	5,8 (5-6)
1	Frecuencia de encharcamiento.	7,4 (6-8)
1	Superficie de marisma pluvial.	6 (3-7)
1,5	Valor educacional o científico.	7,1 (4-7,5)
1	Usos del lugar.	5,1 (3-6)
1,5	Papel de barrera de protección para el pinar.	9,1 (7-10)
2	Singularidad.	8,3 (7-9)
1	Complejidad de la comunidad biótica.	5,6 (5-6)

Para cada uno de los elementos se propusieron una serie de indicadores ambientales a explorar, de los que actualmente se están recopilando datos, y diversas medidas para mejorar el valor de los indicadores. Estas medidas han de servir como recomendaciones para las distintas actuaciones a llevar a cabo en el pinar (2). A modo de ejemplo, el elemento "importancia de la zona para a avifauna" se estima a partir del indicador "número de especies de aves observadas en la zona/número de especies en el Parque Natural Bahía de Cádiz" o el elemento "frecuencia de encharcamiento" se estima a partir del indicador "número de años en que se produce encharcamiento/período de estudio".

A partir del estudio de la zona y el análisis de sus valores ambientales se elaboraron unas propuestas de adecuación, acondicionamiento y uso sostenible de la marisma pluvial y sus zonas adyacentes. Los objetivos específicos de estas propuestas debían tener los siguientes requisitos:

- A) Garantizar la preservación de la marisma pluvial priorizando la conservación y su uso como laboratorio natural en las carreras universitarias de temática ambiental.
- B) Fomentar un uso público sostenible en el área perimetral de la marisma.
- C) Favorecer la integración de la expansión del Campus Universitario en el contexto del Parque Natural conectando los nuevos espacios ocupados con las infraestructuras ya existentes (Red de Espacios Libres; REL).
- D) Recuperar y mejorar las infraestructuras existentes en la zona (vaquería de La Vega y camino de la antigua vía férrea) y su adecuación para nuevos usos integrados en los objetivos del proyecto.

Con estas premisas se propusieron las actuaciones siguientes, representadas en la figura 2:

1. Adecuación, limpieza y acondicionamiento del camino de acceso a la vaquería. Conexión de este camino con los senderos de la REL del Parque Natural.
 - a) Eliminación de residuos sólidos.
 - b) Mejora de accesos y apertura de un ramal peatonal de comunicación con la REL.
 - c) Construcción de una pequeña zona de aparcamientos para vehículos.
2. Adecuación de la vaquería como centro multifuncional (uso ambiental como centro de información ambiental, uso educativo como aula de la naturaleza y uso universitario como laboratorio).
 - a) Reconstrucción del edificio principal.
 - b) Dotación de servicios al edificio.
 - c) Adecuación de una terraza mirador ornitológico integrado en el edificio.
 - d) Consolidación del área circundante al edificio para prevenir inundaciones.
 - e) Limpieza del área y eliminación de residuos sólidos.
 - f) Mantenimiento y mejora del sendero peatonal de acceso.
 - g) Dotación de cartelería informativa e información interpretativa.
3. Restauración y adecuación del camino interior del área universitaria (antigua vía férrea).
 - a) Adecuación del vial como camino peatonal y carril-bici.
 - b) Conexión con los carriles-bici de acceso al Campus actual.
 - c) Adecuación de observatorios ornitológico o miradores paisajísticos a lo largo del sendero.
 - d) Adecuación de un sendero botánico.
 - e) Limpieza de residuos sólidos.



Figura 2. Actuaciones previstas y ubicación en el entorno

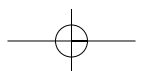
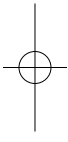
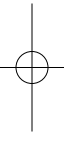
- f) Saneamiento de las zanjas de drenaje.
- g) Dotación de información interpretativa e informativa.
- h) Mantenimiento, mejora y reforzamiento del apantallamiento vegetal existente.

4. Conexión peatonal entre el antiguo camino de la vía férrea y la REL.
 - a) Mejora y adecuación del sendero peatonal.
 - b) Resolución de pasos en zonas más inundables (instalación de pasarelas).
 - c) Adecuar las conexiones hidráulicas para asegurar la comunicación y el drenaje entre zonas encharcables a ambos lados del sendero.
 - d) Mantenimiento, mejora y reforzamiento del apantallamiento vegetal existente.
5. Adecuación del sistema de drenaje de los terrenos inundables de la marisma pluvial.
 - a) Instalación de diques de contención con aliviaderos naturales.
 - b) Limpieza, mejora y mantenimiento de los canales de conducción de aguas pluviales.
6. Otras actuaciones complementarias.
 - a) Adecuación de los senderos de la REL circundante al Campus Universitario.
 - b) Mejora de las infraestructuras interpretativas del Pinar de La Algaida.
 - c) Soterramiento o desvío del tendido eléctrico que cruza la marisma.
 - d) Puesta en marcha de un Plan de Vigilancia y Seguimiento de las actuaciones.

Estas actuaciones fueron debidamente presupuestadas y podrán ser tenidas en cuenta en las condiciones para el Plan Especial de ampliación del Campus Universitario que desarrolla la Universidad de Cádiz.

Bibliografía

- (1) Fernández Palacios, A.; Fernández Palacios, J., y Gil, B. J. (1988): *Guías naturalísticas de la provincia de Cádiz, I: El Litoral*, Libros de la Diputación de Cádiz, 352 pp.
- (2) Pérez-Hurtado, A.; García, C. M.; García de Lomas, J.; Castro, M.; Muñoz, G.; Hernández, I., y Martínez del Pozo, J. A. (2004): *Estudio de la adecuación y acondicionamiento para instalaciones y actuaciones de investigación y uso público de los terrenos colindantes al río San Pedro, Puerto Real, Cádiz*. Informe para la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Universidad de Cádiz, 142 pp.
- (3) García de Lomas, J.; García, C. M., y Canca, I. (2004): "Caracterización y fenología de las lagunas temporales del Pinar de la Algaida (Puerto Real, Cádiz)", *Revista de la Sociedad Gaditana de Historia Natural*, 4: 105-124.
- (4) Gómez Orea, D. (1999): *Evaluación de Impacto Ambiental*, Agrícola Española-Mundiprensa, 701 pp.



EL ESTADO DE CONSERVACIÓN COMO MEDIDA DE LA CALIDAD SEGÚN LOS CRITERIOS DE LA RED NATURA 2000

Hernando Gallego, A.¹; Tejera Gimeno, R.²;
De Soto Ramos, S.³; Grande Vega, M.^{a4};
Núñez Martí, M.^a V.⁵, y Velásquez Saornil, J.⁶

^{1,2,3} Departamento de Biología, Área de Ecología - Universidad de Cádiz
Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales - 11510 - Puerto Real (Cádiz)
Tel.: 956 01 60 29 - Fax: 956 01 60 19 - e-mail: ignacio.hernandez@uca.es

^{4,5} Departamento de Biología - Área de Zoología

⁶ Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia - Coyhaique (Chile)

Resumen

La Red Natura 2000 se creó para la conservación de la biodiversidad europea a partir de la Directiva Aves 79/409/CEE (I) y la Directiva Hábitats 92/43/CEE (II). En la Directiva Hábitats se define para los hábitats y para las especies un "estado de conservación favorable". El método que se propone es la determinación de ese estado de conservación a partir de esas definiciones de la Directiva (considerando que factores como *vitalidad*, *capacidad de recuperación*, *riqueza florística...* son representativos de ellas).

Para la determinación del impacto ambiental de las actuaciones es realmente interesante saber, y no sólo para los lugares incluidos en la Red Natura, el estado de conservación inicial. Así se podrá determinar el impacto producido o el que se producirá analizando el estado de conservación final.

Palabras clave: Red natura 2000, Estado de conservación, Hábitats.

Abstract

The conservation status as a measure of quality by the criteria of the Natura 2000 Network.

The Natura 2000 Network was created under the Birds Directive 79/409/CEE and Habitats Directive 92/43 /CEE. Its goal is the conservation of the biodiversity

in Europe. "A favourable conservation status" of habitats and species is defined by Habitats Directive. This paper proposes a methodology to determine this "conservation status" considering their representative factors such as vitality, recuperation capacity, flora richness...

It is great interest to know the initial conservation status to determine the environmental impact, not only for areas within the Natura 2000 Network. Analyzing the final conservation status, it is possible to determine the impact produced or that will we done.

Key words: Natura 2000 Network, Status of conservation, Habitats.

Introducción

La explotación económica incontrolada produce el agotamiento de los recursos naturales, la desaparición de gran cantidad de especies de la flora y la fauna y la degradación de espacios naturales. Lo que en su día fue motivo de inquietud solamente para la comunidad científica y minorías socialmente avanzadas se convierte hoy en uno de los retos para toda la sociedad.

En esta línea la Directiva Hábitats (II) crea una red ecológica europea de zonas especiales de conservación (ZEC) denominada "Natura 2000". Dicha red, compuesta por los lugares que albergan tipos de *hábitats naturales* y de hábitats de *especies*, deberá garantizar su mantenimiento o restablecimiento. La red Natura 2000 incluye asimismo las zonas de protección especiales (ZEPAS) designadas por los Estados miembros con arreglo a las disposiciones de la Directiva Aves (I).

La Directiva Hábitats pretende contribuir a *garantizar la conservación*, es decir, realizar las medidas necesarias para mantener o restablecer los hábitats naturales y las poblaciones de especies de fauna y flora silvestres *en un estado favorable*. Para llevar a cabo este cometido es necesario determinar en primer lugar el *estado de conservación*.

Objetivos

- Presentar un modelo para la valoración del estado de conservación de:
 - Los *hábitats naturales* (que figuran en el Anexo I de la Directiva Hábitats 92/43 /CEE).
 - Las *especies de Flora y Fauna* (que figuran en el Anexo II de la Directiva Hábitats 92/43 /CEE).
 - Y las *Aves* (que figuran en el Anexo I de la Directiva 79/409/CEE).
- Realizar las actuaciones convenientes para mantener o restablecer, en un estado de conservación favorable, los hábitats naturales y de las especies de la fauna y de la flora de interés comunitario.

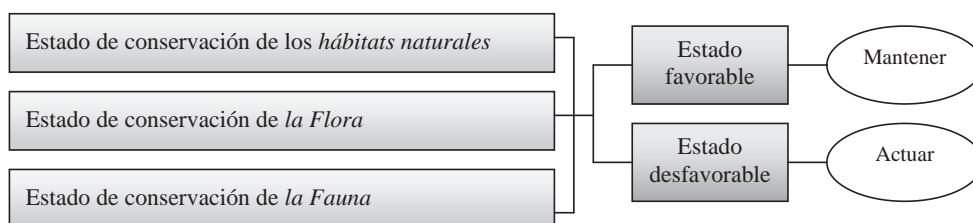


Figura 1. Esquema de actuaciones

Metodología

El modelo para la valoración del estado de conservación propone que se le asignará el valor (3) a un estado de Conservación favorable y (1) a un estado de Conservación desfavorable o malo, y (2) a un estado medio, valores dados mediante un panel de expertos. La clasificación se hace de 1 a 3 porque es una manera fácil, concreta e intuitiva de clasificar las situaciones. Además así queda suficientemente claro para ver en que estado se encuentra el hábitat sin necesidad de complicarse con clasificaciones de más dígitos.

Para la determinación del "Estado de conservación de un hábitat" se han tenido en cuenta:

- La definición que se recoge en el Artículo 1.e) de la Directiva 92/43 /CEE, que dice:
El «estado de conservación» de un hábitat natural se considerará «favorable» cuando:
 - Su área de distribución natural y las superficies comprendidas dentro de dicha área sean estables o se amplíen.
 - La estructura y las funciones específicas necesarias para su mantenimiento a largo plazo existan y puedan seguir existiendo en un futuro previsible.
 - El estado de conservación de sus especies típicas sea favorable.
- Los atributos siguientes: vitalidad y estado sanitario, capacidad de recuperación que posee el hábitat, riqueza florística (de especies propias del hábitat) y estructura forestal.
 - *La vitalidad y el estado sanitario*: indican la mayor –3– o menor –1– capacidad para la realización de sus funciones vitales respectivamente (II).
 - *La capacidad de recuperación* indica la mayor –3– o menor –1– rapidez de recuperación del hábitat una vez haya cesado la presión o actuación a la que esté sometido y comprometa su estado de conservación (II).
 - *La riqueza florística* valora la mayor –3– o menor –1– abundancia de especies características de cada hábitat (II).
 - *La estructura* se ha asignado el valor 1 a una estructura regular o coetánea poco favorable para un buen estado de conservación mientras que

la estructura irregular se valoraría con 3 y se considera favorable a efectos del estado de conservación (II).

Para la aplicación de este modelo de determinación del estado de conservación en zonas incluidas en la Red Natura 2000, se incluye como ejemplo el diagnóstico realizado en el monte número 83 del Catálogo de Utilidad Pública de la provincia de Ávila, denominado "Dehesa Boyal". El monte objeto de estudio se encuentra en zona de especial protección para las aves (ZEPA) y lugar de interés comunitario (LIC), ES0000186 "Pinares del Bajo Alberche".

Breve descripción del ámbito de aplicación

El Monte se encuentra en el Partido Judicial de Cebreros, término municipal de San Bartolomé de Pinares, provincia de Ávila. Se encuentra situado al Este de dicha provincia, en una zona bastante llana entre la Sierra de Malagón y el valle del Alberche.

El clima del monte se caracteriza por ser mediterráneo templado fresco. El monte se encuentra en la serie supramediterránea carpetano-ibérico-leonesa y alcarreña subhúmeda silicícola de *Quercus pyrenaica* o roble melojo, por lo que la etapa madura se correspondería con un bosque de *Quercus pyrenaica*. En las zonas más rocosas del territorio se desarrolla el encinar (*Quercus rotundifolia*) con enebros (*Juniperus oxycedrus*) acompañado de diferentes pastizales. El aprovechamiento del monte es fundamentalmente ganadero (III), alimentando a ganado ovino, equino, bovino y caprino distribuido durante el año.

Resultado del antiguo uso del monte para leñas y del aprovechamiento ganadero, actualmente encontramos un monte bajo (pies procedentes de cepa). En el monte actualmente se pueden encontrar dos Hábitats recogidos en la Directiva 92/43 /CEE:

- **Hábitat 1: 9230: Bosques galaico-portugueses con *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica*** (IV). En que se incluye el rebollar (*Quercus pyrenaica*).

En el Hábitat 1 además encontramos los siguientes **tipos de formaciones o subbrodales**:

- *Pasto*: extensiones de terreno cubiertas únicamente por pasto.
- *Bardal de Quercus pyrenaica sobre cepa < 1 m*: brotes de cepa (chirpiales) y de raíz (renuevos) con una altura menor de un metro. Su aspecto es tortuoso, ya que han sido recomidos constantemente por el ganado.
- *Matas adehesadas de Quercus pyrenaica*: conjunto de rebollos formando agrupaciones circulares, físicamente reconocibles por esa forma característica.

- *Latizal bajo de Quercus pyrenaica sobre cepa*: monte bajo de rebollos con Dn (diámetro normal) < 10 cm. Se observan daños en el arbolado causados por el ganado. Ofrece un aspecto bastante enmarañado.
 - *Latizal alto de Quercus pyrenaica sobre cepa*: monte bajo de rebollos con pies comprendidos entre $10 < Dn < 20$ cm. Forman rebollares en los que empiezan a destacar los pies de mejor conformación.
 - *Fustal bajo de Quercus pyrenaica sobre cepa*: se trata de los pies más gruesos del monte cuyos diámetros superan los 20 cm. Muchos de estos pies producen bellota que nunca llega a germinar debido al ganado y a las condiciones del suelo.
 - *Latizal alto de Quercus ilex*: pequeña zona del monte donde aparecen pies de encinas con $10 < Dn < 20$ cm.
- **Hábitat 2: 9340: Bosques de Quercus ilex y rotundifolia (IV)**. En que se incluye el encinar.

Resultados

Determinación del "estado de conservación de un hábitat"

El estado de conservación de los tipos de subrodales se obtiene como media aritmética de los factores: vitalidad y estado sanitario, capacidad de recuperación, riqueza florística y estructura. Se hace la media porque para este monte se considera que estos factores tienen la misma importancia y peso.

El estado de conservación del hábitat 1 se obtiene por media de la suma ponderada de los valores obtenidos en estado de conservación de los subrodales con las superficies que éstos ocupan en su hábitat. El valor obtenido 1,5 ha sido redondeado a 2*, ya que se considera el estado de conservación más afín a este valor en esta clasificación.

TABLA 1
Estado de conservación de los hábitats

Hábitat	Tipo de Subrodal	Vitalidad y estado sanitario	Capacidad de recuperación	Riqueza Florística	Estructura	Est. Conserv (Subrodales)	Est. Conserv (Hábitats)
Hábitat 1	Bardal	1	1	1	1	1	2
	Latizal bajo	1	1			1	
	Latizal alto	2	2			2*	
	Fustal bajo	3	2			2	
	Matas	2	2			2*	
Hábitat 2	Encinar	1	2	1	1	1	

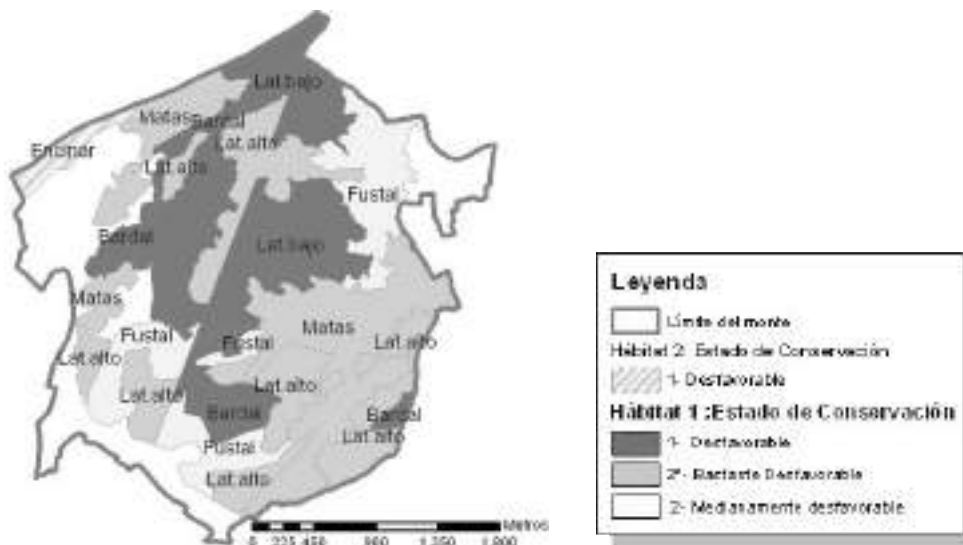


Figura 2. Mapa del Estado de Conservación por subrodiales



Figura 3. Ejemplo de estado de conservación del bardal, desfavorable valor -1-



Figura 4. Ejemplo de estado de conservación del fustal, medianamente desfavorable valor -2-

Atendiendo a la definición de "estado de conservación favorable" recogido en la Directiva Hábitat 92/43/CEE a continuación se tiene en cuenta la dinámica a la que está sometido cada hábitat para establecer si la superficie que ocupa es estable o con tendencia a ampliarse o por el contrario tiende a disminuir. Por dinámica se entiende el conjunto de actuaciones a los que está sometido el hábitat y que repercuten en su estabilidad superficial. Esta dinámica se valorará de la siguiente manera:

"a" dinámica que permite al hábitat una superficie estable o tendente a aumentar.

"b" dinámica que lleva al hábitat a disminuir su superficie.

El estado de conservación dinámico constará, por tanto, de una cifra y una letra indicativa de previsible evolución de la superficie que ocupa el hábitat. La siguiente tabla muestra el estado de conservación dinámico para cada uno de los hábitats:

TABLA 2
Estado de conservación dinámico

	Estado de Conservación de los Hábitats estático	Dinámica	Estado de Conservación de los Hábitats dinámico
Hábitat 1	2	b	2b
Hábitat 2	1	b	1b

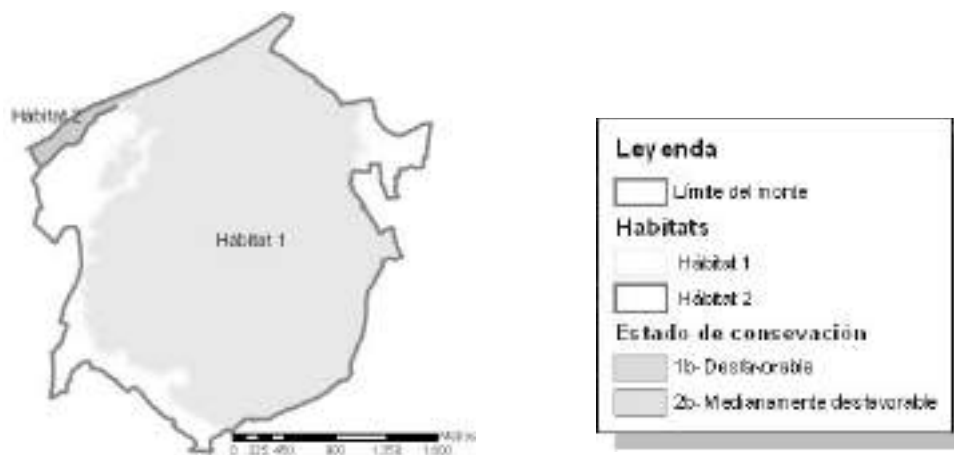


Figura 5. Mapa del estado de conservación dinámico por hábitats

Determinación del "estado de conservación de la fauna y la flora"

Para la determinación del estado de conservación de la fauna y de la flora se toman los inventarios de las especies del monte. A continuación se realiza un diagnóstico detallado del estado de conservación de aquellas especies de las especies de flora y fauna (que figuran en el Anexo II de la Directiva Hábitats 92/43/CEE) y aves (que figuran en el Anexo I de la Directiva 79/409/CEE). Para la determinación del "Estado de conservación de la fauna y la flora" se han tenido en cuenta la definición que se recoge en el Artículo 1.i) de la Directiva 92/43/CEE.

En el caso concreto del MUP n.º 83, "Dehesa Boyal", ninguna de las especies florísticas inventariadas figuran en los anexos comentados, de modo que no se

realiza el "estado de conservación de la flora". En cuanto a la fauna son varias las especies del monte que sí figuran. La especie más relevante por su condición de estar "en peligro de extinción" y ser de "interés prioritario" es el águila imperial (*Aquila adalberti*). Para ella, como para el resto, se analiza si la condición de monte bajo del monte y su aprovechamiento ganadero procuran un estado de conservación favorable.

Para la mayoría de las especies descritas en el inventario las posibilidades que ofrece el monte de alimentación son escasas debido a que el aprovechamiento ganadero lo consume en gran parte. Además, la escasa altura de los pies de este monte bajo hacen que las posibilidades de nidificación y refugio sean reducidas (V). Por esos motivos se puede resumir que el "estado de conservación de la fauna" es desfavorable en los Hábitat 1 y 2, anteriormente descritos.

Discusión

A la vista de los resultados obtenidos en la determinación del estado de conservación dinámico, primeramente para los hábitats y en segundo lugar para la fauna, se observa que es desfavorable, lo que nos da una idea que la calidad de los hábitats. Lo que se propone en este punto es no detenernos ante esta situación, sino realizar las actuaciones necesarias.

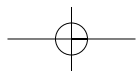
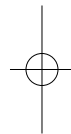
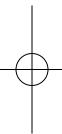
Para el caso específico del MUP n.º, 83, "Dehesa Boyal", se considera que:

- El "estado de conservación para los hábitats", manteniendo el ganado, mejoraría si se realizasen para intentar que al menos esos hábitats y esas especies evaluadas mejoren hacia un estado *claras* en los subrodiales de Latizal alto y matas de *Quercus pyrenaica* (rebollo) durante la primera rotación equivalente a 15 años. De esta manera se irían configurando pies que en un futuro puedan dar lugar a una regeneración por semilla, mejorando así el estado inicial de conservación (VI).
- El "estado de conservación para la fauna" mejoraría realizando medidas para fomentar la alimentación de las especies allí presentes. Sirva de ejemplo la realización de **majanos** de conejos para proporcionar presas para el águila imperial (VII).

Para finalizar, comentar que los atributos (vitalidad, capacidad de recuperación, riqueza florística y estructura) utilizados para la determinación del "estado de conservación para los hábitats" son los factores que para este monte se han considerado determinantes. **Para la aplicación de este modelo en otros lugares de la Red Natura 2000, ha de tenerse en cuenta que puede servir como referencia y en cualquier caso, se debe elegir para cada caso particular los elementos apropiados y las ponderaciones para cada situación.**

Bibliografía

- (I) Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la Conservación de las aves silvestres.
- (II) Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la Conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- (III) Ortuño, S. (1999): *La ganadería extensiva en España un elemento imprescindible en la gestión del medio ambiente*, Bellisco, Madrid.
- (IV) Bartolomé, C., et al. (2005): *Los tipos de hábitat de interés comunitario en España: guía básica*, Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- (V) Madroño, A.; González, C., y Atienza, J. C. (2004): *Libro Rojo de las Aves de España*, Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- (VI) Serrada Hierro, R. (2005): *Apuntes de selvicultura*, Fundación Conde del Valle Salazar, Madrid.
- (VII) González, L. M., y San Miguel, A. (2004): *Manual de buenas prácticas de gestión en fincas de monte mediterráneo de la Red Natura 2000*, Dirección general de la biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.



PERMEABILIDAD FAUNÍSTICA EN INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE: NECESIDAD DE RECONSIDERAR ALGUNOS CRITERIOS EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE DEFINICIONES

Iglesias Merchán, C.

Departamento de Medio Ambiente, AEPO Ingenieros Consultores, Grupo ACCIONA
Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental
Tel.: 91 378 96 60 - Fax: 91 323 26 44
e-mail: ciglesias@aepo.es

Resumen

La continua mejora y construcción de infraestructuras de transporte está contribuyendo notablemente a la fragmentación de los hábitats y agravando el impacto ecológico más importante asociado a estas obras, el efecto barrera. Por otro lado, la reciente divulgación de estudios acerca de la utilización de las estructuras transversales de paso a través de estas infraestructuras de transporte, por parte de las diversas especies de fauna silvestre, presenta datos muy reveladores que deberían aprovecharse en las fases de planificación, proyecto y construcción de estas vías de comunicación.

Paradójicamente, un inconveniente para lograr buenos resultados en este campo es el distinto uso del lenguaje por los diferentes actores participantes. A veces, el promotor, el consultor, y los órganos ambiental y sustantivo utilizan los mismos términos para referirse a cuestiones distintas, y viceversa.

Se llama la atención sobre la necesidad de reconsiderar algunas tendencias establecidas en la identificación y evaluación de impactos, pues determinadas acciones del proyecto sobre otras variables ambientales influyen notablemente en la permeabilidad faunística, y condicionan el éxito de las posibles medidas correctoras.

Se propone clasificar los pasos transversales a partir de cuatro conceptos con importantes diferencias cualitativas: paso de fauna específico (paso de fauna), paso de fauna mixto (paso mixto), paso auxiliar para la fauna (paso auxiliar) y paso a nivel para la fauna (paso a nivel).

Palabras clave: Paso de fauna, fragmentación de hábitats, efecto barrera, permeabilidad faunística.

Abstract

Continuous improvement and construction of transport infrastructures is contributing to habitat fragmentation and worsening the most important environmental impact associated to these structures, the barrier effect. Recent studies analyzing the use by different wildlife species of crossing structures present relevant data that should be taken into account in the Planning, Project and Construction Phases of these infrastructures.

An obstacle to achieve good results in this field is the use of the same terms by developers, consultants, environmental or other authorities meanings different things.

It is also noted the need to reconsider some established tendencies in identification and impact assessment. Some criteria impact notably in wildlife permeability and condition success of the possible mitigation measures.

This article proposes a series of definitions to contribute unification of criteria. It is considered important to avoid involuntary mistakes and interested interpretations in the Environmental Impact Assessment Procedures, when identifying impacts as well as when designing mitigation measures.

It is proposed to classify the wildlife crossing structures as per four concepts with important qualitative differences: Specific Wildlife Crossings (Wildlife crossings), Multifunctional Wildlife Crossing (Joint use crossings), Auxiliary Crossings and Level Crossings.

Keywords: Wildlife crossings, green bridge, habitat fragmentation, barrier effect, wildlife permeability.

Introducción

El efecto barrera es posiblemente el impacto ecológico más importante de las infraestructuras de transporte, sobre todo autovías y líneas de alta velocidad y, además, la fragmentación de hábitats se reconoce internacionalmente como una de las mayores amenazas para la conservación de la diversidad biológica (1).

A pesar de la progresiva responsabilidad adquirida y mostrada por los órganos sustantivo y ambiental, de las distintas administraciones competentes, en aras a corregir la fragmentación territorial ocasionada por las infraestructuras de transporte, la reciente y prolífica bibliografía sobre el tema demuestra que todavía queda mucho por avanzar. A pesar de las mejoras observadas, se permanece lejos de alcanzar resultados satisfactorios en la corrección de este grave impacto ambiental.

A nivel internacional, ya se conocía la diferente preferencia de algunos tipos de estructuras transversales por parte de los distintos grupos de vertebrados

terrestres (2), para salvar la barrera física que suponen las autovías y líneas de ferrocarril que atraviesan sus territorios.

En los últimos años, distintas experiencias de seguimiento y monitorización en España también evidencian las distintas preferencias por grupos animales hacia cada tipo de obra transversal (3). Se llegan a establecer pautas de utilización muy diferenciadas incluso entre especies de la misma familia, ya se trate de obras de paso específicas, mixtas (de múltiple uso) o concebidas para otras funciones, aspectos determinantes para su diseño y localización.

El éxito en la utilización de los pasos de fauna y otras estructuras complementarias, por parte de los animales afectados, queda fundamentalmente condicionado por variables tales como su emplazamiento, dimensiones y diseño. A veces, aspectos como la existencia de pronunciadas rampas de entrada y salida determinan su éxito, siendo conveniente situarlos con sus accesos al mismo nivel que el terreno circundante (4).

Objetivos

La identificación de impactos a través del enfrentamiento de las acciones del Proyecto con los elementos del Medio debe dar un salto cualitativo en la fase de selección de alternativas, equivalente al ritmo al que progresan las herramientas tecnológicas habituales y la documentación disponible.

De este modo se contribuirá a que la minimización del impacto identificado no recaiga en exclusiva sobre la medida preventiva y/o correctora correspondiente, sino en la combinación de todos los criterios aplicados en las distintas fases.

Mediante la aplicación lógica de principios de eficacia, eficiencia y economía se pueden resolver problemas complejos. Partiendo de criterios claros, con objetivos precisos y empleando términos con significados claramente establecidos.

La denominación de los pasos no debe dar lugar a interpretaciones diferentes por quienes participen en un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, se considera importante evitar los errores involuntarios y las interpretaciones interesadas, tanto a la hora de identificar impactos como al diseñar las oportunas medidas correctoras.

El principal objetivo de esta comunicación es proponer una serie de definiciones para contribuir a la unificación de criterios. De manera que la denominación de los pasos transversales a las infraestructuras de transporte responda inequívocamente a una serie de características cualitativas y cuantitativas en su diseño.

Discusión

Una sencilla labor de repaso en el contenido de las declaraciones de impacto ambiental y estudios de impacto ambiental de infraestructuras de transporte, permite deducir que una serie de criterios son aplicados sistemáticamente en el mismo sentido. Sobre todo con la idea de reducir los efectos de estas obras en el paisaje,

sus ocupaciones y facilitar las tareas de restauración ambiental. Sin embargo, en ocasiones incrementan el efecto barrera y dificultan la construcción de pasos transversales eficaces. Es por ello que en este apartado se plantea la necesidad de revisar las tendencias establecidas en algunos criterios que de manera repetitiva se aplican durante los procedimientos de evaluación de impacto ambiental.

La evaluación de la permeabilidad faunística de las infraestructuras de transporte requiere un análisis minucioso de aspectos cuantitativos y cualitativos. Estos últimos son, con frecuencia, eclipsados por el valor de indicadores numéricos, a veces tan simples como la relación aritmética entre el número de pasos transversales y la longitud de la infraestructura.

Algunos ejemplos habituales son las condiciones al trazado de estas infraestructuras que se discuten a continuación, se establecen frecuentemente como condicionados de las declaraciones de impacto ambiental y como criterios de comparación de alternativas en los estudios de impacto ambiental.

a) Para evitar atrincheramientos y favorecer la revegetación, la pendiente de los taludes suele establecerse en 3H:2V

Los materiales geológicos de algunos territorios atravesados admitirían desmontes más inclinados, lo que a su vez reduciría la distancia del terreno que ha quedado aislado a cada lado de la infraestructura. Esta circunstancia podría facilitar el diseño de las medidas correctoras, como es el caso de los pasos transversales para reducir la fragmentación de hábitats y facilitar la conectividad. Contribuyendo así a recuperar los corredores ecológicos interrumpidos por la infraestructura, lo que permitiría el desplazamiento de los vertebrados terrestres a un lado y otro de estas vías de comunicación.

Además es importante tener en cuenta el coste de las medidas correctoras, en particular cuando se trata de construir pasos elevados sobre las autovías, carreteras o líneas ferroviarias, pues cuanto menor sea la distancia a salvar, previsiblemente será menor el coste de las medidas correctoras. Las disponibilidades presupuestarias siguen siendo un condicionante determinante a la hora de plantear medidas correctoras de impacto ambiental, esto repercute en su diseño y características y, en algunos casos, como ya se ha dicho determinará su éxito.

b) La duplicación de calzadas suele ser la alternativa más atractiva desde el punto de vista ambiental y económico (no necesariamente desde el punto de vista funcional de la autovía)

Los trazados antiguos de carreteras convencionales están, por lo general, más ajustados a la topografía del terreno. Por este motivo, normalmente poseen menos tramos con desmontes y terraplenes de la altura necesaria para albergar pasos transversales sin rampas de acceso, por lo que ofrecen pocas posibilidades para corregir eficientemente el impacto de la infraestructura sobre la permeabilidad faunística.

Sin embargo, la duplicación de calzadas suele convertirse en la alternativa más atractiva en las fases previas de estudio. Cuando las carreteras convencionales pueden aprovecharse como una de las calzadas de la futura autovía, lo que reduce notablemente los costes de construcción y los plazos de ejecución.

Ambientalmente también suele resultar como la alternativa menos perjudicial, sobre todo cuando se compara con otras de nuevo trazado que discurren por parajes en los que actualmente no existe ninguna carretera.

Sin embargo, en lo referente a la permeabilidad faunística, muy probablemente se tratará de la alternativa de trazado que ofrezca menos posibilidades para incluir pasos de fauna con las características de diseño que algunas especies requieren.

c) La magnitud de los volúmenes de desmonte y terraplén, así como el equilibrio entre los volúmenes de préstamo y vertedero, suele influir notablemente en la evaluación ambiental de alternativas en las fases previas de estudio

El grado de equilibrio alcanzado en el volumen de los movimientos de tierras, asociados a cada una de las alternativas que se comparan en un estudio informativo, es un indicador muy frecuente en los análisis de afecciones sobre las variables geomorfológica y edafológica.

Los resultados de las alternativas más beneficiosas, desde este punto de vista, podrían desaparecer tras las fases previas de estudio, ya que posteriormente, cuando los proyectos u obras se tramifican, es posible que entonces resulten tramos excedentarios y/o deficitarios. Por lo tanto, con asiduidad se aplica un criterio durante las fases de tomas de decisiones que al final del procedimiento no se ajusta a la realidad de la obra.

Quizás debería considerarse que estos indicadores repercuten con severidad en el presupuesto de las alternativas, por lo que su influencia queda reflejada indirectamente en este apartado del análisis multicriterio de las fases de comparación de alternativas.

Además una alternativa puede resultar igualmente equilibrada en su movimiento de tierras tanto porque su trazado se ajuste perfectamente a la topografía del terreno, como porque se compense el valor de los volúmenes de desmonte y terraplén, o de materiales extraídos de préstamos y a depositar en vertederos. Sin embargo la afección sobre la fauna, y otras variables, puede ser muy diferente en cada uno de estos casos.

d) No es extraño que se indique o establezca una distancia máxima entre pasos para la fauna, contabilizando como tales cualquier viaducto, paso inferior o superior u obras de drenaje transversal

A la vista de los resultados de los diversos estudios que se citan en la bibliografía, es evidente que la evaluación de la permeabilidad faunística de

una infraestructura exige un análisis más detallado del que se hace con frecuencia.

Será necesario considerar los distintos grupos o especies de fauna afectados en cada territorio, se deberá tener en cuenta el tipo de obra transversal recomendada para cada caso, el diseño y dimensiones de éstas, las características del entorno, la frecuentación de pasos mixtos por vehículos y/o personas, la distancia a fuentes de contaminación acústica y lumínica, etc., particularizándose para cada tramo de las infraestructuras de transporte.

En definitiva, la valoración cualitativa del efecto barrera de las infraestructuras de transporte podría ser más determinante que algunas consideraciones cuantitativas, que por este motivo resultan menos subjetivas en apariencia y, por tanto, menos discutibles.

Conclusión

Como conclusión a todo lo expuesto, se considera importante establecer definiciones precisas en función del diseño y objetivo de cada estructura planteada para el paso de fauna, con la idea de conservar la filosofía del "Manual europeo para la rectificación de conflictos y el diseño de soluciones", y para evitar el uso interesado de términos inadecuados.

Por ello se propone clasificar en 4 clases o grupos distintos los pasos transversales, en función de su diseño, localización, objetivo, elementos que lo integran y dimensiones. Posteriormente, dentro de cada clase se podrán desarrollar diferentes tipologías (figura 1).



Figura 1. Clasificación de los pasos de fauna

a) Paso de fauna específico (Paso de fauna)

Obras o estructuras transversales propuestas y diseñadas para el uso exclusivo de la fauna (figuras 2 y 3). Su objetivo determina la localización, dimensiones y tipología, que responderán a criterios ecológicos y etológicos. Cumplirán con las

dimensiones mínimas recomendadas en la bibliografía que se cita, mientras no exista una Norma oficial.



Figura 2. Paso de fauna específico en la autovía A-66 (León), el terreno llano obliga a diseñar un paso superior tipo arco, dificulta la visión hacia el otro lado



Figura 3. Paso de fauna específico. Aprovechando un tramo en desmonte de la carretera SO-830 (Soria) se minimiza la pendiente en las rampas de acceso al paso y la pérdida de visibilidad hacia el otro lado

b) Paso de fauna mixto (paso mixto)

Obras o estructuras transversales inicialmente concebidas o no para la fauna, sobredimensionadas para más de un uso (figura 4) y en las que existe una diferenciación física (no necesariamente barreras) entre la zona de paso ofrecida a la fauna y el otro flujo a canalizar (agua, senderistas, vehículos, peregrinos, etc.).

c) Paso auxiliar para la fauna (paso auxiliar)

Aquellas obras o estructuras cuyo diseño, localización o dimensiones no cumple con los requisitos de las anteriores (figura 5). Normalmente diseñados para



Figura 4. Viaducto de la LAV Madrid-Valladolid en Madrid, funciona como un paso de fauna mixto. Permite el paso de un arroyo, un camino rural y el de la fauna



Figura 5. Autovía M-607 (Madrid, carretera convencional desdoblada). Obsérvese: rampas pronunciadas, nulo campo de visión, interrupción del drenaje longitudinal y medidas drásticas para estabilizar taludes

reponer un flujo que no es el de la fauna o, si éste fuera el caso, no cumple con las dimensiones recomendadas para las especies o grupos afectados, aunque tenga adaptaciones y algunos animales lo utilicen.

d) Paso a nivel para la fauna (paso a nivel)

Constituyen una solución de urgencia o temporal, tan sólo válidos en tramos concretos de carreteras convencionales con un elevado índice de atropellos (raramente en vías de ferrocarril sin cerramiento). Mediante el empleo de un cerramiento perimetral, y otras medidas disuasorias para el paso de los animales, se les ofrece tramos a nivel por donde cruzar (figura 6). Esta medida sólo es justificable si no hay posibilidad de construir pasos eficientes de los grupos anteriores. Además exige una inequívoca señalización de advertencia para los usuarios de la carretera, con suficiente antelación, la restricción efectiva de la velocidad máxima de circula-

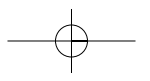
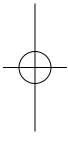
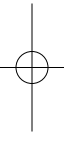
ción, la concienciación de los conductores y la localización de tramos con buenas condiciones de visibilidad. Si bien, con el paso del tiempo, este tipo de medidas suelen perder su eficacia.



Figura 6. Empleo de cerramientos perimetrales

Bibliografía

- (1) Luell, B., et al. (2005): *Fauna y tráfico: Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones*. COST 341. Fragmentación del hábitat causada por las infraestructuras de transporte, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- (2) Clevenger, A. P., et al. (2002): *Roads and Wildlife in the Canadian Rocky Mountain Parks-Movements, mortality and mitigation*, Parks Canada, Banff, Alberta.
- (3) Mata C., et al. (2006): *Pasos de fauna para vertebrados. Minimización y seguimiento del efecto barrera de las vías de comunicación*, CEDEX, Ministerio de Fomento-Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- (4) Rossell, C., y Velasco, J. M. (1999): *Manual de prevenció i correcció dels impactes de les infraestructures viàries sobre la fauna*. Documents dels Quaderns de Medi Ambient n.º 4, Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya, Barcelona.



LA GESTIÓN DEL RECURSO NATURAL SUELO EN OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL

Iglesias Merchán, C.

Departamento de Medio Ambiente, AEPO Ingenieros Consultores, Grupo ACCIONA
Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental
Tel.: 91 378 96 60 - Fax: 91 323 26 44
e-mail: ciglesias@aepo.es

Resumen

España es un país con graves problemas de erosión y desertificación. Según datos extraídos de la Comunicación COM/2002/0179 de la Comisión Europea, casi un tercio del territorio de la cuenca mediterránea presenta procesos de erosión que producen una pérdida estimada de 15 toneladas de suelo por hectárea y año.

El suelo es un recurso natural limitado y la formación de los horizontes que lo componen puede requerir el transcurso de varios miles de años. Esta situación es insostenible y, en consecuencia, cada vez es mayor la superficie del territorio que deja de ser productiva para usos agrícolas, sin olvidar el agravamiento de los procesos de erosión.

A la vez, cada vez más actividades humanas repercuten negativamente en el anterior desequilibrio. Las obras de grandes infraestructuras de Ingeniería Civil: autovías, ferrocarriles, aeropuertos, presas, encauzamientos, etc. también dejan su huella sobre este valioso recurso natural, que es uno de los primeros elementos del Medio que sufre las consecuencias de implantar estas infraestructuras de grandes dimensiones.

Se advierte la necesidad de que el suelo, en particular el suelo vegetal, sea considerado apropiadamente desde las primeras fases de estudio, y no sólo por su contribución en la mejora de los resultados de las labores de restauración ambiental y paisajística de las infraestructuras. Con ello se pretende no contribuir

al incremento de las alarmantes cifras de pérdida de este escaso recurso mediante una gestión integral desde las fases de estudios previos.

Palabras clave: Erosión, pérdida de suelo, tierra vegetal, desertificación, conservación de suelos.

Abstract

Spain is a country with severe soil erosion and desertification problems. As per data extracted from the UE Commission Communication COM/2002/0179, almost one third of the Mediterranean basin territory presents erosion processes producing an estimated loss of 15 ton of soil per hectare and year.

Soil is a limited natural resource and its creation may require thousands of years. This situation is non sustainable and consequently the surface that ceases to be productive for agricultural uses is getting bigger, not forgetting the growth of erosion processes.

At the same time, more human activities are negatively impacting in the mentioned imbalance. The works of big Civil Engineering Infrastructures (highways, rail lines, airports, dams, etc) also leave their footprint in this valuable natural resource, which is one of the first elements of the environment suffering the consequences of big dimension infrastructures.

It is noted the need that soil, particularly the organic fraction, must be appropriately considered since the first study phases, and not only because of its contribution to the improvement of the results in landscape restoration.

An integrated management of this resource since the preliminary phases is desired to avoid contributing the alarming amount of soil losses.

Keywords: Erosion, soil loss, organic fraction, desertification, soil restoration.

Introducción

El suelo es la parte de los materiales incoherentes que recubren la superficie, de espesor variable, es capaz de sostener vida y resulta de la transformación de la roca madre subyacente por la influencia de procesos de origen físico, químico y biológico (1 y 2).

El suelo vegetal (tierra vegetal) es un término amplio con el que se designa a la capa superior del suelo que contiene materia orgánica y es cultivada u ocupada por plantas (3 y 4).

Cada horizonte de un perfil difiere física o químicamente del resto, y pueden tardar varios miles de años en formarse (5).

Se entiende por desertificación: la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas (6).



Figura 1. Las diferentes tonalidades en las zonas en pendiente de la vega del río Pisuerga advierten de la aparición del subsuelo. Corredor Norte-Noroeste de Alta Velocidad (Palencia)



*Figura 2. Detalle de calicata. Proyecto de construcción de un tramo de la LAV Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa (Barcelona).
Foto: F. Linares*

Según datos del Ministerio de Medio Ambiente, un 31,5% de la superficie española tiene graves problemas de desertificación (7).

El Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND) establece dos estrategias fundamentales y complementarias (8):

1. La coordinación de políticas.
2. Acciones específicas de lucha contra la desertificación.

Objetivos

El objeto del presente trabajo es advertir de la necesidad de mejorar cualitativamente el tratamiento que se ofrece al recurso natural Suelo, en particular el suelo vegetal, en los proyectos y obras de Ingeniería Civil.

Se busca mejorar su consideración y análisis desde las fases de estudio anteriores a la de proyecto, y que la importancia de este recurso natural no sólo debe reconocerse por su contribución en la mejora de los resultados de las labores de restauración ambiental y paisajística de las infraestructuras.

Discusión

Tratamiento en el inventario de proyectos y magnitud del impacto sobre el suelo

El suelo es una variable ambiental que habitualmente recibe un tratamiento muy limitado en la mayoría de proyectos y estudios de impacto ambiental.

Rara vez se presentan datos de campo para su caracterización y, frecuentemente, se recurre a las mismas fuentes documentales en cualquier fase de estudio. En ocasiones la cartografía se reduce a la situación de un proyecto sobre esquemas provinciales.

Lo normal en otras variables ambientales es que se traten con más detalle conforme aumenta la escala cartográfica del proyecto.

En las obras de Ingeniería Civil, la importancia de la Geotecnia se evidencia desde las fases previas de estudio, se llevan a cabo intensas campañas geológicas que incluyen numerosos sondeos y calicatas (figura 2) en la localización de las alternativas de cualquier infraestructura. El análisis se completa con la interpretación de los datos de laboratorio y los trabajos de gabinete.

Ninguno de los recursos económicos ni materiales dedicados al anterior apartado se suele aprovechar para caracterizar la Edafología en el ámbito de este tipo de estudios. Quedan desaprovechados valiosos datos sobre las características del suelo y su capacidad agrológica.

Estudio de casos

En la tabla 1 se resumen los datos correspondientes al movimiento de tierras de dos tramos de autovías de diferente longitud y localización geográfica. Se presenta la cantidad de tierra vegetal reutilizable y los valores correspondientes a un novedoso concepto; la superficie potencial, que representan la cantidad del territorio cercano a una obra que podría ser tratado con la tierra vegetal excedente, empleando capas de 30 cm de espesor, como habitualmente se proponen en las zonas que se restauran en este tipo de proyectos. También se refleja el valor que la superficie potencial representa proporcionalmente respecto a la superficie ocupada por cada infraestructura.

TABLA 1

1. Proyecto de Construcción Circunvalación de Burgos BU-30. Tramo: Quintanadueñas-Villatoro y conversión en autovía del tramo Villatoro-Villimar de la Variante Norte de Burgos. 2. Proyecto de Construcción Autovía de la Plata. Tramo: Salamanca Sur-Cuatro Calzadas

FFCC	Long. (km)	Ocup. (ha)	TV (m ³)	TV utilizada (m ³)	TV sobrante (m ³)	Reutilización	Supf. Potencial	Supf. Potencial Relativa
3 – Valencia	7,9	47	245.000	181.000	64.000	74%	21 ha	45%
4 – Zaragoza	32,1	83	235.000	179.000	56.000	76%	19 ha	23%

Long: Longitud del tramo (km).

Ocup: Área desbrozada (hectáreas).

TV: Volumen (m³) de tierra vegetal obtenido en la obra.

TV utilizada: Volumen (m³) de tierra vegetal a conservar y reutilizar.

TV sobrante: Volumen (m³) de tierra vegetal a depositar en vertedero.

Reutilización: Proporción (%) de tierra vegetal reutilizada en zonas de la obra.

Supf. Potencial: Superficie (ha) potencialmente compensable con la extensión de una capa de tierra vegetal de 30 cm de espesor.

Supf. Potencial Relativa: Proporción (%) entre la Supf. Potencial y la superficie ocupada por la infraestructura.

La gestión del suelo y su reutilización

Las medidas correctoras más habituales para la protección y conservación de los suelos son:

1. Reducir las ocupaciones a las zonas estrictamente afectadas por las obras, mediante su jalonamiento.
2. La conservación de la capa superior de suelo vegetal mediante su acopio temporal en montones de 1,5 a 2 m de altura (figura 3), para reutilizarlos en las labores de restauración paisajística (figura 4). Se incluyen labores de siembra, riego y abonado para conservar sus propiedades cuando se almacene por largos períodos de tiempo.
3. La tierra vegetal excedente suele verse, sin más cuidados, como la última capa de los vertederos de obra.

La capacidad portante del suelo es un factor determinante al implantar una infraestructura de Ingeniería Civil. Para esta función no es apta la tierra vegetal y, normalmente es necesario sanear algo más en profundidad. Normalmente se catalogan como suelos inadecuados, desde este punto de vista, los horizontes 'A' (cuando existe) y 'B' del suelo.

Paradójicamente los horizontes más fértiles del suelo de un territorio afectado por una infraestructura son retirados y, en gran parte, depositados en un vertedero. Éste a su vez implica la ocupación de más suelo.

Sólo una parte de este recurso natural se reutilizará durante las labores de revegetación de algunas zonas afectadas por la obra, en los taludes, glorietas, mediana, zonas interiores de enlaces, etc.



Figura 3. Acopio de tierra vegetal en cordones junto a la plataforma de un tramo en obras de la Autovía del Cantábrico A-8 (Asturias)



Figura 4. Reextensión de tierra vegetal en el talud de un paso superior sobre la carretera autonómica BU-600 (Burgos)

Con el fin de complementar a las habituales medidas protectoras y correctoras, se considera conveniente promover la reutilización de todo el suelo vegetal obtenido en obra y de los materiales procedentes de desbroces. Para ello deben realizarse algunas actuaciones compensatorias sobre los terrenos adyacentes más erosionados. Se propone:

1. Como medida protectora frente a la pérdida de suelo y la erosión: astillar todos los restos vegetales obtenidos en los desbroces y su posterior reextensión por la superficie de montes o tierras de labor próximas, previo acuerdo con particulares y/o administraciones.

2. Como medida correctora: reutilizar toda la tierra vegetal obtenida (y circunstancialmente el horizonte 'B'), mediante su reextensión durante las labores de restauración ambiental y paisajística.
3. Como medida compensatoria: en casos graves de erosión, extender tierra vegetal sobre terrenos próximos y restauración de horizontes para reconstruir suelos vecinos dañados.

Conclusiones

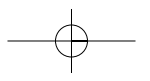
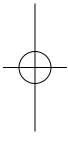
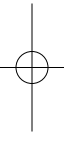
Los niveles de erosión y pérdida de suelo en España se corresponden con una situación alarmante.

La integración del PAND en el conjunto de Políticas debe ser adoptada en los Planes de Infraestructuras, y adaptada a nivel de estudios, proyectos y obras.

A pesar de algunas buenas prácticas para la conservación de suelo fértil durante las obras de grandes infraestructuras, se considera necesario un avance cualitativo y cuantitativo en el tratamiento de esta variable ambiental, así como la aplicación de criterios integrados desde las fases previas de estudio hasta la ejecución de las obras. Donde podrían llegar a aplicarse y diferenciarse medidas protectoras, correctoras y compensatorias sobre la variable estudiada.

Bibliografía

- (1) Plaster, E. J. (2000): *La ciencia del suelo y su manejo*, Ed. Paraninfo, Madrid.
- (2) Porta, J., et al. (2003): *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*, 3.ª edición, Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- (3) VV. AA. (2005): *Diccionario Forestal*, Sociedad Española de Ciencias Forestales, Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- (4) Ramos, A., et al. (2004): *Diccionario de la Naturaleza*, Ed. Espasa-Calpe, Madrid.
- (5) <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema01/factform.htm>;
- (6) http://unccd.int/convention/text/pdf/leaflet_eng.pdf;
- (7) http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/desertificacion/que_es_desertificacion.
- (8) http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/desertificacion/programa_desertificacion.



IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO SOBRE LA VEGETACIÓN Y EL SUELO COMO CONSECUENCIA DEL USO RECREATIVO EN “LAS TORCAS” DENTRO DEL MONUMENTO NATURAL DE LOS PALANCARES Y TIERRA MUERTA (CUENCA)

Lucas Borja, M. E.¹; Andrés Abellán, M.²; Del Cerro Barja, A.³;
López Serrano, F. R.⁴, y García Morote, F. A.⁵

^{1,2,3,4,5} Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete
Universidad de Castilla-La Mancha
Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad de Castilla-La Mancha - 02071 Albacete (España)
e-mail: manuelesteban.lucas@uclm.es

Resumen

En este trabajo se estudian los efectos de la actividad recreativa sobre la vegetación y la compactación del suelo en el Monumento natural de Palancares y Tierra Muerta (Cuenca). Para ello se ha llevado a cabo un muestreo de diferentes zonas en el que se ha hecho un seguimiento de la cobertura y las especies vegetales en transectos y de la compactación del suelo. Se ha observado la disminución de la cobertura vegetal y aumento de la compactación del suelo en determinadas zonas.

Palabras clave: Impacto en vegetación, áreas naturales, resistencia, gestión de visitantes.

Summary

This study examines the effects of leisure activities in the vegetation and soil compactation in the Monumento natural de Palancares y Tierra Muerta (Cuenca). Different sites were checked regarding vegetation composition and soil compactation. The effect of factors such as species and soil compactation was observed and was strongly influenced by human activity.

Key words: Vegetation impact, natural areas, resistance, visitor management.

Introducción

La creciente presencia de excursionistas en los espacios naturales está provocando el deterioro ecológico de muchos de estos lugares. Por ello es imprescindible conocer la afluencia de visitantes a un área natural y los impactos que ocasionan para gestionar el turismo de manera que no se degrade el medio a la vez que se satisface la demanda recreativa.

El monte de U.P. n.º 106, "Los Palancares y Agregados", posee, como consecuencia de su relativa cercanía a la ciudad de Cuenca y a su amplio abanico de posibilidades ecológicas, sociales y económicas, unas demandas y presiones superiores a las que posee un "monte tradicional". Se han venido desarrollando diferentes usos tradicionales paralelamente al maderero: el aprovechamiento de ganado bovino, ovino y equino; el uso recreativo; el aprovechamiento paisajístico, etc.

En este espacio forestal las formaciones vegetales dominantes son los pinares de pino laricio (*Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* (Dunal) Franco), los sabinars albares (*Juniperus thurifera* L.) y las masas mixtas de ambas especies, con presencia más o menos abundante de encinas (*Quercus ilex* L. ssp. *rotundifolia*), quejigos (*Quercus faginea* Lamb.) y enebros (*Juniperus oxycedrus* L.).

El principal reclamo turístico de la zona de estudio además de su paisaje y entorno natural, son los árboles singulares y las "Torcas". Estos elementos geomorfológicos son muy interesantes, ya que comenzaron a raíz de la última regresión del Mar de Thetis, antiguo mar mediterráneo, cuyo borde más occidental se encontraba situado en ésta zona de la serranía de Cuenca.

Objetivos

El objetivo del presente trabajo es realizar una primera aproximación de la magnitud del impacto generado sobre la vegetación y suelo en diferentes zonas del Monte de Utilidad Pública n.º 106, "Los Palancares y Agregados", incluido dentro del Monumento Natural denominado "Los Palancares y Tierra Muerta", en la Serranía de Cuenca, como consecuencia de las actividades recreativas que actualmente se desarrollan. Se presenta aquí una primera estimación y estudio preliminar de los datos obtenidos.

Resultados

Caracterización de la actividad turística

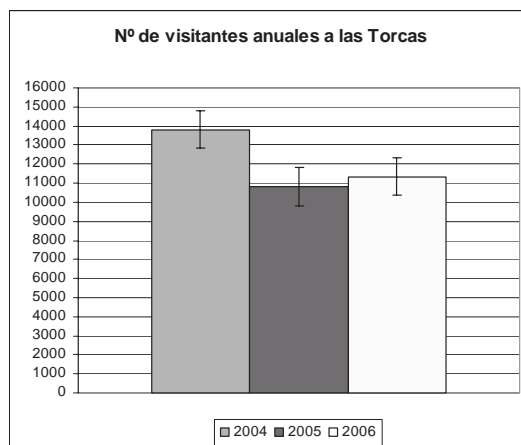
A lo largo del año son muchos los visitantes que vienen a realizar algunos de los recorridos que aparecen en la figura 1 y ver a su vez los árboles singulares.



Fuente: Ayuntamiento de Cuenca

Figura 1. Plano del recorrido por las torcas

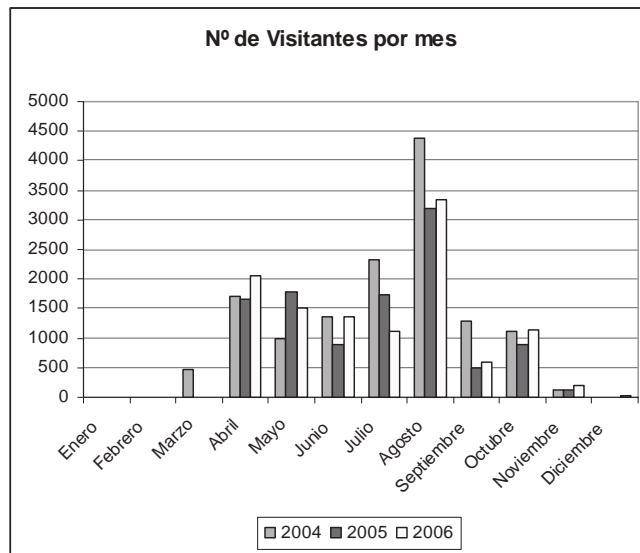
En concreto, y para el período estudiado (2004-2006), la evolución en el número de visitantes por año se aprecia en la figura 2:



Fuente: Delegación Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Cuenca y elaboración propia

Figura 2. Evolución anual del número de visitantes al Monumento natural "Los Palancares y Tierra Muerta"

Especialmente es en los meses de verano (junio, julio, agosto y septiembre) cuando se realizan el principal número de visitas. Así, el 69% de las visitas realizadas en 2004 fueron en ese mismo intervalo. En 2005 la cifra se situó en el 55% y en 2006 en el 52%.



Fuente: Delegación Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Cuenca y elaboración propia

Figura 3. Evolución mensual por año, del número de visitantes al Monumento natural "Los Palancares y Tierra Muerta"

La procedencia de los visitantes para los años 2005 y 2006 durante los meses de verano puede observarse en los siguientes gráficos:

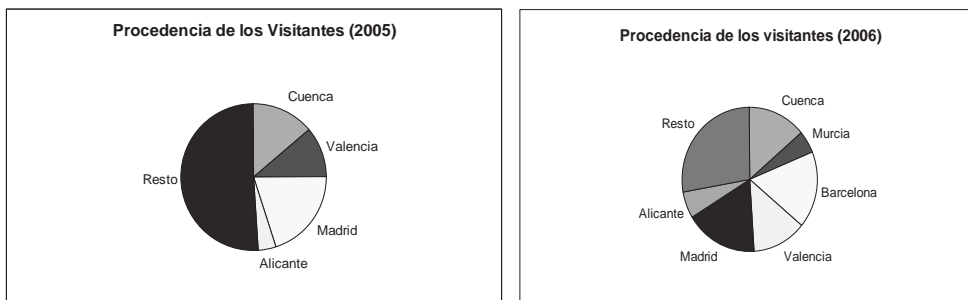


Figura 4. Procedencia de los visitantes Gráfica 1 al Monumento natural "Los Palancares y Tierra Muerta"

Impacto ambiental generado sobre la vegetación y el suelo

En la figura 5 se muestran los datos obtenidos en relación a la diversidad calculada a partir del índice de Shannon, número de especies y zona de inventario (1: Pino Abuelo, 2: Pino Candelabro, 3: Aparcamiento, 4: Torca Lobo, 5: Torca Honda, 6: Parcela de "bosque seminatural", 7: zona en la que se realizan actuaciones selvícolas):

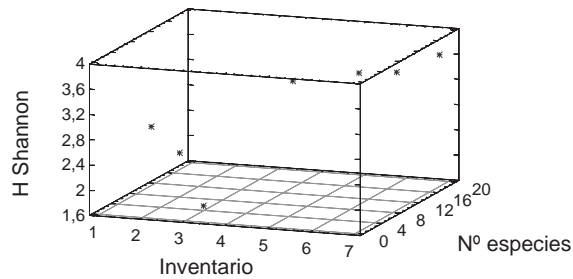


Figura 5. Gráfico de shannon frente a la zona y el número de especies

Un estudio de similaridad y de la comunidad vegetal, agrupa las zonas de estudio según el dendrograma que se muestra a continuación (figura 6):

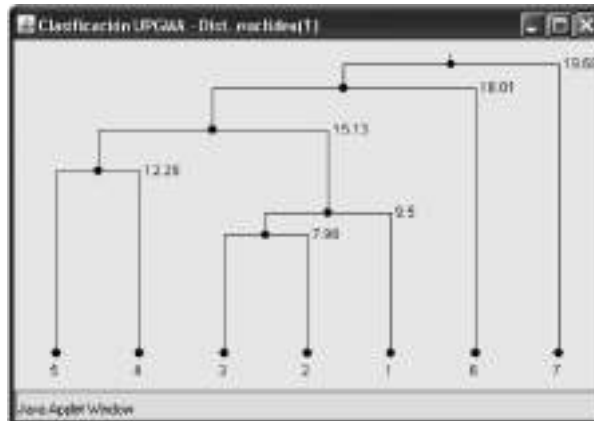


Figura 6. Dendrograma de clasificación de las zonas de estudio en función de las comunidades vegetales presentes

En relación a la compactación del suelo, la magnitud para cada zona de estudio aparece en la figura 7.

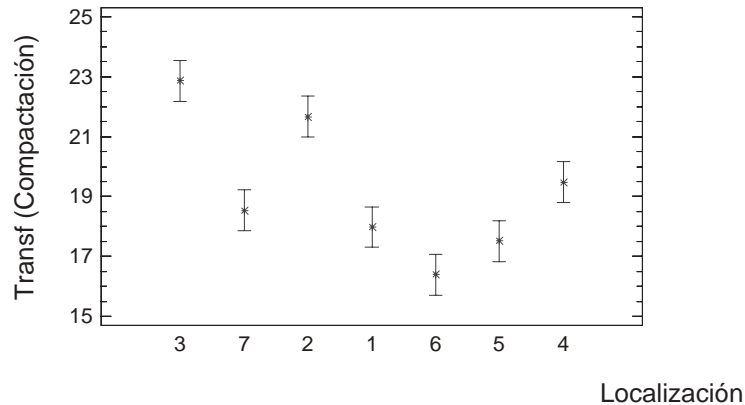


Figura 7. Niveles de compactación del suelo para cada zona

Resultados

Los visitantes al irrumpir en el medio natural pueden afectar a la vegetación de forma directa, dañándola y destruyéndola mecánicamente y de forma indirecta, por la alteración física del propio suelo que la sustenta. En relación a la vegetación, el efecto que se observa es una disminución o alteración de la composición florística y número. En cuanto al suelo, la pisada del hombre o rodadura de los vehículos, degrada la estructura del suelo y lo compacta (disminuye su porosidad y con ello la aireación y el drenaje).

A la vista de los resultados parece claro la agrupación existente entre los árboles singulares (zona de inventario 1 y 2) y el aparcamiento (3). Es en estas zonas, de menor superficie que las demás, donde encontramos un menor número de especies y diversidad unido a los mayores niveles de compactación del suelo, existiendo una diferencia significativa con otras zonas de estudio. La actividad recreativa, ha causado los mayores impactos en estas zonas.

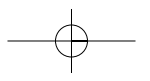
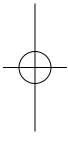
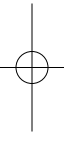
En el lado opuesto se sitúan las zonas 7 (intervenido: se realizan actuaciones selvícolas (claras, cortas de regeneración, etc.) y 6 (sumidero: Parcela de "bosque seminatural" en donde no se realiza ninguna actividad), como las que mayor número de especies y diversidad aportan. Aquí los niveles de compactación son bajos y medios, lo que indica que la diferenciación en el número y tipo de especies que aparecen entre ambas zonas, viene causado por otras condiciones, como, por ejemplo, la puesta en luz al realizar tratamientos selvícolas, presencia de ganado en la zona intervenida, condiciones aparecidas en un rodal seminatu-

ral, etc. Éstos son, por lo tanto, los elementos que pueden condicionar la presencia o ausencia de una determinada comunidad vegetal, perdiendo importancia la compactación del suelo.

En cualquier caso, y tras esta primera aproximación, el impacto generado sobre el suelo y la vegetación en las zonas de Las Torcas, no es tan importante como en el caso de los árboles singulares y aparcamientos. No obstante, se hace necesario un análisis más profundo de la estructura y composición de esas comunidades vegetales, así como de los condicionantes de cada zona de inventario (extensión, número de visitantes, organización del espacio, etc.). Después de este primer análisis queda clara la necesidad de seguir profundizando en el tema.

Bibliografía

- Andrés Abellán, M. (1998): *Estudio de impacto ambiental causado por el recreo en los chorros del río Mundo (Albacete) y proposición de medidas correctoras*. Tesis doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha.
- Blanco, R.; Benayas, J., y Ruiz, J. P. (1992): *Las actividades recreativas en los espacios naturales (REN) de Castilla-León*, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Castilla-León.
- Garrido, A.; Gómez-Limón, F. J.; De Lucio, J. V., y Múgica, M. (1994): *Aplicación del método del coste del viaje a la valoración de "La Pedriza", en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares en la provincia de Madrid*. En Azqueta, D. (ed.), *Valoración económica de la calidad ambiental (CL)*, McGraw Hill, pp. 122-130.



VALORACIÓN DE LOS EFECTOS AMBIENTALES DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SALOBRES

Molina Holgado, P.¹, y Berrocal Menárguez, A. B.²

¹ Universidad Autónoma de Madrid
Tel.: 91 497 37 71 - e-mail: pedro.molina@uam.es

² Ingeniería 75, S.A.
e-mail: abbbenarguez@ing75.com

Resumen

Se presenta la valoración de impactos ambientales de un proyecto de desalobración de aguas en la provincia de Alicante. Esta valoración se ha realizado estimando el efecto de las *acciones de proyecto* durante las fases de construcción y explotación. La identificación de elementos, desagregados en dos grupos correspondientes al medio natural y al medio socioeconómico, ha tratado de abarcar todos aquellos aspectos ambientales que se verán afectados por el proyecto. La estructura básica de este método de valoración, que por sus características posee elementos comunes con el de Batelle, se fundamenta en la propuesta ya realizada por los autores, cuyo principio básico es la comparación del valor ambiental del espacio objeto de actuación en situación *sin proyecto y con proyecto*; si bien, en este caso, se han realizado modificaciones sobre la propuesta original en lo relativo tanto a las *acciones de proyecto* como a los *elementos del medio* con la finalidad de ajustar ambos grupos de ítems a las características físicas del área de actuación y del espacio que se analiza. No obstante, se han mantenido en gran medida los *factores de impacto*, los causantes de las posibles disminuciones de valor o, en su caso, aumento del mismo.

Palabras clave: Desalobración, impacto, valoración, método

Abstract

Our study is focused on the evaluation of the environmental impact of a plan for desalination of brackish water in the province of Alicante (Spain). This study has been performed by estimation of the environmental consequences that arise during the phases of construction and exploitation. In order to facilitate the assessment of all the environmental aspects related to this project, we have established two main groups of study, firstly a group focused on the natural environment alterations and second a group to study the socioeconomic consequences. This evaluation method is based on that previously described by the authors. This method analysed several environmental features of the area, the subject of study before and after the development of a project with the possible environmental impact. Because of the importance of the regional environmental characteristics and to obtain an accurate evaluation of our study, we have added specific modifications to the first proposal related both to the action plan and the basic environmental elements. Despite these modifications, no significant changes have been introduced in the evaluation of the level of the connected environmental impact factors.

Key words: Desalination of brackish water, impact, evaluation, method.

Introducción

Esta comunicación recoge de manera abreviada el método empleado para la valoración de los efectos ambientales causados por un proyecto de desalobración en la Vega Baja del Segura (1), una actividad en auge en España que puede generar un buen número de problemas eco-paisajísticos relacionados con el uso del agua y la ocupación del territorio (2). Se basa en una propuesta previa de los autores (3, 4 y 5) que enlaza con otros métodos de amplia difusión citados en numerosos trabajos de síntesis (6, 7, 8 y 12). Con el fin de facilitar la comprensión del mismo y debido a las limitaciones del espacio disponible, se ha realizado una descripción muy breve de los pasos necesarios para valorar de manera semicuantitativa las afecciones ambientales. Finalmente se han incorporado los resultados obtenidos, así como una breve discusión de los mismos.

Objetivos

El objetivo de esta comunicación es presentar un método de valoración de impactos de fácil aplicación, pero que a su vez recoja la totalidad de afecciones que el proyecto pueda suponer sobre el medio natural y socioeconómico. Para ello se compara la situación sin proyecto con la que se presentaría una vez ejecutada y puesta en obra la planta de desalobración. Las pérdidas o/y incrementos de valores ambientales quedan reflejados de manera cuantitativa, facilitando la comprensión de los datos obtenidos. Se trata, por tanto, de traducir la información

tomada en campo y los modelos predictivos a una escala cuantitativa de fácil manejo e interpretación.

Material y métodos

Identificación de los elementos del medio y ponderación de su importancia relativa

La primera fase de este método ha consistido en la identificación de los elementos a valorar y de las acciones de proyecto (9, 10, 11 y 13). Una vez identificados aquellos, un panel de expertos les ha otorgado un valor en función de la importancia relativa de cada uno en el ámbito de actuación (tablas 1 y 2).

TABLA 1
Distribución de pesos por elementos/subelementos (medio natural)

ELEMENTO-SUBELEMENTO (Ve)	PESO (Vp)
ATMÓSFERA	3
CALIDAD DEL AIRE	1
CALIDAD ACÚSTICA	1
SUELOS	4
EROSIÓN	2
CALIDAD AGROLÓGICA	2
RELIEVE	6
NATURALIDAD	2
ESTABILIDAD	2
PUNTOS DE ESPECIAL INTERÉS	2
AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS	19
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS ACUÍFEROS	4
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS ACUÍFEROS	4
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS CURSOS FLUVIALES	4
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS ZONAS HÚMEDAS	7
FLORA Y VEGETACIÓN	13
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES ACUÁTICAS Y TERRESTRES	2
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES MARINAS	3
DIVERSIDAD GLOBAL DE LAS COMUNIDADES TERRESTRES Y ACUÁTICAS	2
SUPERFICIE	2
ELEMENTOS DE ESPECIAL INTERÉS	4
FAUNA	13
INVERTEBRADOS	2
PECES	2
ANFIBIOS Y REPTILES	2
AVES	2
MAMÍFEROS	1
ELEMENTOS DE ESPECIAL INTERÉS	4
PAISAJE	6
CALIDAD ESTÉTICA	2
COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL	2
NATURALIDAD	2
TOTAL (ΣVp)	88

TABLA 2
Distribución de pesos por elementos/subelementos (medio socioeconómico)

ELEMENTO-SUBELEMENTO (Ve)	PESO (Vp)
VÍAS PECUARIAS	3
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	2
TRANQUEABILIDAD	1
VÍAS DE COMUNICACIÓN	7
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS	4
TRANQUEABILIDAD	3
OTRAS INFRAESTRUCTURAS	7
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS	7
PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	5
FACTORES Y PUNTOS DE INTERÉS	5
USOS AGRÍCOLAS	19
ABASTECIMIENTO HÍDRICO A CULTIVOS	5
DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS	6
TIPOS DE CULTIVOS	2
DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE REGO	3
SUPERFICIE AGRARIA LITE	3
OTROS USOS	3
EXPLOTACIONES SALINERAS	2
PESCA	1
RENES CATASTRALES	3
PROPIEDAD DEL SUELO	3
ESPACIO CONSTRUIDO	10
NÚCLEOS Y AGREGACIONES DE VIVIENDAS	7
CONSTRUCCIONES AISLADAS	3
CONTORNOS	6
NIVEL DE RUIDO	2
CALIDAD VISUAL	2
CALIDAD DEL AIRE	2
TOTAL (ΣVp)	88

Valoración de impactos

La valoración de impactos se calcula comparando la situación sin proyecto (V) con la situación con proyecto (V_i). Así, el impacto ambiental global se expresa como diferencia de las valoraciones en cada una de las situaciones ($I_a = V - V_i$), siendo V , por tanto, el resultado de la suma de los pesos atribuidos a todos los subelementos del medio ($\sum V_p$) en situación sin proyecto. Por su parte, V_i es la valoración global de los subelementos del medio en situación con proyecto. En el cálculo de V_i intervienen cinco factores de impacto.

Factores de impacto

El grado de afección de cada acción considerada a cada uno de los subelementos se realiza ponderando sus efectos mediante el uso de cinco factores de impacto (F_n), cada uno de los cuales posee a su vez un peso en una escala que oscila entre *impacto nulo* e *impacto máximo*. El "valor" ambiental de un subelemento cualquiera en situación con proyecto para una acción determinada (V_{ei}) resultaría de la siguiente expresión: $V_{ei} = \sum p \cdot F_n$ o, lo que es lo mismo, $V_{ei} = \sum V_{eip}$, siendo p el peso atribuido a cada subelemento, F_n el grado de impacto estimado para cada uno de los cinco factores considerados y V_{eip} el valor parcial de cada subelemento para la acción considerada en uno de los factores de impacto observados. Finalmente, el valor ambiental de un elemento en situación con proyecto para una acción determinada (V_{ia}) resultaría de la siguiente expresión $V_{ia} = \sum V_{ei}$. Los valores atribuidos a los grados de cada factor de impacto se detallan en la tabla 3.

TABLA 3
Distribución de valores por factores de impacto

FACTORES DE IMPACTO	VALOR
FACTOR 1: INTENSIDAD (F_{n1})	
F1.1 MUY ALTA NEGATIVO	0.000
F1.2 ALTA NEGATIVO	0.100
F1.3 MEDIA NEGATIVO	0.300
F1.4 BAJO NEGATIVO	0.500
F1.5 MUY BAJO-INAPRECIABLE	0.400
F1.6 BAJO POSITIVO	0.500
F1.7 MEDIO POSITIVO	0.600
F1.8 ALTO POSITIVO	0.700
F1.9 MUY ALTO POSITIVO	0.800
FACTOR 2: DURACIÓN (F_{n2})	
F2.1 PERMANENTE (-)	0.000
F2.2 LARGA DURACIÓN (-)	0.025
F2.3 MEDIA DURACIÓN (-)	0.050
F2.4 OCASIONAL (-)	0.075
F2.5 INAPRECIABLE	0.100
F2.6 OCASIONAL (+)	0.125
F2.7 MEDIA DURACIÓN (+)	0.150
F2.8 LARGA DURACIÓN (+)	0.175
F2.9 PERMANENTE (+)	0.200

TABLA 3 (Continuación)
Distribución de valores por factores de impacto

FACTOR 3: CERTIDUMBRE (Fn3)			
F3.1 MUY ALTA (-)	0,000		
F3.2 ALTA (-)	0,025		
F3.3 MEDIA (-)	0,050		
F3.4 BAJA (-)	0,075		
F3.5 MUY BAJA (+/-)	0,100		
F3.6 BAJA (+)	0,125		
F3.7 MEDIA (+)	0,150		
F3.8 ALTA (+)	0,175		
F3.9 MUY ALTA (+)	0,200		
FACTOR 4: CAPACIDAD DE ABSORCIÓN (Fn4)		-	+
F4.1 NILA	0,000	0,00	
F4.2 BAJA	0,050	0,250	
F4.3 MEDIA	0,100	0,300	
F4.4 ALTA	0,150	0,350	
F4.5 MUY ALTA	0,200	0,400	
FACTOR 5: MEJORA ESTIMADA POR MEDIDAS CORRECTORAS (Fn5)		-	+
F5.1 NILA	0,000	0,000	
F5.2 BAJA	0,050	0,250	
F5.3 MEDIA	0,100	0,300	
F5.4 ALTA	0,150	0,350	
F5.5 MUY ALTA	0,200	0,400	
I Fn1-5	1,000		
I Fn4-9	2,000		

Impacto final

El impacto final sobre el conjunto de subelementos para todas las acciones consideradas (V_i) resultaría de la expresión $V_i = \sum V_{ia}/n$, siendo V_{ia} el valor ambiental de un elemento en situación con proyecto para una acción determinada y n el número acciones consideradas, en este caso $n = 14$.

La tabla 4 refleja de manera fácilmente comprensible el método de valoración seguido para el elemento flora y vegetación. En este ejemplo, en concreto en el subelemento *estructura y composición de las comunidades terrestres y acuáticas*, se aprecia una disminución del valor superior al 50%, ya que se ha considerado que la acción de proyecto elegida en este caso causará un impacto negativo de intensidad moderada, larga duración, media certidumbre, baja capacidad de absorción e igualmente baja capacidad de recuperación una vez desarrolladas las posibles medidas correctoras.

Escalas de medida

En cuanto a las escalas utilizadas para mostrar el descenso o el incremento de valor los distintos elementos del medio debido a la incidencia de las acciones de proyecto, los resultados se muestran en dos escalas. La primera es una escala 0-130:

en ella el valor 0 indicaría afección negativa máxima, 65 afección nula y 130 afección positiva máxima. Como es lógico, el grado de afección nula es aquel en el que no se produce modificación sustancial respecto a la situación preoperacional, de ahí que haya coincidencia entre ese valor y el atribuido al medio en la situación *sin proyecto*. La afección negativa, obtenida de la manera ya indicada, mostraría un descenso del valor 65, mientras que el incremento de valor

TABLA 4
Impactos de la acción excavación de zanjas (captación de aguas salobres) sobre el elemento flora y vegetación

	P	FACTORES DE IMPACTO (Fi) Y VALOR PARCIAL POR FACTOR (Vei)					Valor final del subelemento en situación con proyecto (Vef)	
		F1	F2	F3	F4	F5		
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES TERRESTRES Y ACUÁTICAS	2	Fi	0,20	0,025	0,05	0,05	0,05	0,75
		Vei	0,40	0,050	0,10	0,10	0,10	
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES MARINAS	3	Fi	0,40	0,10	0,10	0,20	0,20	3,00
		Vei	1,20	0,30	0,30	0,60	0,60	
DIVERSIDAD GLOBAL DE LAS COMUNIDADES TERRESTRES-ACUÁTICAS	2	Fi	0,30	0,025	0,05	0,05	0,05	0,95
		Vei	0,60	0,05	0,10	0,10	0,10	
SUPERFICIE	2	Fi	0,20	0,025	0,05	0,10	0,05	0,95
		Vei	0,40	0,050	0,10	0,20	0,20	
ELEMENTOS DE ESPECIAL INTERÉS	4	Fi	0,15	0,00	0,05	0,10	0,15	1,80
		Vei	0,60	0,00	0,20	0,40	0,60	
Valor global del elemento "flora y vegetación" en situación sin proyecto para la acción analizada (Ve)							13,00 (10)	
Valor global del elemento "flora y vegetación" en situación con proyecto para la acción analizada (Vla)							7,45 (5,73)	

registraría por su parte un aumento con límite máximo 130 puntos. Esta escala 0-65-130, así como su conversión a una escala 0-10-20, la segunda escala empleada, se muestran en la tabla posterior, indicando además una clasificación cualitativa en la que se identifican cinco niveles de impacto, así como sus correspondientes rangos.

TABLA 5
Grados semicuantitativos y cualitativos de impactos negativos (-) e impactos positivos (+)

IMPACTOS NEGATIVOS		
ESCALA 0-65	ESCALA 0-10	ESCALA CUALITATIVA
(0-6,5]	[0-1]	CRÍTICO (-)
(6,5-13]	[1-2]	
(13-19,5]	[2-3]	
(19,5-26]	[3-4]	ALTO
(26-32,5]	[4-5]	MEDIO
(32,5-39]	[5-6]	
(39-45,5]	[6-7]	BAJO
(45,5-52]	[7-8]	MUY BAJO
(52-58,5]	[8-9]	
(58,5-65]	[9-10]	
IMPACTOS POSITIVOS		
ESCALA 65-130	ESCALA 10-20	ESCALA CUALITATIVA
(65-71,5]	[10-11]	MUY BAJO (+)
(71,5-78]	[11-12]	BAJO (+)
(78-84,5]	[12-13]	
(84,5-91]	[13-14]	MEDIO (+)
(91-97,5]	[14-15]	
(97,5-104]	[15-16]	ALTO (+)
(104-110,5]	[16-17]	MUY ALTO (+)
(110,5-117]	[17-18]	
(117-123,5]	[18-19]	
(123,5-130]	[19-20]	

Resultados y discusión

Este método permite obtener valoraciones parciales del medio socioeconómico y natural durante las fases de construcción y explotación, y con ello, es posible calificar globalmente el impacto ambiental de la actuación analizada. En este caso resulta una afección muy baja, produciéndose los mayores impactos durante la fase de explotación.

No obstante es preciso y muy importante matizar estos resultados ya que se trata de valores medios que enmascaran diferencias en los valores parciales, en algunos casos muy notables. En la fase de construcción el alcance e intensidad de los impactos es muy bajo, tanto en el medio natural como en el socioeconómico. En esta fase, la dispersión de los resultados es baja, siendo los valores de CV% del valor promedio del medio natural y socioeconómico, respectivamente, de 7,29 y 5,62. Sin embargo, la variabilidad es mayor en los resultados relativos a la fase de explotación, especialmente los referidos al medio natural. En este caso, el valor promedio registrado $8,31 \pm 2,137$ es indicativo de *impacto muy bajo*, pero este dato oculta importantes descensos de valor parciales que se compensan en la valoración final con los elevados registros marcados por el total de variables. En efecto, sobre el conjunto de 275 valoraciones realizadas de acción-subelemento, 205 registran valores propios de impacto muy bajo, 17 de impacto bajo, 27 de impacto medio, 16 de impacto alto y 10 de impacto crítico. Por este motivo, aun-

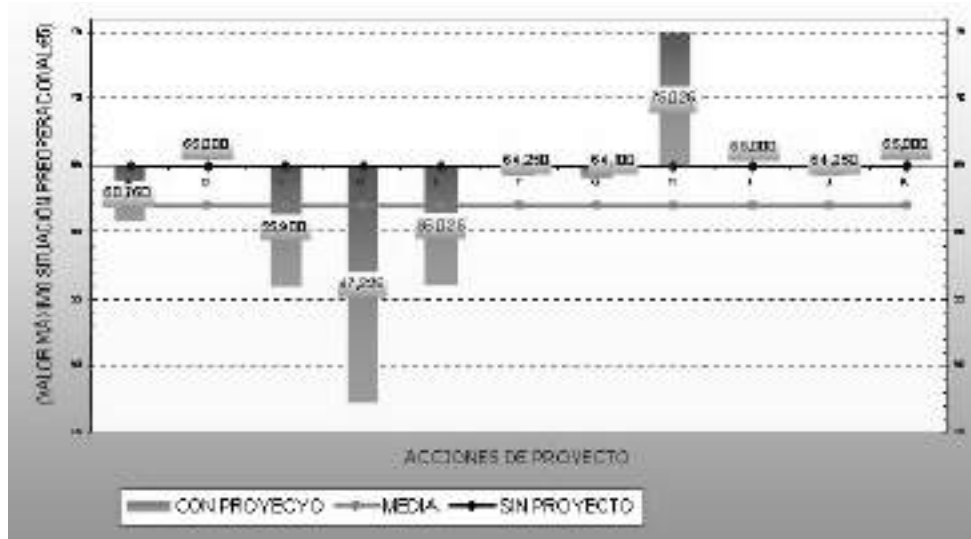


Figura 1. Valor estimado en situación sin proyecto y con proyecto (medio socioeconómico) (fase de explotación)

TABLA 7
Valor ambiental sin proyecto-con proyecto

	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	
		FASE CONSTRUCCIÓN	FASE EXPLOTACIÓN
MEDIO NATURAL	65 (10)	61.87 (9.52)	53.99 (8.31)
MEDIO SOCIOECONÓMICO	65 (10)	61.37 (9.44)	62.05 (9.56)

* Entre paréntesis escala 0-10

TABLA 8
Descensos de valor en % estimados

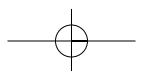
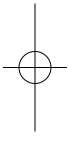
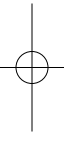
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	
		FASE CONSTRUCCIÓN	FASE EXPLOTACIÓN
MEDIO NATURAL	100%	-0.48%	-1.69%
MEDIO SOCIOECONÓMICO	100%	-0.56%	-0.45%

que el grado de impacto sobre el medio natural durante la fase de explotación haya sido considerado como *muy bajo*, el hecho de que existan 10 impactos críticos aumenta considerablemente la afección negativa del proyecto. Debe considerarse además que estos impactos críticos afectan en la mayoría de los casos a elementos amparados por acuerdos de protección y conservación que se enmarcan, entre otros, en compromisos legales derivados de la vinculación del Estado español a la Unión Europea.

En definitiva, en lo que se refiere al medio natural y en concreto a los elementos flora-vegetación y fauna, el desarrollo del proyecto es incompatible con el mantenimiento de sus actuales valores.

Bibliografía

- (1) Molina Holgado, P., y Berrocal Menárguez, A. B. (2006): *Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Informativo de la planta desalobradora de Guardamar de Segura (Alicante) (colector de evacuación de aguas salinas en la Vega baja y Desalobradra)*. Informe inédito. AcuaMED., S.A.
- (2) Berrocal Menárguez, A. B.; Molina Holgado, P., y Arenillas Parra, M. (2006): *Los efectos ambientales del proceso de desalobración*, II Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente, Zaragoza.
- (3) Molina Holgado, P., y Berrocal Menárguez, A. B. (2006): *Una propuesta de valoración de la impactos basada en la calidad ecopaisajística: aplicación a los cursos fluviales de la Sierra de Guadarrama (Madrid)*, Libro de Actas III Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Madrid.
- (4) Molina Holgado, P., y Berrocal Menárguez, A. B. (2004): *Los paisajes del agua en el ámbito territorial del PORN de la Sierra de Guadarrama (Comunidad de Madrid)*. Informe inédito, Consejería de Política Territorial, Comunidad de Madrid.
- (5) Molina Holgado, P., y Jaramillo, A. (2001): *La evaluación de los aspectos ambientales en las obras hidráulicas. Síntesis y Guía Metodológica*, en DGOHCA: *Las obras hidráulicas y el medio ambiente*, Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- (6) Arce Ruiz, R. (2002): *La evaluación de impacto ambiental en la encrucijada. Los retos del futuro*, Ecoiuris, Madrid.
- (7) Gómez Orea, D. (1999): *La evaluación de Impacto ambiental*, Editorial Agrícola, Madrid.
- (8) Conesa Fernández-Vitoria, V. (1997): *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*, Editorial Mundi-Prensa, Madrid.
- (9) Medina San Juan, J. A. (2000): *Desalación de aguas salobres y de mar. Ósmosis Inversa*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- (10) Box Amorós, M. (2004): *Humedales y áreas lacustres de la provincia de Alicante*, Publicaciones Universidad de Alicante, Alicante.
- (11) Justo Alpañés, J. L., y Vázquez Carretero, N. J. (2004): "Subsidencia unidimensional no lineal en un suelo saturado. Aplicación al casco urbano de Murcia", *Revista de Obras Públicas*, n.º 151, págs. 51-64.
- (12) VV.AA. (2004): *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- (13) Al-Sulaimia, J.; Viswanathana, M. N.; Najia M., y Sumaitb, A. (1995): "Impact of irrigation on brackish ground water lenses in northern Kuwait", *Agricultural Water Management*, vol. 31. n.º 1.



EL CONCEPTO DE PAISAJE TERRITORIAL COMO INSTRUMENTO DE GESTIÓN Y EVALUACIÓN TERRITORIAL Y AMBIENTAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS MEDITERRÁNEAS; ENSAYO DE APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO BULLAQUE (MONTES DE CIUDAD REAL)

Muñoz-Rojas Morenés, J.

Departamento de Ingeniería Geológica y Minera
Facultad de Ciencias del Medio Ambiente - UCLM
Avda. Carlos III, s/n. - 45071 Toledo
e-mail: jose.munozrojas@uclm.es

Resumen

La gestión integrada o multidisciplinar de cuencas hidrográficas en territorios heterogéneos, como son las zonas de montaña media mediterránea, es un ejercicio complejo donde las interrelaciones entre cada uno de los factores (físicos y humanos) con el resto determinan los diferentes paisajes que van a aparecer. El concepto de paisaje se usa, por tanto, más que como fin en sí mismo, como elemento de diagnóstico, y cumple la finalidad de evaluar el grado de conservación de los ecosistemas de este tipo de zonas. No obstante, estos paisajes presentan una capacidad de atracción y generación de riqueza que les convierte en un bien a preservar. En la presente comunicación se desarrolla, mediante herramientas SIG (véctor, raster, hidrográficas, fotogramétricas y de análisis geodinámicos), el concepto de paisaje territorial (9) como acepción o perspectiva idónea para la aplicación de este tipo de herramientas a la hora de elaborar unidades territoriales homogéneas que tengan utilidad para la ordenación territorial en cuencas hidrográficas. Dicha metodología se ensaya para la cuenca del río Bullaque (Ciudad Real), estudiando su aplicabilidad a políticas como las de desarrollo rural, evaluación del impacto ambiental y planificaciones territoriales y sectoriales, tomando como base la normativa vigente en la zona.

Palabras clave: Paisaje territorial, Sistemas de información geográfica, Cuencas hidrográficas, Gestión territorial integrada.

Abstract

Integrated or multi-disciplinary management of hydrographic basins in heterogeneous territories, such as the Mediterranean medium mountain zones, is a complex task on which interrelations between each different factor (both physical and human) within the rest of them determine the diverse landscapes that might be found. The concept of landscape is used, therefore, more than as an aim itself, as an element useful for diagnosis accomplishing the objective of evaluating the degree of conservation of climatic ecosystems existing in this type of areas. Nevertheless these landscapes present a capacity of attracting and generating wealth that turns them into a territorial and economic value that must be preserved. On the present communication there is developed, using GIS tools (all vector, raster, photogrammetric and geodynamics-oriented) the concept of territorial landscape (9) as the ideal perspective to apply this type of tools in order to design homogeneous territorial units that might be used for regional planning of hydrographic basins located in Mediterranean environments. This methodology is applied to the Bullaque river basin (Ciudad Real) analyzing their applicability to policies such as those related to rural development, environmental impact evaluation and assessment and territorial and sectorial planning, based upon legislation approved for the area.

Keywords: Territorial landscape, Geographic information systems, Hydrographic basins, Integrated territorial management.

Introducción y objetivos

El presente trabajo se enmarca en un contexto territorial, la zona de montaña media mediterránea correspondiente a los Montes de Toledo-Ciudad Real (comunidad autónoma de Castilla-La Mancha), que responde a una serie de deficiencias tanto socioeconómicas como de medios disponibles para el desarrollo sostenible de la misma, y que son comunes a dicho tipo de espacios o territorios. Entre las deficiencias encontradas en la misma destaca aquella referente a la calidad y cantidad de la información que sobre la misma se encuentra disponible. En una sociedad que como la actual se ha llegado a definir como la "Sociedad de la Información y el Conocimiento" (6), ambos factores resultan las piezas fundamentales en el desarrollo de las sociedades y los territorios, por lo que las deficiencias encontradas en la información existente sobre un territorio resultan claves para comprender su atraso o subdesarrollo relativo.

La cuenca del río Bullaque se localiza en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha (región de nivel NUTS-2), y dentro de la misma en la zona comprendida entre el Noroeste de la provincia de Ciudad Real y el Suroeste de la de Toledo. Desde el punto de vista comarcal o de unidades político-territoriales subregionales (nivel NUTS-3), el organismo CEDERCAM (Centro para el Desarrollo

Rural de Castilla-La Mancha) ha definido las mismas para la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha atendiendo tanto a una base de la homogeneidad física del territorio, como de la realidad social y económica de las mismas, con el objeto de identificar zonas prioritarias a la hora de acometer las políticas de desarrollo regional ya mencionadas anteriormente. De acuerdo con ello la cuenca del río Bullaque se va a encontrar ubicada en un área que comprende las comarcas de Cabañeros, Montes Norte y Montes de Toledo.

A un nivel físico la cuenca del río Bullaque se ubica en una zona de montaña media mediterránea, con los consecuentes problemas inherentes a este tipo de territorios (despoblación y envejecimientos demográficos, déficit de equipamientos e infraestructuras básicos, abandono de tierras e incremento de procesos erosivos y de desertización derivados, estancamiento social, económico y cultural) y, que en consecuencia, se pueden definir como territorios con una alta vulnerabilidad social frente a los riesgos naturales y con una alta fragilidad paisajística (5). En cuanto a la caracterización topográfica general de la cuenca objeto de estudio se puede decir que está constituido por un relieve de sierras medias, penillanuras y vegas altas con cotas que se sitúan entre los 400 m de altitud sobre el nivel del mar en las vegas altas del Guadiana, (situadas entre 20 y 40 km al oeste y suroeste de la cuenca de estudio) y las mayores cotas que se van a alcanzar con puntos cercanos a los 1.500 m en el sector noroccidental de los Montes de Toledo (situados al Norte y Noreste de la cuenca objeto de estudio).

Con el fin de asegurar la máxima calidad del análisis de dicha cuenca uno de los objetivos prioritarios fue la clasificación y calificación de los tipos de información cartográfica y alfanumérica de base disponibles para la zona de estudio mediante la evaluación de la calidad de los datos: análisis del origen y las causas de los diferentes tipos de errores posibles (con especial énfasis en los errores cometidos por el usuario en el trabajo con cartografías de diferentes escalas de origen). Dicho análisis es un proceso asociado a la delimitación de unidades territoriales homogéneas (en este caso son unidades de paisaje territorial) que sirven de base para los estudios de ordenación del territorio, planificaciones sectoriales o temáticas, estudios de impacto ambiental, análisis de riesgos naturales, estudios del paisaje y los planes y políticas de desarrollo rural.

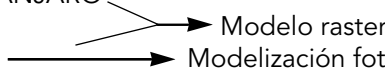
Para llevar a cabo este objetivo se realizó, en primer lugar, un repaso de las diferentes metodologías disponibles para la elaboración de dichas unidades y la elección de la que mejor se adapta al tipo de información de partida disponible en la zona de estudio.

Por otra parte, se llevó a cabo un estudio del efecto del "factor escala" sobre los análisis de las unidades territoriales homogéneas y se evaluó la capacidad de los Sistemas de Información Geográfica (modelos de datos raster y vectoriales) para la elaboración y el diagnóstico de dichas unidades mediante la aplicación de los diferentes tipos de análisis posibles con dichos instrumentos (análisis espaciales básicos y geoestadísticos complejos).

Metodología y resultados

Delimitación de la cuenca del río Bullaque

Para la delimitación de la cuenca de estudio y de acuerdo con la metodología de análisis propuesta para el conjunto del trabajo, en la que se apostaba por la combinación de diferentes métodos de análisis para la elección posterior de aquellos que resultaran más eficientes y siempre mediante el uso de técnicas digitales o automáticas, la delimitación de la cuenca se llevó a cabo a partir del Modelo Digital del Terreno a escala 1:25.000 del IGN (1999-2005) mediante la aplicación simultánea de los siguientes programas;

- HEC-geoHMS (acoplado sobre Arc-view 3.2) → Modelo vectorial.
 - IDRISI KILIMANJARO
 - TAS
 - MICRODEM → Modelización fotogramétrica y geodinámica.
- 

El primer paso necesario era adaptar la cartografía de partida (MDT 1:25.000) a la escala óptima de trabajo elegida (1:50.000) mediante la transformación del grid original a la resolución de salida (50 m) y la extracción de las isohipsas de 20 m, tras lo cual se delimitó la cuenca de manera paralela mediante IDRISI, TAS y HEC-GEOHMS. Tras descartar la delimitación efectuada por el modelo TAS por resultar demasiado complejo (el número de succuencas delimitadas resultaba excesivo) las subcuencas obtenidas mediante la aplicación de los otros dos programas se superpusieron finalmente a aquellas delimitadas por el CEDEX a escala 1:200.000. Una vez superpuestos entre sí se comprobaron una serie de errores, entre los que destacan la incapacidad de Hec-GeoHMS para operar en zonas llanas, los errores cometidos por el CEDEX en la delimitación de cuencas (de casi 27 km² en el área total de la cuenca con respecto a aquella delimitada por métodos automáticos) y el nivel de las diferencias encontrados en el uso de un modelo raster y otro vectorial, que llegó a estimarse hasta los 3,5 km de diferencia máxima.

Una vez efectuada la superposición se generó el estereo-anaglifo de la zona completa mediante el programa MICRODEM, y éste fue superpuesto a las dos delimitaciones de la cuenca del río Bullaque efectuadas con el fin de ajustar los límites de la misma en aquellas zonas donde ambas delimitaciones no coincidieran. Finalmente se obtuvo la delimitación definitiva sobre la que se deberían definir las unidades homogéneas territoriales homogéneas a extraer mediante la superposición de las diferentes capas temáticas disponibles.

Análisis de las capas de información de base y de la metodología territorial

Toda vez que fue recopilada la información y clasificada en función de los parámetros anteriormente citados, fue comprobado el hecho de que la mayoría

de información disponible lo estaba en formato vectorial (e-00, shp, dgn y dxf), se decidió optar por un sistema de información geográfica diseñado para operar con el dicho modelo de datos (Arc-view 3.2) para la elaboración de la información de base correspondiente a la cuenca del río Bullaque que ya se encontraba delimitada sobre este mismo formato.

Al ir recortando y organizando la información disponible para cada una de las capas definidas el primer problema que se evidenció fue la imposibilidad de generar algunas de dichas capas a la escala de trabajo elegida (1:50.000), dada la disponibilidad de información original incompleta para el conjunto de la cuenca. Esto motivó la decisión de utilizar simultáneamente dos escalas de análisis diferentes (1:50.000 y 1:200.000) con el fin de poder utilizar la totalidad de las capas temáticas propuestas. La ventaja evidente de este sistema es la posibilidad de comprobar el "efecto escala" o, lo que es lo mismo, las diferencias encontradas en la cartografía realizadas a diferentes escalas y que generalmente se deben al mayor grado de simplificación existente cuanto menor es la escala. A partir de aquí, y para cada una de las capas, se extrajo la cartografía posible a la escala adecuada, así como los diferentes datos relativos a cada una de las categorías elaboradas y que fundamentalmente se refieren a la extensión total y relativa al área de la cuenca ocupada por cada categoría o clase considerada, las características topográficas de las mismas y las áreas resultantes de la superposición entre diferentes capas temáticas.

Uno de los problemas claves encontrados en muchas de las capas resultó ser el alto nivel de complejidad encontrado en la codificación de las categorías originales. Por ello se decidió simplificar las mismas en función de un criterio que respondiera al objetivo principal del trabajo (la generación y delimitación de las unidades territoriales homogéneas).

En cuanto a la metodología de elaboración de las unidades territoriales homogéneas se eligió una metodología de tipo analítica o paramétrica, a partir de la cual la aproximación al tipo de información que pueda extraerse de dichas unidades debe responder, por lógica, a un criterio holístico o sistémico (2) que considere a cada elemento del medio en su relación mutua con el resto. Para conseguir dicho propósito se optó por elegir de entre todas las posibilidades epistemológicas existentes para la definición de dichas unidades (y dadas las características generales de la zona mediterránea en que se incluye la cuenca y que se caracteriza por la alta influencia del hombre sobre el medio) por un criterio que integrase al hombre en la configuración de dichas unidades, lo que implicaba adoptar como base a aquellos planteamientos paisajísticos o geosistémicos que definen al concepto general "Paisaje" en su acepción fisiográfica o de "Paisaje Territorial" (10).

La aplicación de los criterios establecidos concluyó en la elaboración de una serie de capas temáticas de información de la cuenca del río Bullaque, algunas de las cuales se descartaron para su inclusión en las unidades territoriales homogéneas por una serie de problemas que quedan resumidos en los siguientes puntos:

- La información de partida elaborada por el organismo productor difiere de aquella suministrada en los datos adjuntos.
- Los momentos de toma de datos y los autores (por tanto, también los criterios de interpretación, que a veces son bastante subjetivos) de la cartografía difieren.
- Algunos datos de partida resultan estadísticamente inaceptables por el alto número de lagunas informativas existentes en las mismas.
- La escala original de cada mapa a veces no coincide con el nivel de detalle y de simplificación que representan dichos mapas.

Una vez analizada la validez y utilidad de todas las capas disponibles, y en función de los criterios paisajísticos o geosistémicos establecidos, se decidió elegir entre todas ellas a dos que sirvieran, respectivamente, como soporte o base sobre las que elaborar las unidades territoriales homogéneas y que resultaron ser, por su carácter de elemento vertebrador o determinante del tipo de paisaje (elementos estructurantes del paisaje), la capa de unidades lito-morfográficas elaborada a partir de la pendiente media extraída para cada unidad litológica de síntesis a escala 1:200.000 (3), y para la escala 1:50.000 el mapa de paisajes vegetales (figura 1), cuyas categorías fueron elaboradas en función del grado de "naturalidad" o "antropización" (2) de cada una de las categorías iniciales.

Diseño y delimitación de las unidades de paisaje territorial finales

Una vez que fueron definidos tanto el tipo de criterio seleccionado para la elaboración de las unidades finales (delimitar los paisajes territoriales), el modelo de datos ideal para la elaboración de las mismas (vectorial) como las diferentes escalas a la que es posible hacerlo en función de la cartografía de partida y del nivel de detalle deseado para dichas unidades (1:50.000 y 1:200.000), el siguiente paso lógico debía ser la enumeración y valoración de los diferentes mapas elaborados con el fin de estimar su utilidad para la elaboración de las unidades territoriales homogéneas a las dos escalas de trabajo.

A partir de dichos mapas, y empezando por las unidades a escala 1:50.000, se analizó tomando como punto de partida el criterio paisajístico asignado a las unidades finales, la utilidad de cada uno de los mapas, tras lo cual se dedujo que para dicha escala la opción más razonable consistía en utilizar los paisajes vegetales elaborados como unidades territoriales homogéneas finales a dicha escala (figura 1). Para llegar a dicha conclusión se partió, por un lado, la falta de correlación entre los paisajes vegetales elaborados y los usos forestales con que teóricamente se debía corresponder cada tipo de paisaje (lo que se explica partiendo de la base de que las capas cartográficas de base usadas para elaborar ambos mapas se corresponden con años diferentes, lo que va a confirmar la necesidad de establecer unos criterios de simultaneidad en el trabajo con varias capas simultáneamente).

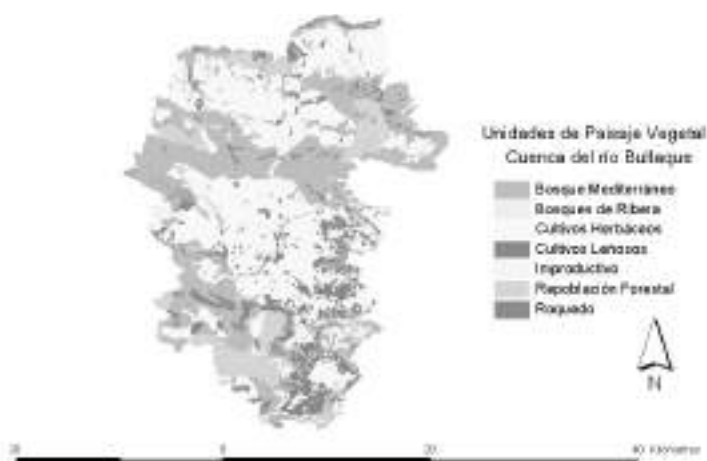


Figura 1. Paisajes vegetales de la cuenca del río Bullaque a escala 1:50.000. Elaboradas a partir del mapa de cultivos y aprovechamientos (2004)

Las clases agrológicas, por su parte, presentaban el problema de que solamente se disponía de un 94% de la superficie ocupada por la cuenca (2.046,541 km²), a lo que se une el hecho de que las categorías de usos agronómicos establecidos en dicho mapa se derivan de los mapas de cultivos y aprovechamientos a partir de los cuales se obtuvieron los diferentes paisajes vegetales, lo que resta sentido a su uso (ya que en realidad se trata de diferentes reclasificaciones del mismo mapa y, por tanto, la información que se puede derivar de ambas es la misma).

No obstante, sí que existe una información complementaria aportada por el mapa de clases agrológicas, que es la que corresponde a los impedimentos para el cultivo y que al ser analizada en su correlación con los diferentes paisajes vegetales delimitados puede dar una idea de la escasa aplicación que tanto de los principios de sostenibilidad que actualmente rigen los planteamientos de ordenación territorial en áreas rurales (7) como de la falta de importancia dada a los riesgos naturales (en este caso, los riesgos de erosión edáfica) por los agricultores y agentes públicos con competencias en materia de gestión y planificación agraria y ambiental de la zona. La conclusión general que se puede extraer de dicha correlación es la falta de adecuación de los suelos del valle estudiado para su uso agrícola, a pesar de lo cual existe un 45,3% del mismo que se encuentra cultivada.

Aparte de las clases agrológicas se determinó igualmente, mediante la superposición y posterior cálculo de las áreas correlativas entre los pisos bioclimáticos elaborados a partir de la aplicación de los criterios ombroclimáticos (12) a la capa de alturas y los paisajes vegetales encontrados, el área de cada paisaje correspondiente con cada piso existente. El resultado no fue el esperado, ya que mientras en el piso mediterráneo apareció una pequeña superficie ocupada por cultivos herbáceos en el piso mesomediterráneo aparece la mayor parte del roquedo, que debería corresponderse con la unidad de las crestas cuarcíticas, lo que invalida la

utilidad de los paisajes vegetales elaborados para posibles análisis bioclimáticos y fitosociológicos derivados.

Por último, respecto de las unidades elaboradas a escala 1:50.000 se realizó una valoración de cada uno de los tipos de paisajes vegetales en función de su interés ecológico y paisajístico, tomando como base un criterio de corte conservacionista y visual en que el paisaje vegetal mejor valorado sería aquel correspondiente a la vegetación natural o climática de la zona (4)) (la categorización elaborada va de 1 (mayor valor ecológico, correspondiente a la vegetación autóctona) a 4 (menor valor, asignado a las masas de agua)) y que mostró la relativamente buena conservación de dicho paisaje vegetal (el área cubierta por la vegetación climática fue calculada en un 44,02%, mientras que el 46,71% se correspondería con los cultivos a los que se les asignó un valor de 2, mientras que para los espacios ocupados por las especies alóctonas de repoblación forestal (valor 3) y por las masas artificiales de agua (valor 4) se encontraron valores residuales).

En lo que se refiere a las unidades de paisaje a escala 1:200.000 elaboradas a partir de la base proporcionada por las unidades lito-morfográficas, y al igual que para el caso de aquellas otras elaboradas a escala 1:50.000, tras analizar aquellas capas que no mostraban utilidad alguna para la delimitación de unidades territoriales homogéneas en función de los planteamientos definidos para dichas unidades (unidades de paisajes territoriales), se seleccionaron aquellas capas de información que debían ser incluidas en dichas unidades y que son las capas de infraestructuras y poblaciones, las tipologías de tramos fluviales e función de su pendiente y finalmente las unidades lito-morfográficas de síntesis. A partir de la superposición simple de dichas capas se obtuvo el mapa final de unidades territoriales homogéneas (paisajes territoriales) a escala 1:200.000 (figura 2).

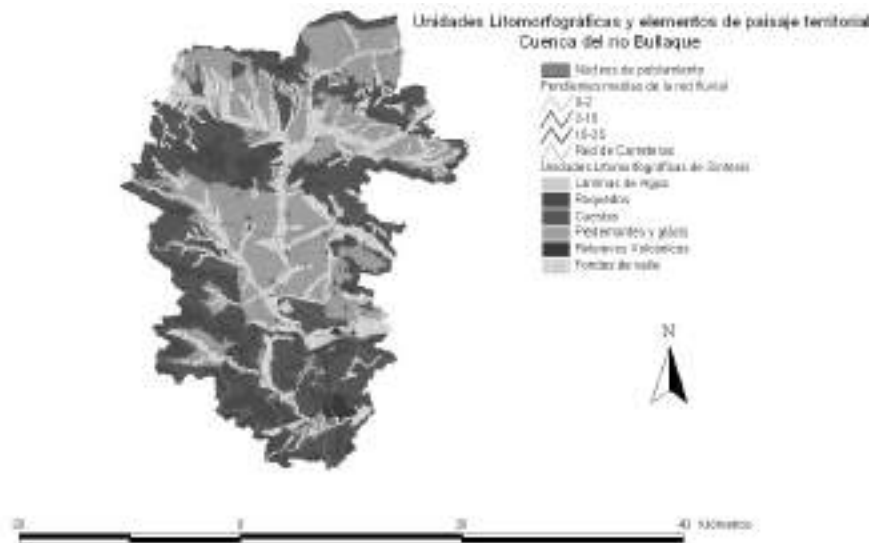


Figura 2. Unidades Territoriales Homogéneas a escala 1:200.000 con base litomorfológica. Elaboradas a partir de la cartografía de síntesis

Como se puede comprobar en la figura anterior, las unidades finales elaboradas responden perfectamente a los criterios paisajísticos propuestos. Una vez elaborada la cartografía final de síntesis y extraída la superficie ocupada por cada una de ellas y con el fin de obtener la máxima cantidad de información posible de la cuenca ampliando, por tanto, el espectro de posibles aplicaciones de dichas unidades se llevaron a cabo, a través de la superposición y posterior extracción de áreas correlativas, los análisis de la relación entre las diferentes unidades elaboradas y las siguientes capas de información:

A) Capas de espacios naturales protegidos calificados en función de su capacidad conservadora del paisaje. Para esto se elaboró una categorización de las diferentes redes presentes en la zona (dando el máximo valor a los parques nacionales, pasando por red regional y los perímetros de protección de las vías pecuarias para otorgar el mínimo valor a las figuras internacionales como los LIC). Sobre estos espacios se calculó el área de cada tipo de unidad territorial afectada por cada categoría de protección y en términos generales se pudo deducir el alto nivel de dicha protección (más de un 50% de la superficie de la cuenca se ve afectada por alguna figura de protección natural) y la correspondencia de la mayoría de las zonas protegidas con las unidades lito-morfológicas más abruptas (cuestas y crestas) que son las que van a corresponderse con los paisajes vegetales de mayor valor.

B) Niveles de erosión calculados a partir de la aplicación de la USLE: En este caso los resultados esperados resultaron diferentes de aquellos calculados, correspondiéndose los mayores valores de erosión calculada con las zonas de mayor pendiente (crestas y cuestas con más de 25 Tm/ha*año de erosión media calculada), si bien en otras zonas, como los valles fluviales, ocupados casi en su totalidad por cultivos y barbechos, los valores medios calculados alcanzaron el mismo nivel, lo que con toda seguridad se deberá a la falta de cubierta vegetal permanente.

Discusión acerca de la utilidad de las unidades de paisaje territorial elaboradas.

Para la valoración de la utilidad de dichas aplicaciones se partió de las categorías delimitadas por la legislación específica relativa a cada una de las posibles aplicaciones consideradas, a partir de lo cual se obtuvieron las conclusiones generales que se muestran a continuación:

- **Ordenación territorial:** En este aspecto la ley autonómica de Castilla-La Mancha (*Ley 2/1998, de 4 de junio, de Ordenación del Territorio*) resulta una ley de carácter sectorial (7) y que tiene una fuerte impronta urbanística, lo que anula la utilidad de las unidades territoriales elaboradas a ambas escalas.
- **Políticas y planes sectoriales de ordenación** (Infraestructuras, conservación de Espacios Naturales Protegidos, Aguas continentales, Vías Pecuarias). En este caso la aplicabilidad es mayor que en la ordenación territorial

y urbanística, adaptándose especialmente bien las categorías elaboradas y los datos extraídos de ellas a los planteamientos establecidos para los espacios naturales protegidos (*Ley 9/1999, de 26 de mayo, de Conservación de la Naturaleza, modificada a través del Decreto 199/2001, de 06-11-2001*) y las vías pecuarias (*Ley 9/2003, de 20-03-2003, de Vías Pecuarias de Castilla-La Mancha, que adopta a dicha región las figuras definidas por la Ley Nacional 3/1995*) y algo menor para las vías de transporte y masas de agua.

- **Estudios de Riesgos Naturales:** Es quizás la aplicación más evidente, especialmente para las unidades generadas a escala 1:200.000 (10), dado que este tipo de estudios define el riesgo a partir de sus componentes pasivos y activos que van a corresponderse respectivamente con la exposición tanto de la población como de los elementos antrópicos instalados sobre el territorio (infraestructuras, equipamientos, red urbana, servicios, etc.) y con la peligrosidad y vulnerabilidad (que dependen de factores del medio entre los que destaca la lito-morfografía) (1). Respecto de las unidades a escala 1:50.000 su aplicación más evidente va a ser en el caso de los riesgos de incendios forestales (regulados a través del *Decreto 61/1986, de 27 de mayo, sobre prevención y extinción de incendios forestales*, que a su vez fue modificado por el *Reglamento (CEE) n.º 2158/92 del Consejo, de 23 de julio de 1992*, relativo a la protección de los bosques comunitarios contra los incendios y posteriormente por la *Orden de 20 de mayo de 2002, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, sobre regulación de los servicios de prevención y extinción de incendios forestales*).
- **Evaluaciones de Impacto Ambiental (actividades y actuaciones sobre el territorio) y Evaluaciones Estratégicas Ambientales (planes y programas):** Las unidades territoriales homogéneas elaboradas tanto a escala 1:200.000 como a escala 1:50.000 resultan de gran utilidad para estos procedimientos, que valoran como sujetos susceptibles de recibir el impacto tanto al paisaje complejo como a los diferentes componentes individuales que lo configuran (8). En el caso de las unidades elaboradas a escala 1:200.000, la aplicación de las mismas resultaría de especial utilidad para su aplicación en evaluaciones estratégicas ambientales, tanto de planes urbanísticos (PGOUS) como de infraestructuras (PDTI), y cuya información específica es considerada de forma separada al resto de elementos del territorio (*Ley 5/1999, de 8 de abril, de Evaluación del Impacto Ambiental de Castilla-La Mancha*, publicada en el DOCM 26, de 30-04-99, y del *Decreto 118/2000, de 20 de junio, por el que se establecen umbrales y criterios para determinadas actividades del anejo 2 de la ley 5/99, de 8 de abril, de Evaluación de Impacto Ambiental*, publicado en el DOCM 68, de 14-07-00).
- **Planes y políticas de desarrollo rural:** En el caso de las unidades a escala 1:50.000 la utilidad es evidente, ya que no sólo indica las zonas ocupadas por los diferentes cultivos objeto de subvención (muy especial-

mente los cultivos leñosos como la vid y el olivo), sino que muestra la potencialidad de la misma definiendo la superficie de interés ecológico que limita la extensión máxima a que va a poder llegar la superficie ocupada por los cultivos objetos de la subvención. Además de las actividades agro-forestales, dichas políticas y planes implican actuaciones como el fomento del turismo rural y las actividades artesanales tradicionales, además del fomento de las infraestructuras, equipamientos y servicios de los que carece el territorio. Para ello hace falta información que puede ser extraída directamente de las unidades territoriales homogéneas elaboradas a escala 1:200.000 y que hace referencia al nivel de conservación y protección del paisaje original (13), como de los niveles de ocupación y alcance de las redes de comunicación y de núcleos urbanos de la zona.

- **Análisis y valoración del paisaje:** Si bien en España no existe una legislación específica al respecto (con la excepción de la *Ley 8/2005, de la Generalitat de Cataluña, del 8 de junio, de Protección, Gestión y Ordenación del Paisaje*, que obviamente no afecta a la cuenca del río Bullaque), dada la naturaleza paisajística (paisajes territoriales) de los criterios elegidos para la elaboración de las unidades territoriales homogéneas, la utilidad de las mismas va a ser evidente en trabajos sobre valoración de la calidad de los mismos, análisis de valoración subjetiva de dichos paisajes y políticas y leyes de protección de paisajes valiosos.

Bibliografía

- (1) Ayala Carcedo, F. J., y Olcina Cantos, J. (2002): "Riesgos naturales. Conceptos fundamentales y clasificación", en: *Riesgos Naturales*, pp. 41-74, Editorial Ariel Ciencia, Barcelona.
- (2) Bertalanffy (1967): *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*, Fondo de Cultura Económica, México, Imp.
- (3) Brabyn, L. (1998): *Classification of macro landforms using GIS*, presentado en SIRC 98 - The 10th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre University of Otago, Dunedin, Nueva Zelanda 16-19 November 1998.
- (4) Bosque Sendra, Gómez Delgado, Rodríguez Durán, Rodríguez Espinosa y Vela Gayo (1997): "Valoración de los aspectos visuales del paisaje mediante la utilización de un sistema de información geográfica", en *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, n.º 30, pp. 19-38, Barcelona.
- (5) Cabero Diéguez, V. (2001): "El carácter rural de las montañas", en *Estudios sobre el Paisaje*, 2001, pp. 103-120, Fundación UAM, Madrid.
- (6) Castells, M. (1991): *Fin de Milenio (End of Millenium), La Era de la Información*, volumen 3, Alianza, Madrid.
- (7) Gómez Orea, D. (2002): *Ordenación Territorial*, Editorial Agrícola Española, pp. 95-1010, Madrid.
- (8) Gómez Orea, D. (2003): *Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental*, Editorial Agrícola Española, Madrid.

- (9) Martín Duque, J. F. (1997): "La Información geomorfológica en el contexto de los inventarios ambientales. Mapas fisiográficos para la gestión territorial", en *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 96 (1-2), 2000: 33-46, Madrid.
- (10) Martín Duque, J. F.; Pedraza, J.; García Quintana y García-Hidalgo (2002): *Relaciones Geomorfología-Paisaje visual. Aplicaciones a la región de Sigüenza-Maranchón (Cordillera Ibérica)*, en *Aportaciones a la geomorfología de España en el inicio del tercer milenio*. Coord. por Alfredo Pérez-González, pp. 417-424, SEG, Madrid.
- (11) Pedraza Gilsanz, et al. (1996): *Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones*, Ed. Rued, Madrid.
- (12) Rivas-Martínez, S. (1987): *Memoria del mapa Series de vegetación de España*, DGCONA, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- (13) Sancho Royo, F., y Alés, R. F., et al. (1981): *Sistema IRAMS de evaluación de alternativas de uso en la ordenación integral del territorio*, Universidad de Sevilla, Sevilla.

MATRIZ DE VALORACIÓN CUALITATIVA DE IMPACTOS AMBIENTALES DE UN PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO EN EXTREMADURA

Rodríguez Lara, L.¹; Pérez Fernández, M. A.²
y Cabezas Flores, J.³

¹ Depaex, S.L. - Saavedra Palmeiro, 10, 7.º B - 06004 Badajoz (España)
Tel.: +0034 617538983 - Fax: +0034 924 234704/207676
e-mail1: lorenar7@hotmail.com
e-mail2: medioambiente@depaex.es

² Universidad Pablo de Olavide - Ctra. de Utrera, km 1 - 41013 Sevilla (España)
Tel.: +0034 954977935 - e-mail: maperfer@upo.es

³ Depaex, S.L. - Gaspar Méndez, 5, 1.º C - 06011 Badajoz (España)
Tel.: +0034 924 249225 - Fax: +0034 924 207676
e-mail: medioambiente@depaex.es

Resumen

La implantación de Parques Solares Fotovoltaicos contribuye al cumplimiento del Protocolo de Kyoto, ya que por cada Kwh de electricidad generada reducen 0,60 kg de CO₂ emitido a la atmósfera, respecto a la producción de una cantidad similar de electricidad utilizando otras fuentes energéticas. Adicionalmente, por cada 100 kW de energía solar producida se reduce la factura nacional de importación de combustibles fósiles en 24 t/año de petróleo.

A priori, el uso racional de recursos renovables tales como la energía solar justifican por sí solos proyectos de esta naturaleza, siempre y cuando la evaluación de impacto ambiental previa a su implantación y posterior explotación, resulte compatible con el medio.

A estos efectos, y para un parque solar fotovoltaico propuesto para su implantación en Extremadura, hemos realizado el EsIA, utilizando un método evaluativo que implica la consideración conjunta de todos los impactos produci-

dos por el proyecto. Como metodología de partida se han utilizado matrices de Leopold de importancias. Inicialmente se definieron los factores ambientales en función de las actuaciones del Proyecto consideradas. En cuanto a las acciones, diferenciamos entre las susceptibles de producir impactos tanto en la fase de construcción como en la fase de funcionamiento. Por último, se incorporó esta información en forma de matriz de Leopold para proceder a valorar los criterios o atributos establecidos en el Reglamento 1131/1988, de 30 de septiembre, para la ejecución del R.D.L. 1302/86, de 28 de junio, de Evaluación del Impacto Ambiental.

Palabras clave: Energía Solar fotovoltaica, Protocolo de Kyoto, Estudio de Impacto Ambiental, Matrices de Leopold

Abstract

The implementation of Solar Photovoltaic Parks contribute to meet the Kyoto Protocol; each Kwh of electric power generated in them, reduces 0.60 Kg of CO₂ emitted to the atmosphere, compared with a similar amount of electric power produced using other sources of energy. In Addition, production of 100 kW of solar energy, contributes to reduce the national bill of imported fossil fuels in 24 t/year of petrol.

As a first approach, the rational use of renewable sources of energy, as it is the case of the solar energy, is desirable; nevertheless it is compulsory that the previous environmental impact assessment for a project of this nature, including its implementation and further exploitation, is always environmentally compatible.

Taking all the above in consideration, it has been completed an extensive EslA for the implementation of a solar photovoltaic park in Extremadura, Spain. The study was completed using and evaluation method that implies the joint analysis of all the possible acts that could be caused by the project itself. As starting methodological procedure we used the importance Leopold matrixes. In first place, environmental factors were defined taking into account all the activities induced and conducted by the establishment of a project of this nature. Secondly, these activities resulting from the project were divided into two groups, i.e. those arising during the construction phase and those susceptible to occur during the exploitation of the project. Finally, all this information was incorporated and presented in the form of a Leopold matrix. This kind of matrix let us to make an accurate evaluation of the impacts according to the Spanish on Environmental Impact Assesment Law (Reglamento 1131/1988, of 30 of Septiembre, regulating the R.D.L. 1302/86, of 28 of june on EIA).

Key words: Solar photovoltaic energy, Kyoto Protocol, Environmental Impact Assessment, Leopold Matrixes.

Introducción

Este trabajo hace referencia a los temas contenidos en el Estudio de Impacto Ambiental de una planta solar fotovoltaica a implantar en una zona de clima de tipo semiárido. La consideración del propio proyecto, la complejidad del estudio y su abordaje de forma exhaustiva permiten deducir conclusiones significativas para la toma de decisiones en cuanto a la viabilidad ambiental y social del proyecto, así como en la propuesta de soluciones alternativas de bajo coste ambiental (1) y (2).

Por otra parte, *a priori*, el proyecto de implantación de una planta solar fotovoltaica conlleva unos beneficios medioambientales, como son la contribución al cumplimiento del protocolo de Kyoto, debido a la producción de energía a partir de recursos renovables como la energía solar. A estos efectos, por cada kwh de electricidad generada a partir de energía solar se evita la emisión de 0,60 kg de CO₂, gas causante de efecto invernadero (GEI), en pura consonancia con las políticas de protección climática y ambiental y, además, se contribuye a la reducción de la factura nacional de importación de combustibles fósiles, puesto que por cada 100 KW de energía solar producida se dejan de importar 24 t/año de petróleo (3).

Objetivos

El estudio se llevó a cabo con dos objetivos concretos:

1. Valorar de forma global e intensiva los efectos de una planta solar fotovoltaica, sobre todos los elementos integrantes del medio natural mediante una tecnología exhaustiva de inventariado y establecimiento de interrelaciones.
2. Proponer un modelo de Evaluación de Impacto Ambiental para plantas solares fotovoltaicas que sirva de ejemplo y manual de buenas prácticas en posteriores estudios de características similares al propuesto.

Resultados

El método evaluativo aplicado supone la consideración conjunta de todos los impactos producidos por la implantación de la planta solar fotovoltaica. Como metodología de partida se han utilizado matrices de Leopold (4) para mostrar la identificación de los impactos y la valoración de la importancia de éstos. Inicialmente se definieron los factores ambientales en función de las actuaciones del Proyecto consideradas. En cuanto a las acciones, diferenciamos entre las susceptibles de producir impactos tanto en la fase de construcción como en la fase de funcionamiento. En la figura que se presenta a continuación se identifican a modo de matriz de Leopold las acciones del Proyecto susceptibles de producir impactos en los factores ambientales considerados. En filas, los factores ambientales conside-

ESTUDIO DE CASOS DE EIA

rados y en columnas las acciones identificadas como susceptibles de producir impactos.

ACCIONES DEL PROYECTO			FASE DE CONSTRUCCIÓN							FASE DE EJECUCIÓN							
CONDICIONES			Apertura y/o arranque de obras	Excavación de cimentación y saneamiento	Instalación de trazo de ductos	Montaje de puentes	Construcción de conductos de servicios sanitarios y eléctricos de alta y media tensión	Montaje de subestaciones	Acople de autotransformadores	Verificación de instalaciones	Prueba de personal	Comprobación del terreno	Prueba de puesta a tierra	Pruebas de puesta a tierra	Pruebas de puesta a tierra	Pruebas de puesta a tierra	
MEDIO AMBIENTAL	ATMÓSFERA	TRUENOS															
		EMISIÓN DE GASES Y OROREO															
	RUIDO	EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULAR															
		EMISIÓN DE LAS BOMBAS SUPERFICIALES															
	SUELO	CONTAMINACIÓN AGUÍFERA															
		CONTAMINACIÓN DE SUELO															
	FAUNA	EMISIÓN															
		EMISIÓN DE SUELO															
	FLORA	CALIDAD VISUAL															
		EXISTENCIA DE ESPECIES															
VEGETACIÓN Y FLORA	ESTRATO HERBOSO																
	ESTRATO ARBÓREO																
FAUNA	ESTRATO HERBOSO																
	ESTRATO ARBÓREO																
MEDIO ANTROPICO	SERVICIOS BÁSICOS	EDIFICACIONES															
		REDES DE SUELO															
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	INDUSTRIAL															
		AGRICULTURA															
	SALUD	CONTAMINACIÓN															
		EVOLUCIÓN															
	CULTURA Y ENTENDIMIENTO	RECURSOS ARQUEOLÓGICOS															
		EDIFICACIONES															
	RED DE TRANSPORTE	ESTRUCTURAS															
		TRÁNSITO DE VEHÍCULOS															
GESTIÓN DE RESIDUOS	RESIDUOS																
	RESIDUOS																
BENEFICIOS ECONÓMICOS	RECURSOS																
	RECURSOS																

Figura 1. Matriz de Leopold de identificación de los impactos producidos por el Proyecto

Una vez identificados los impactos se pasa a caracterizar la importancia de cada uno de ellos, según los criterios o atributos establecidos en el Reglamento 1131/1988, de 30 de septiembre, para la ejecución del R.D.L. 1302/86, de 28 de junio, de Evaluación del Impacto Ambiental. Procederemos a continuación a describir el significado de los diferentes atributos que conforman estas matrices de impactos.

- A) Tipo de impacto: Valora el signo del impacto y hace alusión a su carácter beneficioso (+) o perjudicial (-).
- B) Recuperabilidad: Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto. Se divide en recuperable (r) e irre recuperable (Ir).
- C) Probabilidad: Valora la posibilidad de que suceda el impacto; improbable (Im), probable (pr) y cierto (ci).

- D) Extensión: Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Se divide en puntual (p), areal (a) y dispersa (d).
- E) Efecto: Este atributo se refiere a la relación causa-efecto o, lo que es lo mismo, la forma en como se manifiesta el efecto sobre el factor; directo (D) o indirecto (IN).
- F) Reversibilidad: Se refiere a la posibilidad de reconstrucción de factor afectado por el proyecto (volver a las condiciones anteriores a la acción) por medio de la acción natural una vez que el factor estresante cese. Se clasifica en efecto reversible (R) o efecto irreversible (IR).
- G) Duración del impacto: Se refiere al tiempo que, supuestamente, estaría presente el impacto desde su aparición hasta que se recuperan las condiciones iniciales. Se subdivide en permanente (P), temporal (T) e irregular (AI).
- H) Carácter: Contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. Se divide en: simple (S) (aquel que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado), acumulativo (A): (aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor incrementa progresivamente su gravedad) y sinérgico (Si) (aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales).
- I) Aparición: Aquel cuya incidencia puede manifestarse dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual, antes de cinco años, o en un período superior (corto, medio y largo plazo).

En la siguiente figura se muestra, en forma de matriz de Leopold, la caracterización de los impactos producidos por cada acción del Proyecto sobre la calidad visual, atributo del factor ambiental "Paisaje". En filas se presentan las acciones del Proyecto y en columnas los atributos de la intensidad que hemos definido.

IMPACTOS:	Intensidad		Reversibilidad		Extensión		Efecto		Duración		Carácter		Aparición		
	a	i	re	ir	p	a	d	D	IN	P	T	AI	S	A	Si
Acción 1: Construcción de obras								X	X						
Acción 2: Operación de instalaciones					X			X	X						
Acción 3: Mantenimiento de instalaciones															
Acción 4: Cierre de instalaciones															
Acción 5: Eliminación de residuos															
Acción 6: Mantenimiento de áreas verdes															
Acción 7: Mantenimiento de edificios															
Acción 8: Mantenimiento de mobiliario urbano															
Acción 9: Mantenimiento de alumbrado público															
Acción 10: Mantenimiento de zonas verdes															
Acción 11: Mantenimiento de edificios															
Acción 12: Mantenimiento de mobiliario urbano															
Acción 13: Mantenimiento de alumbrado público															
Acción 14: Mantenimiento de zonas verdes															
Acción 15: Mantenimiento de edificios															

Figura 2. Detalle de matriz de Leopold de valoración de la intensidad de la Calidad Visual según los criterios o atributos establecidos en el Reglamento 1131/1988, de 30 de septiembre, para la ejecución del R.D.L. 1302/86, de 28 de junio, de Evaluación del Impacto Ambiental

Finalmente procederemos a jerarquizar los impactos. Este método consiste en realizar una jerarquía de la trascendencia de cada impacto de manera que, a partir de la combinación de los criterios expuestos anteriormente para caracterizarlo, se obtenga una valoración que guarde relación con la importancia de la afección al medio. De la misma forma, conceptualmente, no todos los criterios de evaluación tienen la misma importancia; siguiendo este razonamiento, además de ordenar o jerarquizar las distintas categorías, también procederemos a jerarquizar los diferentes criterios.

Debido a que el análisis de un impacto es muy diferente según sea de signo negativo o positivo, elaboraremos dos jerarquías diferentes. Las claves que vamos a utilizar se describen en la tabla siguiente. Así podemos ver cómo los impactos negativos son considerados en dos columnas distintas, en función de la importancia que, a los mismos, se les ha asignado para la obtención de la valoración final. De esta manera, existen criterios de primer orden, que son aquellos que se consideran de mayor importancia y que, por tanto, tienen un mayor peso relativo en la valoración final de cada impacto; y criterios de segundo orden, que son los que sirven para determinar o matizar el grado de importancia deducido a partir de la aplicación de los criterios de primer orden, por lo que su peso relativo es siempre inferior. En el caso de los impactos positivos, su valoración viene siempre determinada por criterios de primer orden (5).

IMPACTOS NEGATIVOS		IMPACTOS POSITIVOS
Criterios de 1º Orden	Criterios de 2º Orden	Criterios de 1º Orden
Recuperabilidad • Recuperable (C) • Irrecuperable (A)	Reversibilidad • Reversible (c) • Irreversible (a)	Probabilidad • Improbable (C) • Probable (B) • Cierto (A)
Probabilidad • Improbable (C) • Probable (B) • Cierto (A)	Duración • Temporal (c) • Irregular (b) • Permanente (a)	Duración • Temporal (C) • Irregular (B) • Permanente (A)
Extensión • Dispersa (C) • Puntual (B) • Areal (A)	Carácter • Simple (c) • Acumulativo (b) • Sinérgico (a)	Carácter • Simple (C) • Acumulativo (B) • Sinérgico (A)
Efecto • Indirecto (C) • Directo (A)	Aparición • Largo plazo (c) • Medio plazo (b) • Corto plazo (a)	

Figura 3. Método seguido para la valoración de la importancia de los impactos: Categorías de los atributos de la Identidad

A continuación se presenta un ejemplo del método seguido para la valoración de la importancia de los impactos. Los valores se hallan comprendidos entre 1 y 4; de manera que a un valor de 4 le corresponda una importancia elevada, mientras que si el valor es 1 la importancia es menor.

IMPACTOS NEGATIVOS

				Puntuación
Irrecuperable	Cierto	Areal	Directo	4
			Indirecto	3
		Puntual	Directo	3
			Indirecto	2
		Dispersa	Directo	3
			Indirecto	2
	Probable	Areal	Directo	3
			Indirecto	2
		Puntual	Directo	3
			Indirecto	2
		Dispersa	Directo	2
			Indirecto	2
Irrecuperable	Improbable	Areal	Directo	Ver I
			Indirecto	Ver II
		Puntual	Directo	Ver II
			Indirecto	Ver II
		Dispersa	Directo	Ver II
			Indirecto	1
Recuperable	Cierto	Areal	Directo	Ver I
			Indirecto	Ver II
		Puntual	Directo	Ver II
			Indirecto	Ver II
		Dispersa	Directo	Ver II
			Indirecto	1
	Probable	Areal	Directo	Ver II
			Indirecto	Ver II
		Puntual	Directo	Ver II
			Indirecto	1
		Dispersa	Directo	Ver II
			Indirecto	1
Recuperable	Improbable	Areal	Directo	2
			Indirecto	1
		Puntual	Directo	2
			Indirecto	1
		Dispersa	Directo	1
			Indirecto	1

Figura 4. Ejemplos del listado de valoraciones de la importancia de los impactos en función de las categorías de atributos establecidas

ESTUDIO DE CASOS DE EIA

Cada una de las valoraciones de los impactos sobre los distintos factores ambientales considerados, siguiendo la metodología de jerarquización definida, se expone en una matriz de Leopold de valoración de importancias que se muestra a continuación. En filas se recogen los factores ambientales considerados y en columnas las acciones que producen impacto.

		ACCIONES DEL PROYECTO	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN							ETAPA DE EXPLOTACIÓN						
			Ajurno y/o mejora de acceso	Excavación de cimentaciones y enterramiento	Instalación de líneas eléctricas	Montaje de postes	Construcción de casetas de servicios auxiliares y edificio de transformación	Movimiento de materiales	Aceps de autómata	Verificación accesorias	Procedura de personal	Ocupación del terreno	Presencia de patentes ferroviarias	Presencia de cables de servicios auxiliares y edificios de transformación	Mantenimiento de equipos	Línea de transmisión eléctrica
MEDIO NATURAL	ATMÓSFERA	NOZOS	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1		-1		
		DESDEÑO DE MANTO Y SUELO	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	
		DESDEÑO DE MATERIAL PARTICULADO	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	
	RISA	CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			-1		-1	
		CONTAMINACIÓN ACUÍFEROS									-2				-2	
	SUELOS	EROSIÓN	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1					-1	
		RENO DE SUELO	2	2	2	2						2		2		
	PAISAJE	CALIDAD VISUAL	-1	-1					-1				-1	-1	-1	-1
		NOBIBNETA DE ESCALA	-1	-1					-1				-1	-1	-1	-1
	VEGETACIÓN Y FLORA	ECOSISTEMA HERBACEO	-1	-1	-1				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		ECOSISTEMA ARBUSTIVO														
		ECOSISTEMA ARBÓREO														
	FAUNA	MOLINEROS	-1	-1	-1	-2	-1	-2	-1	-1	-2					
		AVES	-1	-1	-1	-1	-1	-2			-1		-2			-2
		MARIPOSAS Y BEBILLES	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2				
EROSIÓN SUBTERRÁNEA	EXTRACCIÓN SUBTERRÁNEA	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
MEDIO ANTRÓPICO	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	NIVEL DE EMPLEO	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2		2	
		AGRICULTURA									-2					
		INDUSTRIAL														
		SERVICIOS	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2			
		CONSTRUCCIÓN	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
	POBLACIÓN	INDUCCIÓN	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CULTURA Y PATRIMONIO	RESTOS ARQUEOLÓGICOS,														
		EDIFICIOS	2													
	REDE DE TRANSPORTES	TRÁFICO DE VEHÍCULOS	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1
		RESE	-1	-1	-1	-1	-1					-1				-1
GESTIÓN DE RESIDUOS	PELLEROSOS	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1				-1		-1	
	ASISTENTE EMERGENCIAS														2	

Figura 5. Matriz de Leopold de valorización de los impactos producidos por el proyecto

En base a los resultados obtenidos anteriormente, procederemos a catalogar los impactos en positivos, compatibles, moderados, severos y críticos. Estos conceptos vienen definidos en Reglamento 1131/1988, de 30 de septiembre, para la ejecución del R.D.L. 1302/86, de 28 de junio, de Evaluación del Impacto Ambiental y se definen como sigue:

- Impacto ambiental positivo: Impactos cuya valoración es positiva y resultan beneficiosos desde el punto de vista ambiental. Se asume que siempre serán compatibles.
- Impacto ambiental compatible: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa de prácticas protectoras o correctoras.
- Impacto ambiental moderado: Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales requiere de un cierto tiempo.
- Impacto ambiental severo: Es aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aún con esas medidas, la recuperación precisa de un período de tiempo dilatado.
- Impacto ambiental crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Para realizar las catalogaciones de los impactos se establecerá los siguientes criterios:

IMPACTOS	
+	COMPATIBLE
-1	COMPATIBLE
-2	MODERADO
-3	SEVERO
-4	CRÍTICO

Figura 6. Criterio seguido para definir los distintos impactos

ESTUDIO DE CASOS DE EIA

A partir de la matriz de valoración, y en base a los criterios de catalogación, presentamos la matriz de Leopold de síntesis de evaluación de los impactos producidos por el Proyecto:

MEDIO AMBIENTE		ESTADO DE ORIGEN		ESTADO DE EVOLUCIÓN														
		Apertura y construcción de la planta	Inicio de las actividades de explotación y mantenimiento	Operación de explotación	Cierre de la planta	Desmantelamiento de la planta	Reconstrucción de la zona	Reconstrucción de la zona	Reconstrucción de la zona	Reconstrucción de la zona	Reconstrucción de la zona	Reconstrucción de la zona	Reconstrucción de la zona	Reconstrucción de la zona	Reconstrucción de la zona			
MEDIO FÍSICO	AGUA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TIERRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AIRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BIOTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CLIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SOLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	VEGETACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FAUNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	USO DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECURSOS NATURALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEDIO ANTRÓPICO	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DEPORTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DEPORTE Y RECREO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	USO DEL TERRENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECURSOS SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECURSOS CULTURALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECURSOS HISTÓRICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECURSOS ESTÉTICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECURSOS VISUALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECURSOS ACÚSTICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 7. Matriz de Leopold de síntesis de las valoraciones de la importancia de los impactos

Discusión

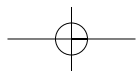
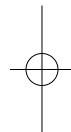
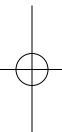
Podemos concluir que en la evaluación de los impactos producidos por la planta solar fotovoltaica se identifican algunas acciones impactantes. No obstante, sus importancias en ningún caso son superiores a (-2), con una catalogación

máxima de moderados y, además, podrán ser evitadas y minimizadas con la adopción de medidas preventivas, correctoras y compensatorias, por lo que la evaluación conjunta de la actividad se considera compatible.

Por otra parte, el desarrollo del Proyecto contribuirá a la utilización racional de recursos renovables tales como la energía solar, evitará la emisión a la atmósfera de CO₂ y supondrá la creación de puestos de trabajo, por lo que esta nueva actividad productiva será beneficiosa desde todo punto de vista y contribuirá al desarrollo sostenible del entorno de actuación.

Bibliografía

- (1) Perace, D., & Turner, R. (1995): *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*, Celeste Ediciones, Colegio de Economistas de Madrid, Madrid.
- (2) Rumrill, J. N., & Canter, L. W. (1997): "Addressing Future Actions in Cumulative Effects Assessment", *Project Appraisal*, 12: 207-218.
- (3) Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) (1988): *Nuestro futuro Común*, Alianza Editorial, Madrid, 1995.
- (4) Leopold, L. B. F. E.; Clarke, B. B.; Hanshaw, J.R., y Basley (1971): "A procedure for evaluating environmental impact", *Geological Survey. Circ.*, 645, G.O.P., Washington DC, 13 pp.
- (5) Cocklin, C.; Parker, S., & Hay, J. (1992): "Notes on Cumulative Environmental Change II: a Contribution to Methodology", *Journal of Environmental Management*, 35: 51-67.



ESTUDIOS DE IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AIRE PARA CENTRALES DE CICLO COMBINADO E INCINERADORAS UTILIZANDO MODELOS DE TERCERA GENERACIÓN MM5-CMAQ-EMIMO EN ESPAÑA: SISTEMAS DE CONTROL EN TIEMPO REAL

San José, R.¹; Pérez, J. L.²
Morant, J. L.³, y González, R. M.⁴

^{1,2,3} Grupo de Modelos y Software para el Medio Ambiente (GMSMA)
Facultad de Informática - Universidad Politécnica de Madrid
Campus de Montegancedo - Boadilla del Monte - 28660 Madrid (España)
² Departamento de Geofísica y Meteorología
Facultad de Físicas - Universidad Complutense de Madrid
Ciudad Universitaria - 28040 Madrid (España)

Resumen

Se presenta la metodología de un conjunto de trabajos relativos a estudios de impacto en la calidad del aire para Centrales de Ciclo Combinado e Incineradoras a lo largo de los últimos cinco años, precedidos de una pequeña discusión sobre el planteamiento de la problemática de estos estudios y el uso de herramientas sofisticadas y complejas como los modelos de calidad del aire y su metodología de aplicación. Se presenta la descripción del sistema MM5_CMAQ-EMIMO y su aplicación a diferentes sistemas operando en modo predictivo y en modo histórico fundamentalmente en España. Se presentan descripciones de más de 15 estudios realizados con este sistema para todos los contaminantes descritos en la legislación (SO_2 , NO_x , NO_2 , CO , PM_{10} y O_3), así como aplicaciones predictivas sobre ciudades e industrias.

Palabras clave: Modelos de calidad del aire, estudios de impacto, contaminantes secundarios, ozono

Abstract

We present the methodology applied with a group of air quality impact stu-

dies for Combined Cycle Power Plants during the last five years. A discussion related to the state-of-the-art of the atmospheric dynamics and the air pollution transport is presented before. The use of sophisticated tools such as MM5-CMAQ-EMIMO is also presented in forecasting and historical modes. A brief mention of more than 15 studies in Spain related to air quality impact of industrial plants and in many cases not only for ozone but also for the rest of pollutants present in the legislation (NO_x , NO , CO , SO_2 , PM_{10} and O_3).

Key words: Air quality models, impact studies, secondary pollutants, ozone.

Introducción

Los estudios de impacto en la calidad del aire constituyen en la actualidad una herramienta fundamental para la obtención de los correspondientes permisos para la actividad industrial correspondiente y en particular cuando estas actividades van a producir unas emisiones de contaminantes gaseosos (o líquidos o sólidos) a la atmósfera. La dinámica atmosférica es una de las ramas de la física que supone una gran complejidad no sólo por el desarrollo matemático –basado en las ecuaciones de Navier-Stokes–, sino también por la interacción de los procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en la atmósfera y en su interacción con la superficie terrestre. La dinámica atmosférica tiene, además, la característica de ser extraordinariamente turbulenta, por ello la solución de las ecuaciones de Navier-Stokes tiene una dificultad añadida (1). La solución de estas ecuaciones pasa necesariamente por una solución de tipo numérico por la inexistencia de soluciones exactas para dicho complejo sistema de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Una solución numérica es necesariamente una solución aproximada –en el grado que se estime– a la solución exacta. En este contexto el concurso de potentes plataformas computacionales se hace absolutamente necesario y los requerimientos son muy altos. Tanto es así que en realidad los investigadores deben “reducir” sus aspiraciones para adaptarse a la arquitectura y potencia de los actuales ordenadores que es necesariamente limitada.

Cuando los primeros estudios de impacto comenzaron hacia los años setenta en los Estados Unidos las plataformas computacionales y en paralelo los métodos numéricos estaban mucho menos desarrollados (aunque menos las primeras que los segundos) que en la actualidad. Así, las ecuaciones de N-S se simplificaban extraordinariamente –con el consiguiente alejamiento de la realidad– hasta obtener una ecuación de transporte que disponía de una solución exacta y programar dicha solución exacta en las máquinas que –sin utilizar métodos numéricos– permitía una solución en un tiempo razonable (2). Esta solución aunque exacta, partía de una ecuación de transporte enormemente simplificada que difería muy substancialmente de la realidad de la dinámica atmosférica. Es a principios de los años ochenta cuando los métodos numéricos y en paralelo las plataformas computacionales se desarrollan muy substancialmente, permitiendo la implementación de los primeros modelos numéricos que simulan la dinámica atmosférica de una forma

más eficiente. Este desarrollo continúa hasta la actualidad, siempre en paralelo al extraordinario desarrollo de la capacidad de las máquinas de cálculo. En la actualidad estamos en la denominada Tercera Generación de los Modelos Numéricos de la Calidad del Aire. Sin embargo, como hemos mencionado, la complejidad de los procesos envueltos en las simulaciones atmosféricas hace que las plataformas computacionales sean siempre limitantes en este contexto.

Las reacciones químicas, la interacción de las especies con la radiación solar (fotoquímica), las emisiones, la deposición de contaminantes, el transporte en función de la meteorología, etc., deben incorporarse de forma precisa y utilizando los últimos conocimientos ("estado del arte"). La meteorología constituye el módulo fundamental que permite el transporte y el control de los procesos físico-químicos en la atmósfera (3). Tanto es así que sin un modelo meteorológico de calidad los resultados serían prácticamente desechables. Sin embargo, todos los elementos juegan un papel muy importante para la reproducción o simulación precisa de la dinámica atmosférica en un período de tiempo específico (tanto en modo histórico como en modo predictivo) y sobre un dominio tridimensional específico también.

Objetivos

En el presente trabajo describimos la aplicación de un sistema complejo denominado MM5-CMAQ-EMIMO para el estudio del impacto de diferentes fuentes industriales y la metodología utilizada. Tanto la complejidad de los procesos envueltos en la dinámica atmosférica como la aplicación de grandes códigos (generalmente en FORTRAN) en un entorno LINUX, requiere una especialización importante que se adquiere al cabo de varios años de experiencia (4, 5, 6 y 7). En nuestro caso, al formarse un equipo multidisciplinar formado por físicos e informáticos que en algún caso tiene casi 30 años de experiencia en el área, garantiza y asegura la calidad de los resultados de los que dependen importantes decisiones por parte de la administración, posteriormente.

La metodología para el uso de estos sistemas a finales de los años noventa en nuestro caso tuvo que ser desarrollada *ad hoc* al no existir referencias en la literatura al respecto. El desarrollo de scripts automáticos para la ejecución de los modelos matemáticos durante varias semanas en varias plataformas (cluster) supone un avance fundamental para poder obtener unos resultados en unos tiempos razonables y de acuerdo a la capacidad y costo de las plataformas computacionales utilizadas.

Existen pocos modelos que puedan ser utilizados con el máximo de precisión y calidad que es exigible para este tipo de estudios. Entre ellos hemos utilizado el sistema MM5-CMAQ-EMIMO, aunque existen otros, como MM5-CAMx-EMIMO, WRF-CHEM-EMIMO, etc. MM5 es un modelo meteorológico no hidrostático desarrollado por PSU/NCAR (USA) hace más de 20 años y que en la actualidad continúa con una fuerte actualización de los sistemas y el concurso de cientos de

investigadores. Supone imaginar un dominio de mesoescala (hasta varios miles de km) tridimensional (altura alrededor de 100 mb o 10-12 km) y dividido en celdillas (resolución espacial del modelo) en el cual vamos a obtener todas las variables meteorológicas (más de 150) en cada una de las celdillas en el espacio 4D (con el tiempo). El modelo CMAQ –desarrollado por la EPA (USA)– es un modelo de transporte, transformación y deposición de contaminantes que utiliza como entrada el MM5. El modelo CMAQ incluye diferentes esquemas químicos que deben adaptarse a las características y objetivos de nuestro estudio. Típicamente una versión de CBM-IV se utiliza dentro de este sistema. Finalmente, el módulo EMIMO es el encargado de estimar en superficie (y en altura para chimeneas y aviones) las emisiones de contaminantes primarios (SO₂, NO_x, CO, PM, COV's) por celdilla y por unidad de tiempo. EMIMO ha sido desarrollado por el GMSMA-FI-UPM hacia mediados de los años noventa y permite una estimación inicial en cualquier parte del mundo de las emisiones de contaminantes primarios a la atmósfera con 1 km de resolución y una hora de resolución temporal. EMIMO es el módulo que incluye una mayor incertidumbre pues aunque se basa en una aproximación híbrida top-down y bottom-up, los valores de referencia proceden de inventarios como EMEP, GEIA, EDGAR, etc., a nivel global. Por otro lado, el uso de GIS detallados e inventarios de emisiones de fuentes industriales (EPER) hace que la incertidumbre asociada a las emisiones sea considerable (30-150%). Sin embargo, existe una considerable investigación conducente a optimizar estas emisiones mediante métodos variacionales y siempre de acuerdo a las observaciones que, aunque tienen una incertidumbre más pequeña (15-25%) son nuestra única referencia para optimizar y validar el sistema completo. El sistema EMIMO estima las emisiones antropogénicas (tráfico, industria, sector terciario y doméstico), así como las emisiones biogénicas mediante un sub-módulo especial denominado BIOEM I, que estima las emisiones de isoprenos, monoterpenos y NO_x procedente de la agricultura. Los isoprenos y monoterpenos son emitidos por árboles de hoja caduca y perenne, respectivamente (normalmente), que lo hacen en función de la temperatura del aire y de la radiación activa fotosintética procedente del Sol que son modelizadas por MM5.

Resultados

El GMSMA-FI-UPM desarrolló en los años noventa una aplicación basada en el modelo MEMO (MEsocale MOdel, Modelo meteorológico no-hidrostático desarrollado en la Universidad de Karlsruhe) al que se le incorporó por parte de nuestro grupo la química de CBM-IV resuelta con SMVGEAR (Universidad de Los Ángeles). Este sistema es un sistema *on-line* y fue denominado OPANA (OPerational Atmospheric Numerical model for urban and regional Areas). En la actualidad el sistema WRF-CHEM es un sistema *on-line*. Mientras que MM5-CMAQ es un sistema *off-line*. La tendencia es a integrar la química en la meteorología con el objeto de reducir incertidumbres a medida que la computación crece paralela-

mente. Las sucesivas versiones de OPANA fueron incluyendo MM5-CMAQ e incluso CFD's para aplicaciones urbanas.

En los últimos 5 años el GMSMA-FI-UPM ha llevado a cabo una importante cantidad de aplicaciones para estudios del impacto de la calidad del aire con el sistema antes mencionado. Adicionalmente, como también hemos mencionado previamente, el sistema se ha aplicado en modo predictivo a corto plazo sobre ciudades y fuentes industriales. Así, el sistema se ha aplicado –en diferentes variantes– sobre el Municipio de Madrid desde el año 2000 (y continúa en la actualidad), Principado de Asturias, Comunidad de Madrid, ciudad de Bilbao, Comunidad Canaria, Comunidad de Andalucía, Municipio de Las Palmas de Gran Canaria, ciudad de Leicester (Reino Unido) y ciudad de Quito (Ecuador) (Banco Mundial). El sistema más sofisticado operando en la actualidad desde enero de 2007 es el de Las Palmas de Gran Canaria que incluye una aplicación Computacional Fluid Dynamics (CFD) sobre la ciudad alimentándose de los datos producidos por el modelo de mesoescala. La mayoría de las aplicaciones mencionadas se producen en nuestro laboratorio y se sirven en Internet al usuario que en mayor o menor medida autoriza (todo o parte) su difusión abierta en Internet para los ciudadanos desde la web municipal o comunitaria oficial o desde nuestros servidores en la UPM.

En el caso de aplicaciones industriales en modo predictivo, en la actualidad proporcionamos servicios de predicción del impacto de las emisiones de fuentes industriales en tiempo-real para las centrales de ACECA (Iberdrola y Unión Fenosa) (CCLM) y Portland Valderrivas (CAM). Esta información se sirve diariamente (igual que los servicios a ciudades) por Internet restringido a las autoridades ambientales y a los operadores de las industrias respectivas. Para estas aplicaciones es necesario una potencia computacional superior ya que para establecer el impacto en modo predictivo es necesario ejecutar el mismo modelo de forma paralela en varios escenarios cuya diferencia es únicamente las emisiones de una o varias chimeneas del complejo industrial donde se aplica el sistema. Así, por ejemplo, para estimar el impacto de las emisiones de un grupo de una Central de Ciclo Combinado es necesario ejecutar un modelo con dichas emisiones en modo predictivo denominando a dicha simulación, ON y otra simulación cuya diferencia es únicamente reducir a cero las emisiones de dicho grupo. Este último escenario es denominado típicamente, OFF.

Esta última estrategia es la utilizada en los denominados estudios de impacto en la calidad del aire para fuentes industriales. Evidentemente, en este caso, se trata de una fuente no existente o futura (para la cual se requiere el permiso correspondiente), con lo cual los escenarios deben elegirse de acuerdo a la aplicación particular. Así, típicamente denominaremos escenario OFF a aquel escenario pre-operacional que además servirá para calibrar (validar) el modelo con la red de estaciones meteorológicas y de calidad del aire. Denominaremos entonces escenario ON a aquel escenario formado por las fuentes del escenario OFF añadiendo la fuente futura objeto del estudio con las emisiones máximas previstas por el diseño de la futura planta. Las diferencias ON-OFF constituyen el impacto esperado de dicha nueva fuente industrial emisora.

Estamos hablando de aplicaciones de más de un millón de líneas de código que se ejecutan en plataformas típicamente montadas en paralelo (varias decenas) y que permiten simular –de acuerdo a la legislación vigente– un año o más para poder establecer los percentiles en cada celdilla para cada contaminante y en las unidades de tiempo establecidas.

Algunas de las aplicaciones que hemos llevado a cabo son: 1) Central de Ciclo Combinado de Morata de Tajuña (ELECTRABEL) (ya publicada en *BOE* y aprobada); 2) Central de Ciclo Combinado de Unión Fenosa en ACECA (III) (ya publicada en *BOE* y aprobada); 3) Central de Ciclo Combinado de Zarza (EGL); 4) Central de Ciclo Combinado de Zorita (U.F.); Central de Ciclo Combinado de Nalón (Hidrocantábrico); 5) Ocho Centrales de Ciclo Combinado de ENDESA; 6) Incineradora de Txingudi (Irún); 7) Incineradora de San Sebastián (Diputación Foral de Guipúzcoa); 8) Dos modificaciones de la Refinería de CEPSA en La Rábida (Huelva); 9) Varios estudios de fuentes industriales existentes en Huelva (Comunidad de Andalucía) y algunos estudios más.

Es importante resaltar que estos estudios producen (cada uno de ellos) una información almacenada en DVD's (entre 3,0 Gbytes y 12 Gbytes), incluyendo entre 50.000 y 300.000 imágenes. El proceso de calibración del sistema al comparar con los valores observados procedentes de la red de las estaciones de calidad del aire es fundamental para la credibilidad final de los resultados y las conclusiones. En la figura 1 mostramos la comparación entre las 8.760 horas del año 2005. Obsérvese que la correlación es 0,797 comparando el valor promedio de las concentraciones de ozono en las estaciones de la Comunidad de Madrid y la media de los valores

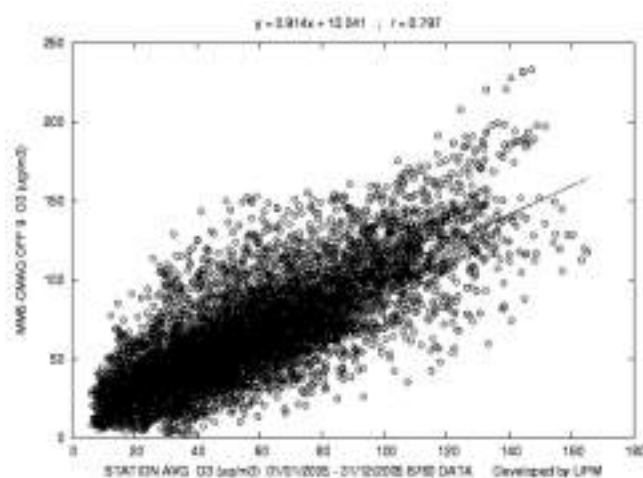


Figura 1. Representación gráfica de la correlación lineal entre el promedio de los valores observados en la red de estaciones de calidad del aire de la Comunidad de Madrid y los valores modelizados por MM5-CMAQ-EMIMO en cada celdilla donde se ubican las estaciones de la red mencionada

simulados por el sistema MM5-CMAQ-EMIMO. Esta excelente correlación (típicamente estos valores rondan 0,6) permite asegurar, por ejemplo en este caso, una elevada credibilidad de los resultados y la toma de decisiones oportunas.

Finalmente debemos señalar que los sistemas de predicción en tiempo real del impacto de las fuentes industriales que hemos mencionado (ACECA y Portland Valderrivas) son ejemplos de una mayor protección al ciudadano una vez que las fuentes industriales obtienen el permiso para operar y que es previsible que en el futuro estos sistemas complementarios al estudio de impacto en la calidad del aire, se extiendan a más fuentes industriales garantizando al ciudadano una mayor protección, puesto que en caso de conocer con antelación un impacto importante la fuente industrial puede desconectarse durante un periodo limitado de horas (de acuerdo al protocolo diseñado) con el fin de evitar dicho episodio cuya causa (en gran medida) fue debida a dicha fuente industrial (en caso de haberse detectado previamente por el sistema). Estos sistemas requieren que la industria envíe al sistema ubicado en la UPM una previsión de emisiones para los próximos días de forma operativa.

Conclusiones

Hemos presentado un conjunto de sistemas de última generación operando y habiendo sido aplicados durante los últimos 5-10 años por nuestro Grupo de Investigación, que en muchos casos proporciona un servicio diario de una fiabilidad superior al 97% desde las plataformas ubicadas en el laboratorio y el Centro de Cálculo de la Facultad de Informática (UPM). Los sistemas descritos son de una complejidad elevada y es necesaria una gran experiencia para poder asegurar una elevada calidad de los resultados (figura 1). El futuro en la simulación atmosférica pasa por mejorar la precisión en la comparativa entre el modelo y los valores medidos en la estación. Para ello se están utilizando técnicas de modelización inversa y métodos de asimilación de los valores de las estaciones que permiten mejorar sustancialmente la calidad de las simulaciones, incluso en modo predictivo. Evidentemente, el modo predictivo es mucho más complejo que el de simulación histórica y hay mucho trabajo que hacer todavía para mejorar los ratios actuales.

Bibliografía

- (1) Byun, D. W.; Young, J.; Gipson, G.; Godowitch, J.; Binkowsky, F.; Roselle, S.; Benjey, B.; Pleim, P.; Ching, J. K. S.; Novak, J.; Coats, C.; Odman, T.; Hanna, A.; Alapaty, K.; Mathur, R.; McHenry, J.; Shankar, U.; Fine, S.; Xiu, A., and Lang, C. (1998): "Description of the Models-3 Community Multiscale Air Quality (CMAQ) model. Proceedings of the American Meteorological Society 78th Annual Meeting Phoenix", AZ, Jan., 11-16, pp. 264-268.
- (2) CIESIN: *Center for International Earth Science Information Network (CIESIN)*. Global Rural-Urban Mapping Project (GRUMP): *Urban/Rural population grids*. Palisades, NY: CIESIN, Columbia University. <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/>, 2004.

- (3) Coats, C.J., Jr. (1995): *High Performance Algorithms in the Sparse Matrix Operator Kernel Emissions (SMOKE) Modelling System*, Microelectronics Center of North Carolina, Environmental Systems Division, Research Triangle Park, NC, 6 pp.
- (4) Grell, G.; Dudhia, J., and Stauffer, D. (1994): *A Description of the Fifty Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5)*, NCAR Tech. Note, TN-398+STR, 117 pp.
- (5) San José, R.; Prieto, J. F.; Castellanos, N., and Arranz, J. M. (1997): *Sensitivity study of dry deposition fluxes in ANA air quality model over Madrid mesoscale area*, Measurements and Modelling in Environmental Pollution, Ed. San José and Brebbia, pp. 119-130.
- (6) San José, R.; Peña, J. I.; Pérez, J. L., and González, R. M. (2003): *EMIMO: an emission model*. 292-298. ISBN: 3-540-00840-3 Springer-Verlag.
- (7) Williams, A.; Caughey, M.; Huang, H.-C.; Liang, X.-Z.; Kunkel, K.; Tao, Z.; Larson, S., and Wuebbles, D. (2001): *Comparison of emissions processing by EM-S95 and SMOKE over the Midwestern U.S.* Preprint of International Emission Inventory Conference: One Atmosphere, One Inventory, Many Challenges. Denver, Colorado, May 1-3, pp. 1-13.

LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL COMO CONTINUACIÓN A LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. CASO PRÁCTICO: GRAVERAS

Sobrini, I. M.¹, y Pumares, M.²

^{1,2} ICMA - Ingenieros Consultores Medio Ambiente, S.L.
Dr. Ramón Castroviejo, 61 - 28035 Madrid
Tel.: 91 373 10 00

Resumen

La evaluación de impacto ambiental (EIA), como figura de prevención ambiental, continúa con una adecuada vigilancia y control. Es normal que se realice durante la fase de obras, pero no así durante el funcionamiento posterior. La implantación de un sistema normalizado de gestión ambiental (SGA) puede ser el medio para seguir con ese seguimiento ambiental al finalizar las obras.

Se expone el caso de una explotación minera a cielo abierto, de arenas y gravas, ubicada en la antevega del río Tajo, lo que constituye un entorno de gran diversidad y riqueza ambiental. La gravera supone un riesgo de afección al acuífero cuaternario del propio río, que fue evaluado en la fase de EIA y debe seguir controlado en la fase de explotación, mediante su inclusión en el SGA.

El paso de EIA a SGA requiere un cambio de concepción, pasando de un enfoque de previsión a otro de gestión del día a día, y volcando el resultado de la EIA (fundamentalmente la Declaración de Impacto Ambiental, DIA) a los documentos propios del SGA: procedimientos, manuales, etc.

Palabras clave: EIA, SGA, explotación minera, gravas y arenas.

Abstract

The environmental impact assessment (EIA) continues with a suitable monito-

ring and control. This is a common practice during works time, but not thus during the later operation. Standardized environmental management systems (EMS) can be the tool to continue with the environmental monitoring once works are ended.

We expose the case of a sand and gravel mine next to the Tajo river; therefor surrounded of great diversity and environmental wealth. The mine supposes a risk of affection to the water-bearing Quaternary of the own river, that was evaluated during the EIA, and must be monitored in the exploitation period, by means of its inclusion in the EMS.

Passing from EIA into EMS means mind-changing, from a forecast approach to a day-to-day one, including the EIA results (mainly the environmental impact statement) onto the EMS documents, such us procedures, manuals, etc.

Key words: EIA, SGA, mining, gravel and sands.

Introducción y objetivo

La prevención debe ser uno de los principios básicos de cualquier política ambiental. Así queda recogido en todo el ordenamiento jurídico de la UE, traspuesto a España y a las Comunidades Autónomas. La necesidad de continuar la evaluación previa con un control posterior de las actuaciones es una premisa incluida en toda la normativa de EIA. Los promotores tiene asumida esta vigilancia durante la fase de obras, pero no así durante el funcionamiento posterior de la actividad. La implantación de un SGA puede ser la herramienta que garantice que este control en la fase operacional se sigue produciendo. El caso del sector minero es diferente, por cuanto no existe fase de obras, sino que la actuación comienza directamente con la fase de explotación (funcionamiento). La única obra es el montaje de las instalaciones de tratamiento, si las hubiere. La decisión de implantar un SGA siguiendo una norma estandarizada, como es la ISO 14000, implica el direccionamiento de todas las actuaciones empresariales hacia un proceso de mejora continua, incidiendo en aspectos tales como el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, difusión de la información, armonización de los procesos productivos, uso racional de los recursos y minimización de los impactos derivados de la propia actividad.

Requisitos en la implantación de la norma UNE EN ISO 14001

a) Revisión inicial

La revisión inicial, como primer paso de la empresa, garantiza el desarrollo de un SGA adecuado. La recopilación de datos y su análisis permite una comprensión plena de los procesos técnicos implicados en la actividad, así como la identificación de los posibles impactos sobre el medio. Finalizado el diagnóstico es posible

el planteamiento de soluciones y la definición de los plazos de ejecución para el plan de actuación ambiental. En caso de realizarse como continuación de la EIA, se tiene ya un conocimiento exhaustivo de todos los aspectos ambientales, lo que facilita sobremanera el trabajo.

En el caso de la gravera planteada, ya se conoce la normativa de aplicación, así como la documentación relativa al proyecto: Plan de Explotación, Plan de Restauración; EsIA y DIA, que facilitan datos como aspectos ambientales implicados, valoración de los impactos sobre el medio y medidas correctoras a aplicar para la reducción de los impactos. Conocido el funcionamiento teórico de la gravera, se procede a realizar un Acta de Inicio de trabajos, a pie de campo. Su objetivo es la comprobación de la situación real de los datos recabados. Durante el montaje de la planta de tratamiento es necesario un Plan de Visitas, comprobando su adecuación a la normativa ambiental y cualquier otra información relevante, como, por ejemplo, comunicaciones con la Administración, solicitud de licencias, registro de residuos y/o fichas de aceptación de los residuos peligrosos emitidas por el gestor de residuos, facturas de consumo eléctrico, etc.

b) Formulación de una política ambiental

La política ambiental plasma la intención de mejora ambiental de la empresa y cuyo cumplimiento es imprescindible para la integridad y el éxito de todo el SGA. Con ella la empresa adquiere los siguientes compromisos:

- Mejora continua y de prevención de la contaminación.
- Consumo responsable de los recursos naturales.
- Cumplimiento de la legislación ambiental y otros requisitos voluntarios suscritos.
- Establecimiento y revisión periódica de metas y objetivos.
- Difusión de la política ambiental entre empleados, partes interesadas y público.
- Formación de los empleados.
- Compromiso de implementar y mantener un SGA apropiado a la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de su actividad.

c) Determinación de puntos prioritarios de actuación: objetivos y metas

Los objetivos y las metas fijan los puntos prioritarios de acción y los resultados que se pretenden. Una vez definidos se procede a la realización de programas de gestión ambiental que describen la metodología para su consecución, la planificación en el tiempo, los indicadores para su evaluación, los recursos necesarios y los responsables. En este caso los objetivos fijados para el primer año son los siguientes:

- Ahorro del agua de lavado de material en la planta de tratamiento.
- Ahorro en el consumo de combustible para maquinaria.
- Reducción de las emisiones de ruido y contaminación atmosférica.
- Diseño de un Plan de Gestión de Residuos para reducir la cantidad de residuos generados y garantizar la seguridad de empleados y usuarios.
- Impartición de cursos de formación continua para empleados.

d) Asignación de responsabilidades

Las responsabilidades, funciones y autoridad se definen en todos los niveles de la organización a fin de favorecer la familiarización de los empleados con el SGA, y se documentan e informan para facilitar la eficacia de la gestión ambiental.

e) Formación y sensibilización

La implantación con éxito del SGA depende del compromiso de todos los empleados y, por tanto, de su competencia profesional para el desarrollo de las funciones asignadas. Por ello es fundamental la identificación de las necesidades de formación de los empleados, en especial de las personas cuyo trabajo pueda generar impactos ambientales significativos y de las personas responsables de la implantación del SGA.

En este caso el plan de formación incluye la formación técnica a trabajadores en los que se detecten conocimientos insuficientes para la ejecución de una tarea asignada, y sesiones formativas consecuencia de la aparición de nuevas tecnologías, nuevas actividades, etc., así como de la identificación de nuevos aspectos ambientales, nuevos riesgos ambientales o nuevos requisitos legales. Además, se imparten sesiones de sensibilización para el personal y subcontratistas, sobre la política ambiental y los requisitos del SGA, así como los procedimientos establecidos.

f) Comunicación

La comunicación entre los distintos miembros de la organización y con agentes externos (incluida la Administración) es necesaria para la toma de decisiones a nivel corporativo, fomentar la participación de los empleados, transferir experiencias y conocimientos y ofrecer una imagen acorde a la política ambiental.

La comunicación interna en este caso se lleva a cabo a través de reuniones, carteles divulgativos, notas informativas y comunicados. La comunicación externa, por su parte, se basa en la contestación de cualquier documentación externa recibida y la remisión de los informes internos de control, estudios o cualquier otro documento de carácter ambiental a la Administración competente.

g) Documentación del Sistema de Gestión Ambiental

El soporte documental de un SGA permite a cualquier miembro de la empresa acceder a la información sobre los aspectos operativos necesarios para la implantación del SGA y su mantenimiento. Esta documentación describe el SGA y la forma en que sus partes se interrelacionan y proporciona indicaciones acerca de dónde obtener información más detallada sobre el funcionamiento de partes específicas del sistema de gestión.

■ Manual de Gestión Ambiental

No es un requisito de la norma ISO 14001:2004, pero en este caso se considera una herramienta útil para dar a conocer el SGA implantado a las partes interesadas. Describe la implementación de la política ambiental de la empresa, recogiendo en él los objetivos fundamentales, las responsabilidades, los procedimientos de actuación para cada uno de los requisitos de la norma y los elementos para el control del SGA.

■ Procedimientos

Los procedimientos determinan los pasos a seguir en cada acción de la actividad extractiva, estableciendo las pautas de comportamiento de cada agente interventor (empleados, proveedores, transportistas, clientes, etc.) para conseguir los objetivos marcados, y garantizar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 14001:2004. En el caso de la gravera de estudio son los detallados a continuación:

- P01 Alcance y formulación de la política ambiental.
- P02 Identificación, evaluación y registro de aspectos ambientales.
- P03 Requisitos legales y otros requisitos.
- P04 Objetivos y metas. Programas de gestión ambiental.
- P05 Estructura y responsabilidades.
- P06 Formación, sensibilización y competencia profesional.
- P07 Comunicación.
- P08 Documentación del Sistema de Gestión Ambiental.
- P09 Control de la documentación.
- P10 Control operacional.
- P11 Plan de emergencia y capacidad de respuesta.
- P12 Seguimiento y medición.
- P13 No conformidad, Acción Correctiva, Acción Preventiva.
- P14 Auditoria del Sistema de Gestión Ambiental.
- P15 Revisión por la Dirección.

■ Instrucciones técnicas

Las instrucciones técnicas son prácticas concretas que describen en detalle la operación de las instalaciones, el cumplimiento necesario de los valores límite y medidas en el caso de divergencias. Las instrucciones técnicas desarrolladas en este caso son las siguientes:

- IT01 PRO 10 Gestión de residuos: identificación, etiquetado, almacenamiento y entrega de los residuos al gestor.
- IT02 PRO 10 Proveedores y subcontratistas: evaluación del cumplimiento de los requisitos del SGA por parte de proveedores y subcontratistas.
- IT03 PRO 10 Sustancias peligrosas: relativa al consumo y manejo de sustancias peligrosas.
- IT04 PRO 10 Control de flujos: control del consumo de recursos.
- IT05 PRO 10 Equipos e instalaciones: para el adecuado manejo de equipos e instalaciones de cuyo funcionamiento se deriva una afección al medio.

■ Registros

Los registros evidencian el funcionamiento del SGA; proporcionan pruebas objetivas que establecen que un procedimiento, instrucción y otra actividad se ha llevado a cabo, al reflejar los resultados obtenidos.

h) Control de la documentación

El SGA establece un procedimiento para el control de toda la documentación arriba mencionada, por el que se asegura su localización y accesibilidad, su revisión y aprobación, y su adecuada identificación y conservación por los períodos establecidos.

Los documentos serán revisados siempre que se produzca algún cambio en el SGA, cuando se detecten no conformidades en las auditorias y/o cuando la Dirección lleve a cabo revisiones del SGA. La actualización de una revisión implica la elaboración de una nueva edición, y la retirada de la anterior.

i) Plan de emergencia

El Plan de emergencia busca minimizar los daños sobre personas, medioambiente e instalaciones provocados por que un suceso extraordinario (incendio, vertido de sustancias tóxicas, etc.). El SGA reduce la probabilidad de ocurrencia de este tipo de fenómenos, pero no elimina el riesgo. Es fundamental identificar los potenciales accidentes o situaciones de emergencia y evaluar su riesgo ambiental, para definir y establecer los medios para preveniros como la respuesta operativa.

j) Seguimiento y medición

A través del seguimiento del SGA se verifica el cumplimiento del control operacional definido, los requisitos legales aplicables, el cumplimiento de los compromisos voluntarios que se hayan adquirido y de los objetivos y metas planificado. En caso de detectarse no conformidades, se propondrán acciones correctivas, siempre teniendo en cuenta criterios ambientales, operativos, de tiempo, de recursos humanos y económicos. Una vez se aplique la acción, se comprobará su funcionamiento y eficacia.

k) Auditoría interna

Constituye una de las herramientas más eficaces para determinar el grado de implantación, eficacia y conformidad de un SGA. Se trata de un proceso de verificación sistemático y documentado que proporciona información global sobre la evolución del SGA, siendo posible la identificación de los puntos débiles y las oportunidades de mejora. El Responsable de Medio Ambiente es el encargado de diseñar el programa que determinará las fechas de la auditoría, su alcance y personas que participan. Esta programación se realiza en base a: cambios significativos en el SGA, resultados de auditorías anteriores y/o sospecha de incumplimiento de algún aspecto ambiental.

l) Revisión por la Dirección

La alta Dirección debe revisar el SGA a intervalos definidos, suficientes para asegurar su adecuación y eficacia continuadas. Esta revisión atiende a la necesidad de cambios en la política, los objetivos u otros elementos del SGA, en base a los resultados de la auditoría, las circunstancias cambiantes y el compromiso de mejora continua.

Conclusión

El compromiso del cumplimiento legal adquirido durante la implantación del SGA garantiza el cumplimiento del condicionado ambiental resultante de la EIA (DIA y EslA), y asegura, por tanto, la prevención de los impactos ambientales ocasionados por la actividad minera.

Asimismo, el desarrollo de procedimientos para el control operacional de la actividad, el seguimiento periódico de la efectividad de los objetivos ambientales programados y, en definitiva, la revisión continua del SGA permite, durante la fase de explotación, la identificación de nuevos posibles impactos y la propuesta de acciones correctivas para prevenirlos o reducirlos.

En definitiva, el procedimiento de EIA y la posterior implantación de SGA garantizan el mínimo impacto sobre el medio, lo que es especialmente importantes para las graveras, igual que a otros sectores de gran repercusión tanto social como ambiental:

- Mejor imagen corporativa y mayor capacidad de captación de inversiones.
- Reducción de costes por posibles sanciones derivadas de infracciones.
- Reducción de costes de mantenimiento derivados del ahorro en el consumo de recursos, reducción de emisiones, etc.
- Mejora en la comunicación con las partes interesadas (Administración, Organizaciones No Gubernamentales, asociaciones vecinales, etc.).

Bibliografía

- Sociedad Pública de Gestión Ambiental IHOBE, S.A. (2001): *Manual IHOBE ISO - 14001. Operativa de Implantación*, 2.ª ed., enero.
- CEPYME Aragón (2002): *Guía para la aplicación de la Norma UNE-EN ISO 14001 en la pyme*, Gobierno de Aragón, 2.ª ed., febrero.
- Fernández Aller, R. (2002): *La industria europea de los áridos frente al reto del desarrollo sostenible*, marzo.
- UNE - EN ISO 14001: *Sistemas de gestión medioambiental. Requisitos con orientación para su uso* (ISO 14001:2004).

BLOQUE III

RESTAURACIÓN Y VIGILANCIA AMBIENTAL

SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL VERTIDO AL MEDIO LITORAL DE LA FÁBRICA DE DERIVADOS DEL FLÚOR, S.A., EN ONTÓN (CASTRO URDIALES, CANTABRIA)

Canteras, J. C.¹; Blanco, P.²; Ansorena, J.³;
Pérez, Ó.⁴, y Moreno-Ventas, X.⁵

¹ Profesor titular de Ecología de la Universidad de Cantabria
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Tel.: 942 20 18 05 - Fax: 942 20 17 03 - e-mail: canteraj@unicam.es

² Investigadora contratada de la Universidad de Cantabria
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Tel.: 942 20 18 05 - Fax: 942 20 17 03 - e-mail: blancop@unicam.es

³ Investigador contratado de la Universidad de Cantabria
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Tel.: 942 20 18 05 - Fax: 942 20 17 03 - e-mail: anserefj@unicam.es

⁴ Empresa Derivados del Flúor, S.A.
⁵ Profesor contratado de la Universidad de Cantabria
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Tel.: 942 20 18 05 - Fax: 942 20 17 03 - e-mail: morenox@unicam.es

Resumen

Derivados del Flúor, S.A., realizó en 1997 un proyecto para mejorar el sistema de depuración de las aguas residuales que su fábrica de Ontón (Castro Urdiales, Cantabria) vierte a las aguas del litoral cantábrico. El proyecto fue sometido a Evaluación de Impacto Ambiental, obteniendo Declaración de Impacto Ambiental aprobatoria en 1998. Desde 1999, el Grupo de Ecología de la Universidad de Cantabria se encuentra realizando el correspondiente Seguimiento Ambiental, controlando los siguientes parámetros en el medio receptor: concentración de fluoruros, turbidez, pH, concentración de clorofila y estado de conservación de las comunidades bentónicas.

Los resultados obtenidos del Seguimiento Ambiental demuestran la eficacia de las mejoras introducidas por Derivados del Flúor, S.A.

Palabras clave: Contaminación marina, seguimiento ambiental, flúor.

Abstract

In 1997 Derivados del Flúor, S. A. carried out a project in order to improve the treatment system of the waste water spilt into the waters of the Cantabrian coast by its factory in Ontón (Castro Urdiales). The project was subjected to environmental impact assesment and got approved environmental impact report. Since 1999, the department of Ecology of the university of Cantabria has been carrying out the corresponding environmental monitoring, controlling the following parameters in the receiving environment: F- concentration, cloudiness, pH, chlorophyl concentration and state of conservation of the bentonic communities.

The results obtained from the environmental monitoring prove the effectiveness of the improvements introduced by Derivados del Flúor, S. A.

Keys words: Marine pollution, environmental monitoring, fluorine.

Introducción

Derivados del Flúor, S.A., es una empresa que se dedica a la fabricación de productos fluorados inorgánicos. La actividad productiva comenzó en 1971 en su fábrica situada en Ontón (Cantabria).

Los procesos productivos generan un caudal de aguas residuales de 150 m³/h, aguas que resultan muy ácidas, con una elevada concentración de fluoruros y muy turbias. Antes de su vertido al medio litoral marino se sometían a un proceso de depuración no adecuadamente diseñado, lo que estaba ocasionando un impacto notable sobre la calidad de las aguas del medio receptor y sobre las comunidades biológicas: planctónicas y bentónicas.

La empresa redactó en 1997 un proyecto para la mejora de su sistema de depuración, en los procesos de neutralización y clarificación, obteniendo la Declaración de Impacto Ambiental aprobatoria en 1998 y desde 1999 el Grupo de Ecología de la Universidad de Cantabria viene realizando el Seguimiento Ambiental.

Objetivos

El Seguimiento Ambiental tenía (y tiene) como objetivo analizar y controlar la evolución de la calidad del medio litoral marino receptor de las aguas residuales vertidas por Derivados del Flúor, S.A., y, por tanto, de la eficacia del nuevo sistema de depuración y del grado de cumplimiento de los objetivos de calidad impuestos por la Consejería de Medioambiente.

Material y métodos

El Seguimiento Ambiental se basa en la realización de los siguientes controles (1):

A) Control en la zona de vertido al medio marino de los siguientes parámetros:

- Concentración de fluoruros.
- Turbidez del agua.
- pH.
- Concentración de clorofila.

La periodicidad del control fue inicialmente anual. No obstante, y como consecuencia de los resultados que fueron obteniéndose, a partir del año 2002 el control se realiza cada tres años.

B) Control del estado de conservación de las comunidades bentónicas en la zona de vertido

El control se lleva a cabo cada tres años.

Para evaluar la evolución de estos parámetros, en 1997 se llevó a cabo un estudio de la calidad del medio receptor en la situación preoperacional, bajo las condiciones de depuración y vertido que se hacían desde 1971. Se realizaron campañas de muestreo para determinar:

- Las características físicas y químicas del agua.
- El estado de conservación del fitoplancton.
- El estado de conservación de las comunidades bentónicas sobre el acantilado y fondo marino.

Para las características físicas y químicas, se tomaron muestras de agua sobre 4 radiales cada 25 m, hasta que los valores de los parámetros que se medían *in situ*: turbidez, penetración del disco Secchi, pH, temperatura y salinidad no difirían de puntos (testigos) tomados en zonas litorales próximas no afectadas por ningún tipo de actuación antrópica. Las radiales partían desde el mismo punto de entrada del vertido al medio marino. En el laboratorio se medían además: fluoruros y sólidos en suspensión.

El estado de conservación de las comunidades planctónicas se estudio mediante la determinación de la biomasa y la estimación de la producción primaria en dos puntos, uno dentro de la zona de vertido junto al punto de vertido y otro en la ensenada de Tejillo libre de contaminación.

Las comunidades bentónicas se evaluaron en función de la riqueza de especies, biomasa y porcentaje de recubrimiento del substrato realizando raspados sobre los acantilados en dos zonas: Saltacaballo como zona testigo y acantilados del punto de vertido en la península de Ontón.

Resultados y discusión

Calidad del medio receptor en el estado preoperacional

De manera muy sucinta se exponen los principales resultados que indican la calidad del medio litoral que estaba soportando los vertidos desde 1971 y antes de entrar en servicio el nuevo sistema de depuración:

Fluoruros

La figura 1 muestra el mapa de isolíneas de concentración de fluoruros, donde puede apreciarse valores en torno al punto de vertido que superan los 20 mg/l. En aguas naturales del litoral de Cantabria las concentraciones no pasan de 2 mg/l.

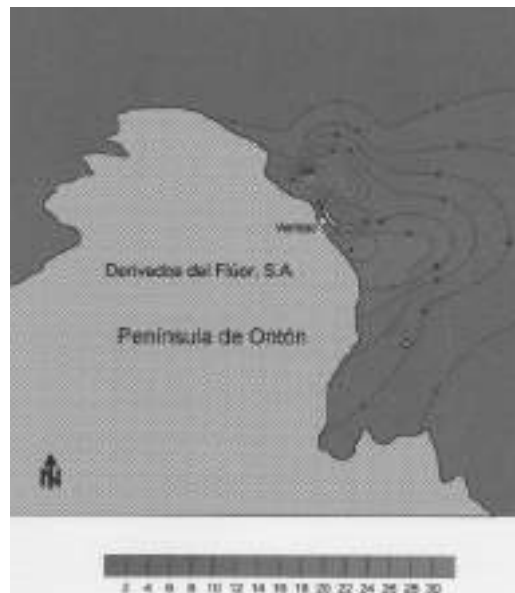


Figura 1. Mapa de isolíneas de concentración de fluoruros

Turbidez

Los valores de turbidez fueron muy elevados, sobrepasando en algunas radiales hasta 9 veces los valores de fondo de 0,5 NTU.

Penetración del disco de Secchi

Debido a la elevada turbidez que provocaba el vertido, la penetración del disco se ve fuertemente reducida, de forma especial sobre las radiales que se

sitúan al norte del punto de vertido. El valor más bajo medido fue de 1 m de profundidad, contrastando con los 10 m de penetración en los puntos testigos.

pH

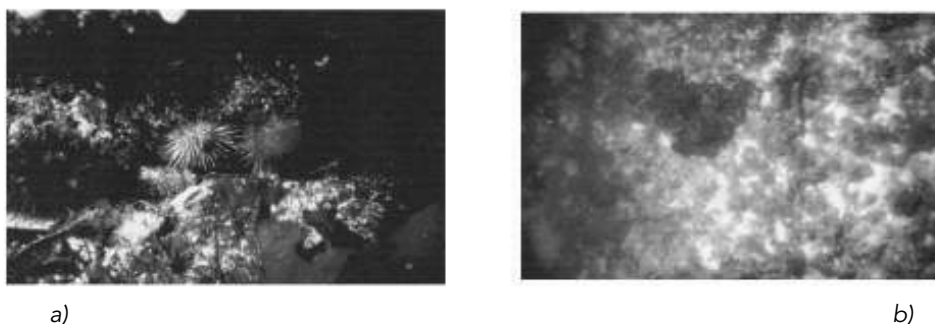
El mar es un medio con una gran capacidad tampón. Sin embargo, la elevada acidez del vertido provoca la aparición de zonas con valores de pH inferiores a 8,00.

Fitoplancton

La limitación en la penetración de la luz en la columna de agua produce un impacto elevado en el fitoplancton cuya biomasa se ve reducida a la mitad, así como su capacidad de fotosíntesis: en la zona testigo la producción primaria fue de 8,9 mgC/m³/h frente a 3,6 mgC/m³/h en la zona de vertido.

Comunidades bentónicas

La figura 2a muestra una fotografía submarina de la zona testigo de Saltacaballos, con un 100% de recubrimiento del sustrato, donde se identificaron 53 especies diferentes en una superficie de 0,5 m x 0,5 m, alcanzando una biomasa en peso seco de 358 g. La fotografía de la figura 2b corresponde a la zona de vertido donde el porcentaje de recubrimiento varía entre el 40 y el 60%, el número de especies se reduce a 28 y la biomasa en peso seco a 33 g.



a)

b)

Figura 2. a) Zona testigo de Saltacaballos. b) Zona de vertido

Evolución de la calidad del medio

En 1998 comenzó a funcionar el nuevo sistema de depuración y el Seguimiento a partir de 1999. De forma también muy sintética se muestran los principales resultados obtenidos hasta el año 2004 (2):

Evolución de la concentración de fluoruros

En 1997 el 84% de las muestras de agua presentaron una concentración de fluoruros entre 5 y 20 mg/l. Un año después de la entrada en funcionamiento del nuevo sistema de depuración, en 1999, sólo el 20% de las muestras de agua tenían entre 5 y 10 mg/l de fluoruros y a partir del año 2000 todas las muestras presentaron concentraciones de fluoruros inferior a 5 mg/l, límite fijado como objetivo de calidad.

Evolución de la penetración del disco Secchi

El buen funcionamiento del proceso de clarificación dio lugar a una rápida recuperación en la transparencia del agua. En 1997 había zonas en las que el disco no penetraba más de 1 m. En 1999 la menor penetración fue de 5 m, en el 2001 de 8 m y en el año 2004 de 10 m (sin diferencia con las zonas testigos), alcanzándose los objetivos de calidad.

Evolución de la calidad del pH

El proceso automatizado de neutralización del pH determinó que desde el primer año de seguimiento el 100% de las medias realizadas estuvieran comprendidas entre 8,00 y 8,30, rango objetivo de calidad.

Evolución de la biomasa de fitoplancton

La mejora en la calidad del medio y mayor penetración de la luz en la columna de agua dio lugar a una recuperación de la biomasa del fitoplancton. La figura 3 muestra la evolución de la reducción de la biomasa que en el año 1997 fue del 57,3%, un año después de entrar en funcionamiento el nuevo sistema de depuración esta reducción era sólo del 38,5%. A partir del año 2002 no hay dife-

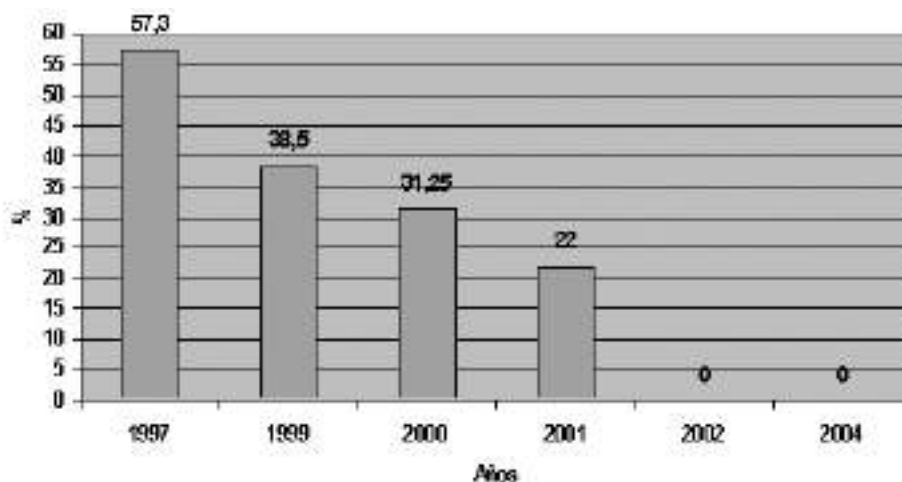


Figura 3. Evolución de la reducción de la biomasa

rencia entre la biomasa del fitoplancton medida en la zona de vertido respecto de la zona testigo.

Evolución de las comunidades bentónicas

Como en el caso anterior, la evolución ha sido muy favorable. En el último control realizado en el año 2004, el porcentaje de recubrimiento era del 90% y la recuperación de la biodiversidad del 75%.

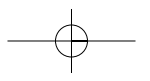
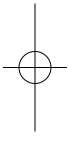
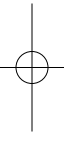
Conclusiones

De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- Los resultados obtenidos en el seguimiento ambiental demuestran una evolución muy favorable de la calidad del medio receptor de las aguas residuales tras las mejoras introducidas en el sistema de depuración.
- El cumplimiento de todos los parámetros de vertido impuesto por la Autoridad Ambiental a partir del año 2000.
- La recuperación de los parámetros físicos y químicos es inmediata y más lenta la de parámetros biológicos.

Bibliografía

- (1) Canteras, J. C., et al. (1997): *Informe de Impacto Ambiental del Proyecto de Instalación de Depuración y Vertido de las Aguas Residuales de Derivados del Flúor, S.A.*, Fundación Leonardo Torres Quevedo, Santander.
- (2) Canteras, J. C., et al. (1999, 2000, 2001, 2002 y 2004): *Informe del seguimiento ambiental del vertido en el medio litoral de la fábrica de Derivados del Flúor, S.A.*, en Ontón (Castro Urdiales, Cantabria), Universidad de Cantabria.



RECUPERACIÓN MEDIOAMBIENTAL DE LAS ESCOMBRERAS MINA LUISA EN LEÓN

Antón Basanta, I.¹, y Ochoa Valverde, I.²

¹ Delegado Provincial de Huelva del Grupo TRAGSA
Plaza Isabel la Católica, s/n. - Edificio San Salvador, portal 5 - 21003 Huelva
Tel.: 959 26 07 90 - Fax: 959 54 04 73 - e-mail: ianton@tragsa.es

² Técnico de la Dirección de Calidad, Innovación y
Nuevos Desarrollos del Grupo TRAGSA
Julián Camarillo, 6, B, Planta 4.a, Sector A - 28037 Madrid
Tel.: 91 322 65 07 - Fax: 91 322 63 23 - e-mail: iochoa@tragsa.es

Resumen

La Mina Luisa se encontraba abandonada, y ni los propietarios ni la Autoridad Minera habían realizado la restauración medioambiental.

El estado de los terrenos suponía tanto graves alteraciones medioambientales (degradación del paisaje, aumento de la erosión, contaminación de las aguas, suelos, etc.) como serios elementos de riesgo (taludes con desprendimientos, inestabilidad de escombreras, grietas y cornisas sin cerramientos ni señalización, etc.).

Las actuaciones de recuperación de la zona se centraron fundamentalmente en el movimiento de tierras, la remodelación del terreno, la implantación de una cubierta vegetal herbácea y la plantación de árboles.

Palabras clave: Rehabilitación, mina.

Abstract

The mine had been abandoned and never restored by the owners nor the Mining Authority.

Land conditions included several environmental alterations, i.e. landscape degradation, increase of erosion processes or water and land pollution, as well as different elements of risk, i.e. ground instability, loosening slopes, open cracks and cliffs.

Main works focused on earthworks, land remodelling, implantation of an herbaceous vegetal cover and plantation of trees.

Key words: Rehabilitation, mine.

Introducción

La Mina Luisa se encuentra situada en el paraje denominado Arroyo de Fierros, pedanía de Garaño, término municipal de Soto y Amio, provincia de León. Fue una explotación del yacimiento de carbón de hulla sobre la cuenca carbonífera de La Magdalena de la concesión minera número 3.976 del mismo nombre.

Inicialmente el carbón se explotaba de forma subterránea pero, a raíz de la crisis energética de 1973, el Estado español promovió un mayor consumo del carbón para producción de energía eléctrica, iniciándose por ello la explotación a cielo abierto de la mina. Los efectos negativos de este método de explotación sobre el medio ambiente son muy duraderos a largo plazo.

La Mina Luisa se encontraba abandonada y no se había realizado ningún tipo de restauración por parte de los propietarios ni por parte de la Autoridad Minera. La mina presentaba un alto nivel de degradación. La visibilidad de la escombrera desde la red viaria A-66 y desde la comarcal 623, así como desde los núcleos de Garaño y Canales era considerable. La corta (zona de extracción) era menos accesible visualmente, aunque era destacable el escaso poder cicatrizante de sus taludes.

El estado inicial de los terrenos denotaba graves alteraciones medio-ambientales (degradación del paisaje, aumento de la erosión, contaminación de las aguas, suelos, etc.), así como serios elementos de riesgo (taludes con desprendimientos, inestabilidad de escombreras, grietas y cornisas sin cerramiento ni señalización, etc.).

En el año 2002 la Dirección General de Calidad Ambiental de la Junta de Castilla y León encargó a TRAGSA la ejecución de la recuperación medioambiental de dichas escombreras, con un plazo de ejecución de quince meses.

Descripción de la zona de actuación

El área de actuación se componía básicamente de una corta socavada, en el valle cerrado de curso alto del arroyo Fierro, que invadía ambas laderas en dirección Norte-Sur, y una zona de escombrera a la salida del valle, en su ladera oriental. El cauce primitivo del arroyo había desaparecido, discurriendo sólo en épocas de lluvia.

El talud de la ladera oriental del valle llegaba a tener 50° y la estratificación era desfavorable, ya que buzaba hacia el hueco, observándose grandes volúmenes de rocas sueltas procedentes de desprendimientos. La altura de este talud alcanzaba los 70 m.

El talud de la ladera occidental era casi vertical, aunque en este caso la estratificación tenía una orientación favorable desde el punto de vista de la estabilidad, ya que buzaba en sentido contrario al hueco. En la coronación del talud se observaban grietas de tracción en un nivel de conglomerados, formándose cuñas de varias toneladas de peso.

En la parte superior de la ladera occidental, en terrenos naturales situados fuera de la corta, aparecía una familia de grietas subverticales en un nivel de conglomerados, que llegaban a alcanzar los 2 m de apertura entre labios y hasta 200 m de longitud.

En la zona de escombreras se distinguían dos grandes masas de estériles situadas una encima de otra y separadas por una berma de entre 15 y 40 m de ancho. El gran número de grietas de tracción bien desarrolladas en la coronación de las escombreras indicaba la existencia de un proceso avanzado de asentamiento y quizás de plastificación, lo que era muestra de inestabilidad.

Se observaban cárcavas formadas por erosión hídrica que afectaban al camino de acceso a la mina y a todo el conjunto de escombreras.

Las aguas del arroyo que discurría intermitentemente en sentido Norte-Sur se estancaban en varios tramos, adoptando un color pardo-rojizo que denotaba la presencia de óxido de hierro y un pH ácido.

Trabajos realizados

En el mes de septiembre de 2001, aún en fase de proyecto, se realizó un levantamiento topográfico de la escombrera y de la corta, así como de las zonas próximas que pudieran verse afectadas por las labores de restauración, la superficie de actuación final fue de 123.000 m².

Se proyectó un estado final de terreno que redujera al máximo los impactos medioambientales negativos, tanto en la zona de extracción como en la zona de vertido, y que lograra la integración de la zona de actuación en el entorno. Se marcó una pendiente máxima de diseño de 23° grados para permitir tanto la estabilidad de los taludes como de los tractores que iban a trabajar en la obra. Complementariamente, se buscó que el diseño permitiera que el arroyo del Fierro discurreniera de forma natural y no se sumiera por los agujeros existentes en la explotación. Se decidió, finalmente, no actuar sobre el talud occidental, dado que era estable y que su altura se iba a reducir al rellenar la parte inferior de la zona de extracción.

Se analizaron todos los movimientos de tierras necesarios para llegar al diseño final, de forma que desde un punto de vista técnico y de seguridad fueran ejecutables. Para ello se dimensionó una serie de bermas intermedias, separadas por taludes estables, por los que circulara la maquinaria con el material a mover.

Las actuaciones se centraron fundamentalmente en el desescombro mediante excavación con retroexcavadora de cadenas de parte del volumen acumulado en ambas escombreras, su transporte mediante tres dumpers articulados y su vertido ordenado mediante sucesivas capas o tongadas hasta llegar a la parte más alta

posible de la ladera oriental. En la parte alta se realizó un empuje con *bulldozer* de 15.000 m³ tierras para unir el terreno original con el relleno.

Tras haber movido un total de 328.000 m³, en el momento que se comprobó, mediante técnicas de topografía, que la geometría del terreno permitía al *bulldozer* remodelar el terreno empujando las tierras hacia abajo, se dio por finalizada la fase de movimiento de tierras.

Tras el movimiento de tierras se procedió al remodelado del terreno suavizando los taludes, dando al terreno un aspecto final natural, reduciendo así los riesgos de erosión gracias a unas pendientes estables. No se ejecutó el refino, ya que las irregularidades del terreno evitan la escorrentía y favorecen la implantación vegetal.

Una vez extendidos todos los terraplenes se iniciaron los trabajos encaminados a restaurar el suelo y facilitar el arraigo de las plantas que se iban a sembrar y a plantar, así como permitir la colonización de nuevas plantas y animales.

El material de las escombreras de esta explotación estaba formado por pizarras y rocas disgregadas, como consecuencia de la actividad realizada para la extracción del carbón. Por lo tanto, el suelo presentaba unas características físicas y fisicoquímicas muy limitantes para su colonización por las especies vegetales.

Actualmente en las explotaciones mineras se acopia la tierra vegetal para emplearla en la restauración final. Esta circunstancia no se dio en la Mina Luisa; por lo tanto, hubo que dotar al terreno de un sustrato que retuviera la humedad y con ella los nutrientes liberados por los abonos aportados. En este caso se utilizó corteza de pino triturada, material que ha sido probado con éxito en otras restauraciones en la provincia de León.

La corteza de pino triturada es un producto forestal obtenido a través de un proceso industrial mediante las fases de molienda, mezcla, estabilización y esterilización. La esterilización se produce por choque térmico a 600° de temperatura, que elimina las resinas y sustancias fenólicas. El sustrato que se obtiene es de granulometría uniforme, tiene baja densidad, gran porosidad y está exento de semillas, bacterias, hongos y virus. La dosis repartida fue de 45 t/ha, consiguiendo un espesor aproximado de un centímetro.

Con el fin de dar una protección inmediata al suelo, en otoño se sembró a voleo con semillas de especies herbáceas, que son las que primero colonizan el terreno, si se dan las condiciones adecuadas. Se empleó una mezcla de *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Medicago sativa* y *Lotus corniculatus* con una dosificación de 250 kg/ha.

La siembra se potenció con 500 kg/ha de abono complejo de liberación controlada, de tipo mineral con un N-P-K de 11-22-9. Se seleccionó fundamentalmente por la propiedad de ser de liberación controlada, es decir, que gracias a un encapsulado especial libera los nutrientes cuando la temperatura y humedad es la adecuada, garantizando en todo caso que al menos tarde ocho meses en incorporarse al suelo.

A continuación se ejecutó una plantación de arbolado de especies autóctonas en toda la superficie de actuación. El objetivo de la plantación era reducir el impacto ambiental de la explotación y facilitar la estabilización de los taludes con una disminución del riesgo de desprendimiento y deslizamiento. La selección de especies autóctonas reduce el impacto sobre el paisaje, al integrar el terreno en su

entorno permitiendo recuperar el suelo. Con la implantación del arbolado se complementa la disminución de la erosión hídrica, lograda con la siembra. En fase de proyecto se planteó la posibilidad de plantación de matorral, opción que se descartó, dado que se había observado en otras actuaciones similares que éste coloniza espontáneamente una vez se ha restaurado un terreno degradado.

La densidad de plantación fue de 1.300 pies/ha. Todas las especies fueron de dos savias, con tamaños inferiores a un metro de altura, en envase con sistema antiespiralizado de raíces, salvo el sauce, que se plantó en estaquilla. La distribución de las diferentes especies se realizó teniendo en cuenta la altitud, orientación, exposición, pendiente y probabilidad de encharcamiento; se buscó también que se asemejase lo más posible a una distribución natural.

La plantación se realizó en parada vegetativa de forma manual con barrón o picachón, ya que el terreno, por la remoción de que había sido objeto y por sus propias características, se encontraba totalmente disgregado.

Las especies seleccionadas fueron: *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Betula alba*, *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus mahaleb*, *Malus sp*, *Populus tremula*, *Alnus glutinosa*, *Salix sp* (en estaquilla).

Como anteriormente se ha dicho, la geometría final de la mina se diseñó para permitir que el Arroyo Fierro circulara nuevamente. Como el terreno sobre el que discurre es de relleno, a fin de evitar los arrastres, en la parte más alta fue necesario construir una serie de diques transversales, que frenaran la velocidad del agua en caso de avenida y favorecieran la retención de humedad en el terreno. Estos diques se complementaron en la parte baja con un tramo de encauzamiento y un dique transversal algo mayor, situado a la salida de la explotación.

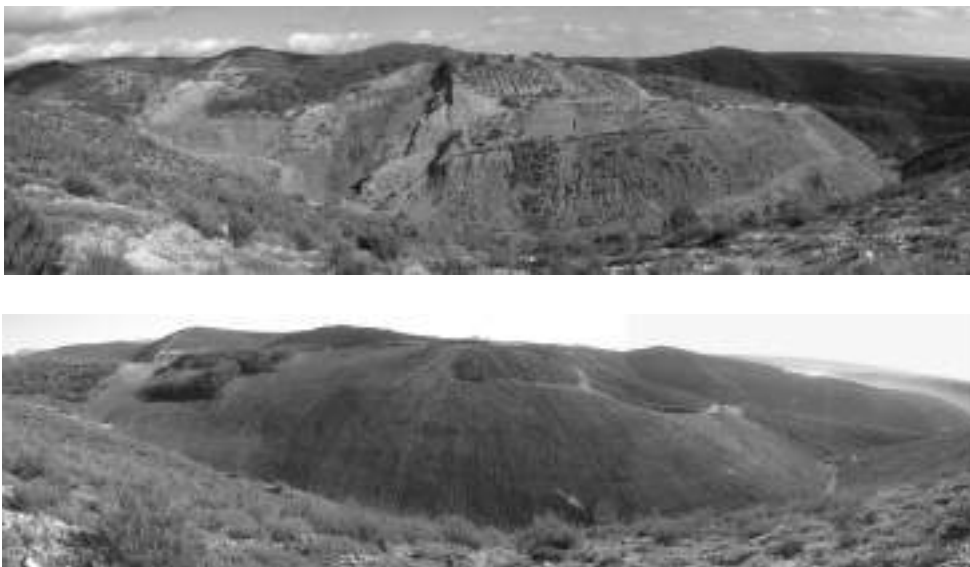


Figura 1. Estado inicial y final de la actuación

Bibliografía

- Coll Martín, S., y Sudriá i Triay, C. (1987): *El carbón en España, 1770-1961. Una historia económica*, Ed. Turner.
- Cortizo Álvarez, T. (1977): *Las cuencas mineras leonesas (aproximación a su estudio geográfico)*, Ed. Institución Fray Bernardino de Sahagún, Edit. Excma. Diputación Provincial de León.
- Instituto Tecnológico Geominero de España y Diputación de León (1994): *Mapa Geológico de la Provincia de León (Escala 1:200.000)*.
- Ruiz de la Torre, J. (1984): *Árboles y arbustos de España*, Edit. Salvat.
- Blanco Lago, E. (1999): *Estudio de la problemática y proyecto de restauración de la escombrera de lavado de carbón de "Vegabarrío" en Sabero (León)*, ETSI Montes.
- López Cadenas, F. (1998): *Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión*, coed. Tragsa-Tragsatec/Ministerio Medio Ambiente/Mundi-Prensa, 2.ª ed.
- Dirección General de Carreteras (1987): *Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas*, Edit. Ministerio de Fomento.
- Zurita, E.; Hernández, E., y Arias, J. L. (1990): *Modelado gráfico del terreno. Explanaciones*, Edit. Servicio de Publicaciones de la EUIT Agrícola de Lugo.
- Tiktin, J. (1997): *Procedimientos generales de construcción. Movimiento de tierras*, Edit. ETSI Caminos, Canales y Puertos de Madrid.
- Aranda, Gaspar de (1992): *Hidrología forestal y protección de suelos. Técnicas y experiencias en dirección de obras*, coord. Colección Técnica, Organismo autónomo de Parques Nacionales, Edit. Ministerio de Medio Ambiente.
- Serrada Hierro, R. (1993): *Apuntes de repoblaciones forestales*, Edit. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.

VIGILANCIA AMBIENTAL DE CAMPOS DE GOLF

Sobrini Sagaseta de Ilurdoz, Í.¹, y Serrano Gómez, R.²

^{1,2} ICMA-Ingenieros Consultores Medio Ambiente, S.L.
Doctor Ramón Castroviejo, 61, Local D - 28035 Madrid
Tel.: 91 373 10 00 - Fax: 91 373 18 85
e-mail: info@icma.es

Resumen

Los campos de golf se han convertido en una actividad con gran auge en España. Son proyectos de obligado sometimiento a EIA y, por tanto, con un control ambiental previo, que cada vez es más riguroso y exigente. De nada sirve ese control previo si no se continúa con una vigilancia ambiental de las obras y del funcionamiento posterior, que verifique el cumplimiento del condicionado ambiental impuesto en la DIA y en el propio EsIA, además de controlar la aparición de posibles nuevos impactos. En esta comunicación se propone una metodología desarrollada por ICMA-Ingenieros Consultores Medio Ambiente, S.L., para llevar a cabo esta vigilancia, a partir de visitas periódicas y de fichas de control, que faciliten el trabajo de vigilancia y la accesibilidad a los temas ambientales y facilidad de manejo al cliente. Se expone el caso práctico de un campo de golf en Guadalajara, cuyas obras comenzaron en septiembre de 2005 y finalizaron en enero de 2007.

Palabras clave: Golf, vigilancia ambiental, obras, funcionamiento.

Abstract

Golf courses have become an activity with great development in Spain. They are projects of forced submission to EIA, and therefore with previous environmental control, increasingly rigorous and demanding. This control is of little effective-

ness if it is not followed with an environmental monitoring of works and of later operation, that verifies the fulfillment of the Environmental Impact Statement, besides to control the appearance of possible new impacts. The practical case of a golf course in Guadalajara (Spain) is exposed, whose works began in September 2005, and ended in January 2007.

Key words: Golf, environmental monitoring, works, operation.

Introducción

El golf ha sufrido una espectacular evolución en España en la última década, con unos 300 campos abiertos hoy en día, llegando a auparse al tercer puesto en lo referente a número de federados, sólo por detrás del fútbol y la caza. Este crecimiento ha sido objeto de regulación por parte de las autoridades, con el fin de controlar su desarrollo, al menos en lo que se refiere a su impacto ambiental. Así, las Comunidades Autónomas han incluido los campos de golf entre los proyectos de obligado sometimiento a evaluación de impacto ambiental (EIA), para determinar su viabilidad ambiental, en aras a que los valores ambientales no se vieran hipotecados por la futura instalación de campos de golf.

Inoperancia de la EIA sin una adecuada vigilancia ambiental

La creación de nuevos campos de golf lleva asociada la alteración del medio donde se asientan. Las herramientas de evaluación ambiental introducen durante la concepción del proyecto una serie de medidas correctoras para evitar, o al menos minimizar, estas afecciones. Así, gracias al proceso de EIA, en teoría se consiguen instalaciones más respetuosas con el medio e integradas en el entorno. Sin embargo, la práctica nos lleva a decir que en muchos casos la conciencia ambiental de los promotores muere una vez obtenida una declaración de impacto ambiental (DIA) favorable, sin que al final se materialice todo su condicionado ambiental. El motivo no es otro que la falta de un adecuado seguimiento en las obras, por la desidia de la Administración competente y la poca concienciación de los promotores-constructores.

La primera Ley de EIA del año 1986 ya recogía en su articulado la necesidad de realizar vigilancia ambiental a los proyectos sometidos a EIA. Desde entonces, todas sus modificaciones han insistido en la materia. Se está redactando actualmente un texto refundido de la Ley de EIA, que regularice, aclare y armonice las disposiciones legales vigentes en la materia. Su borrador se hace eco de la vigilancia ambiental en el artículo 7, dictando los contenidos mínimos de los estudios de impacto ambiental (EIA) al respecto. En su capítulo III, Control del cumplimiento de las DIA, otorga al órgano sustantivo la competencia sobre las tareas de seguimiento y vigilancia del cumplimiento de la DIA, sin perjuicio de que el órgano ambiental pueda recabar información para asegurar el condicionado de la DIA.

Básicamente lo que el ordenamiento jurídico vigente entiende por vigilancia ambiental consiste en una serie de medidas de vigilancia, inspección y control que persigue los siguientes objetivos:

- Comprobar la ejecución de las medidas protectoras y correctoras propuestas tanto en el estudio de impacto ambiental como en la declaración de impacto ambiental, y su eficacia a la hora de disminuir los impactos para los que se había diseñado.
- Evidenciar umbrales no tolerables en los factores ambientales sometidos a vigilancia.
- Poner de manifiesto nuevas afecciones no previstas en el estudio de impacto y que se han manifestado durante la ejecución del proyecto.
- Cuantificar la gravedad de las nuevas afecciones, proponiendo, si fuera necesario, nuevas medidas para mitigar los impactos no previstos.
- Descubrir opciones de mejora no contempladas durante la redacción del proyecto que se han evidenciado según se ejecutaban las obras.

Una premisa en la redacción de los EsIA es la elaboración de un programa de vigilancia ambiental (PVA) que verifique la buena consecución de las medidas correctoras y protectoras propuestas para lograr un proyecto compatible con el medio ambiente. Los PVA deben ser exhaustivos al describir las acciones del proyecto a controlar, así como los factores del medio a vigilar. Siempre que sea posible se determinarán las pautas de la vigilancia con el fin de definir concretamente la labor a realizar. Así, los PVA deberían incluir al menos:

- El impacto ambiental negativo sobre el que va dirigido la acción de vigilancia.
- La acción del proyecto de la cual se deriva el impacto ambiental.
- Las medidas protectoras y/o correctoras propuestas para mitigar el impacto.
- El umbral de tolerancia que indique la buena elección de la medida correctora, así como de su eficacia.
- La frecuencia de la acción de vigilancia, siempre en proporción al efecto que se puede derivar del no cumplimiento del condicionado ambiental.
- El lugar o punto concreto donde se ejecutará el seguimiento.
- Describir las acciones a realizar en caso de superar los umbrales propuestos.

Desde el punto de vista temporal es fundamental que las labores de vigilancia no se queden únicamente limitadas al periodo de ejecución del proyecto, sino que deberían abarcar tanto la fase de funcionamiento como el desmantelamiento de la actividad.

Las labores de vigilancia se deben recoger en informes periódicos (ordinarios). Ante cualquier desviación se generarán informes extraordinarios que den fe del hecho ocurrido, así como de las soluciones adoptadas para solucionar el evento extraordinario y evitar su repetición.

El hecho de la vigilancia: Caso real de un campo de golf en Castilla-La Mancha

En Castilla-La Mancha se ha aprobado en marzo del 2007 una nueva Ley de Evaluación Ambiental (Ley 4/2007), que insiste sobre la vigilancia ambiental en términos análogos a la normativa estatal. Introduce un elemento innovador, cual es la posibilidad de solicitar al promotor las garantías precisas para asegurar el cumplimiento de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, así como de la vigilancia ambiental, que se establezcan en la DIA. Existe en esta Comunidad además una Orden de la Consejería de Medio Ambiente (Orden el 26 de enero de 2005) por la cual se regula la autorización a entidades y profesionales para el seguimiento y control de actividades sometidas a EIA. Esta Orden impone una serie de condiciones a los equipos de vigilancia ambiental que quieran ejercer su trabajo dentro de los límites de esta Comunidad Autónoma. Se ha creado el Registro de Entidades y Profesional autorizados por la Consejería de Medio Ambiente encargados de realizar el control externo, para la vigilancia ambiental de los proyectos sometidos a EIA. Esta norma faculta a los equipos de vigilancia según sus áreas de experiencia, distinguiendo ocho ámbitos funcionales: flora y vegetación, fauna, paisaje, agua, gea y suelo, atmósfera, patrimonio histórico artístico y ser humano, relaciones sociales y condiciones de sosiego público. Esta Orden pretende dotar al proceso de vigilancia de autoridad propia, facilitando su realización a través de equipos externos que complementen las labores de la autoridad ambiental y el órgano competente.

El ejemplo que se propone es el campo de golf "Valdeluz" (hoy denominado "Alcarria Golf"), en el término municipal de Yebes, junto a Guadalajara. La EIA de este proyecto se rigió por la Ley 5/1999 de EIA, derogada por la ya citada Ley 4/2007 de EA de Castilla-La Mancha. Se da la circunstancia excepcional de que este campo linda al sur con una masa espesa de quejigo, y sirve de frontera entre este medio natural y la recién estrenada Ciudad Valdeluz, de nueva construcción, que ha nacido aprovechando el impulso de la Estación del AVE de Guadalajara.

El uso anterior de la finca era la agricultura de cereal en secano. En sus apenas 42 ha de superficie se ha encajado un recorrido de 18 hoyos. El agua para el riego se va a obtener de una planta depuradora de nueva creación, que tratará las aguas fecales de la Ciudad Valdeluz. Destaca la existencia de 9 pies ejemplares de encinas centenarias, perfectamente integrados en el diseño del campo, que expresamente se citaban en la DIA para su conservación. El régimen de explotación del campo será comercial, lo que le obliga a mantener en positivo su cuenta de explotación, ante la ausencia de socios propietarios que sufraguen con sus cuotas anuales los costes del mantenimiento.

Una vez obtenida la DIA favorable, se comenzaron las obras de construcción en septiembre de 2005. Los promotores eran desde el principio conscientes del gran valor añadido que proporcionarían a la actividad los valores naturales de la finca, fundamentalmente sus árboles centenarios y su colindancia a un bosque de quejigo, por lo que pusieron un especial énfasis en una correcta vigilancia ambien-

tal. Se definió un completo PVA, desarrollando unas fichas específicas de control y fijando la periodicidad mínima de las visitas e informes de vigilancia. Se determinó como mínimo un informe mensual, que recogía las evoluciones realizadas en las obras, siempre en concordancia con el condicionado impuesto en la DIA. En estas visitas mensuales se verificó la ejecución de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias, y se comprobó su eficacia. Además de estas visitas regladas, ante cualquier incidencia, se cursaba una visita de carácter excepcional, para solventar cualquier episodio imprevisto.

Entre los puntos a destacar, y que se pueden señalar como críticos en el seguimiento de las obras, se tuvieron en cuenta los siguientes:

- Retirada de la tierra vegetal y acopio en las condiciones establecidas.
- Jalonamiento de la zona de trabajo.
- Control de la emisión de polvo durante el movimiento de tierras.
- Protección de elementos vegetales singulares.
- Establecimiento y acondicionamiento del parque de maquinaria.
- Creación de la base y sub-base para el extendido posterior del suelo.
- Instalación de la red de riego.
- Construcción de lagos e impermeabilización de los mismos.
- Creación de la red de drenaje para facilitar la recuperación del agua de escorrentía.
- Construcción de nave de mantenimiento (zona de lavado de maquinaria, almacén de fitosanitarios, depósitos de combustible, almacén de residuos).
- Plantación de nuevos ejemplares arbóreos.
- Siembra y mantenimiento del césped.
- Control de la cantidad y calidad del agua de riego y de los lagos.

Con el Acta de Replanteo se realizó la primera visita de vigilancia, para dejar constancia del estado original de la finca y de su riqueza natural. A partir de entonces las visitas se sucedieron con una frecuencia mensual, si bien en fases constructivas más delicadas o a instancias del promotor o el órgano ambiental se realizaron visitas extraordinarias. Las visitas de seguimiento ambiental se realizaban teniendo como base una ficha de vigilancia en la que se iban tomando notas acerca de los diferentes aspectos a controlar, para más tarde, y ya en fase de gabinete, elaborar el pertinente informe de vigilancia para enviar al promotor de la actuación. Durante la visita siempre se recorría la totalidad del campo, prestando un especial interés en las zonas donde se pudiera estar realizando una actividad más agresiva para el entorno. A lo largo del recorrido se tomaban evidencias que probaran el comportamiento ambiental. Una vez finalizado el recorrido se mantenía una reunión con el Jefe de Obra para comentar los hallazgos descubiertos en las visitas y urgir a su corrección. Nunca se avisó con antelación acerca de la fecha de las visitas ordinarias.

Las labores de vigilancia se llevaron a cabo durante 15 meses, resolviendo el proceso con un Informe Final (diciembre de 2006), en el que se contrastaron la correcta ejecución de las medidas protectoras y correctoras, el grado de efectivi-

dad de cada una de las medidas, el cumplimiento objetivo de la DIA y la afección a los factores ambientales derivados de la actuación.

A modo de conclusión acerca del proceso de vigilancia se advirtieron como deficiencias más destacadas y frecuentes a lo largo de las inspecciones las que a continuación se apuntan:

- Falta de conciencia ambiental de los trabajadores.
- Choques y golpes accidentales a la vegetación natural.
- Inapropiadas condiciones en el acopio de la tierra vegetal.
- Insuficientes medidas de protección contra la formación polvo.
- Incorrecta gestión de los residuos generados.
- Mal acondicionamiento del parque provisional de maquinaria. Labores de mantenimiento sobre el terreno, sin ningún tipo de protección.

La temprana detección de estas deficiencias permitió su subsanación inmediata, evitando que llegaran a producirse impactos relevantes.

¿Cuándo finaliza el proceso de vigilancia ambiental?

Las labores de vigilancia del caso estudiado finalizaron al terminar las obras de construcción del campo de golf. Terminó con ello una fase del proyecto, la de su construcción, pero se inicia otra nueva: la de funcionamiento, más importante si cabe. Desde nuestro punto de vista éste es un aspecto clave en el proceso de vigilancia, ya que los promotores (no sólo de campos de golf) suelen estar dispuestos a vigilar la ejecución de las obras, pero parece que se desentienden de la continuación del proceso una vez finalizada la ejecución y obtenida la licencia de actividad.

La fase de construcción puede ser muy espectacular y causar impactos negativos graves sobre el medio, y por esto se hace necesario un proceso de seguimiento en el que verificar el desarrollo de las obras. Pero la fase de explotación, en este caso de un campo de golf, va a producir sobre el medio un impacto continuado que necesariamente ha de ser controlado para impedir afecciones negativas al entorno. El uso de aguas recicladas, el tratamiento del césped con agroquímicos, el almacenamiento de combustibles, etc., son labores de un alto potencial contaminante, que inexorablemente deben ser controladas para evitar impactos indeseados.

¿Qué se puede hacer para prolongar las tareas de vigilancia? En la mayoría de ocasiones las DIAs prolongan su vigencia en el tiempo, incluso hasta el desmantelamiento de la actividad, como es el caso de la minería. Los promotores, ya con la actividad en marcha, imponen unas prioridades al negocio que en muchas ocasiones entra en contradicción con las cláusulas medioambientales impuestas en la declaración de impacto. Para este momento la autoridad ambiental ya se suele haber desligado del proyecto al otorgar su visto bueno en la finalización de la obra, quedando a la buena fe de quien explota la actividad el cumplimiento del condicionado ambiental, que en ocasiones no llega a conocer al no ser ni quien ha promovido el proyecto ni lo ha ejecutado.

Por esto es necesario una herramienta que siga velando por la integridad ambiental del proyecto. Una forma de dar esta continuidad a la vigilancia es la implantación de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), en cualquier caso voluntarios, pero que ayudan a integrar la variable ambiental en el trabajo diario de la actividad, situándola al mismo nivel que las demás variables del negocio. En el Golf Valdéluz se inicia ahora la implantación de un SGA bajo la norma ISO 14001.

Conclusiones

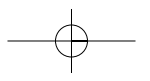
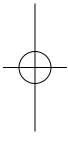
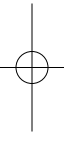
La vigilancia ambiental se debe contemplar como un episodio fundamental dentro del proceso de EIA, que, pese a lo pueda parecer, no finaliza con la publicación de la DIA. Se hace necesario mayor implicación del órgano sustantivo, así como del órgano ambiental para garantizar la buena ejecución de los proyectos con incidencia ambiental.

La labor del vigilante ambiental es una tarea árdua y constante. A su dificultad intrínseca se añade la soledad con que se ejerce. En el caso concreto aquí referenciado, la vigilancia ambiental fue contratada y sufragada por el promotor de la obra implicando una dependencia cliente-contrata, que en ningún caso debe repercutir en el grado de independencia del vigilante ambiental.

Por otro lado, la Administración pide constantes resultados de las labores de vigilancia que son facilitadas por el promotor en base a los informes realizados durante la vigilancia ambiental. Toda esta información suele carecer de retorno y pasa a engordar los archivos públicos. Tanto el órgano sustantivo como el ambiental deberían expresar sus disconformidades o dudas acerca de los informes, manteniendo reuniones o visitas en las que corroborar o rebatir lo presentado. Además, esta actitud apoyaría el trabajo de los vigilantes frente al promotor, que dejaría de ver su labor como un gasto suplementario y tomaría más en consideración los apuntes de la vigilancia.

Bibliografía

- Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999): *Guía de Gestión Medioambiental de los Campos de Golf*, Sevilla.
- Dávila, R., y Sobrini, I. (2004): *Integración Ambiental de los Campos de Golf*, Promotur.
- European Golf Association (1997): *The committed to green handbook for golf courses*, Ecology Unit.
- European Golf Association (1997): *An environmental management programme for golf courses*, Ecology Unit.



SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL DE LAS VÍAS PECUARIAS. ACTUACIONES EN LA CAÑADA REAL DEL GUADIEL EN LA VARIANTE DE LINARES EN LA A-312

Tamayo Muñoz, M.^a P.

Licenciada en Ciencias Ambientales
Ingenieros Dintras4, S.L.

Tel.: +34 958 53 56 71 - Fax: +34 958 53 64 07
e-mail: ptamayo@dintra5.com

Resumen

Las vías pecuarias como elementos que articulan el territorio adquieren cada vez más importancia por la puesta en valor que aportan a hitos de interés paisajístico, natural o cultural.

En líneas generales, tras la Resolución de la Declaración de Impacto Ambiental y unido a la redacción de un gran número de Proyectos de Construcción que afectan a este tipo de elementos lineales, se redacta la documentación para la solicitud de ocupación temporal, cruce o modificación de trazado de una vía pecuaria.

En el desarrollo del Seguimiento y Vigilancia Ambiental de la Construcción de la Variante de Linares en la A-312, se han utilizado diferentes estrategias para alcanzar objetivos de modificación de trazado, deslinde y amojonamiento de las vías pecuarias, entre ellas la Cañada Real del Guadiel, facilitando las labores de señalización y con ello aportando conocimiento y respeto a esta vías, favoreciendo asimismo el mantenimiento y creación de rutas y permitiendo la conservación de valores naturales y culturales en la zona estudiada.

Palabras clave: Vías Pecuarias, Seguimiento, Vigilancia Ambiental.

Abstract

The drovers' roads, as items that articulate the territory, acquire more impor-

tance nowadays by its cultural and natural values, being landmarks with a high landscape interest.

After the Resolution of the Declaration of Environmental Impact and together with the redaction of a great number of Building Projects that affect this type of linear elements, the documentation is written for the request of temporary occupation, crossing or modification of a drover's roads.

During the Pursuit and Environmental Monitoring of the Construction of the Variant of Linares in the A-312, different strategies have been employed to reach diverse objectives. Such objectives are the modification of the layout, the definition of the route or the (amojonamiento) of the drovers' roads. The "Cañada Real of the Guadiel", is one of this pathways. In this case, signalling works have been made, contributing to the knowledge and respect to these routes, favouring the maintenance and creation of routes and, additionally, allowing the conservation of natural and cultural values in the studied zone.

Key words: Drover's roads, Pursuit, Environmental Monitoring.

Introducción

La ejecución de una vía de comunicación sobre cualquier territorio tiene la potencialidad de generar afecciones sobre los componentes que definen el medio, entre ellos las vías pecuarias.

En el sector de las obras de infraestructuras y servicios el objetivo del desarrollo sostenible adquiere una relevancia especial, ya que dichas infraestructuras poseen una vocación social, definiéndose para dar servicio a la sociedad (1).

Una de las consecuencias de la entrada en vigor del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de Evaluación de Impacto Ambiental, modificado por la Ley 6/2001, de 8 de mayo, es la necesidad de incorporar a los proyectos de carreteras las medidas correctoras oportunas para la minimización de los impactos negativos derivados de su construcción y funcionamiento. El control y vigilancia de estas medidas será imprescindible para que las infraestructuras sean respetuosas con el medio (2).

La redacción de un Programa de Vigilancia Ambiental, incluido en el Proyecto de Construcción de la Obra, tiene como objetivo fundamental establecer un sistema de seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas preventivas, protectoras y correctoras contenidas en el Estudio Ambiental y de Medidas Correctoras y verifique el cumplimiento de las prescripciones y observaciones contenidas en la información obtenida de las consultas realizadas a los diferentes organismos ambientales, que puedan resultar de aplicación en el caso concreto (3).

Los trabajos de vigilancia ambiental y seguimiento de los procesos constructivos que se acometerán en la obra serán llevados a cabo por la Dirección de Obra o la asistencia técnica a la Dirección, tomando un papel muy importante la actuación de especialistas medioambientales. Estos últimos se encargan del seguimiento específico sobre la aplicación de medidas preventivas y correctoras, el cumpli-

miento de todas las directrices ambientales durante la ejecución de las obras y la corrección o minoración de posibles incidencias no previstas que pudieran aparecer durante la ejecución.

El desarrollo de las actividades derivadas de la vigilancia ambiental establecidas tanto por el Estudio de Impacto Ambiental como por la Declaración de Impacto exigen un coste significativo y un trabajo en equipo importante, ya que se crea la necesidad de coordinar la actividad de un gran número de empresas implicadas (promotor, contratista principal, UTE constructora, subcontratista, etc.) (2).

Los diferentes criterios técnicos que se desarrollaron en el proceso metodológico de diseño de modificación de trazado o cruces a distinto nivel de las vías pecuarias se planificaron en función de las diferentes fases de gestión de las obras de la Variante de Linares.

Ello unido a que la Delegación Provincial en Jaén de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía apuesta por potenciar la contribución de la red de vías pecuarias a la conectividad territorial, ya que potenciará su actuación tanto como corredores ecológicos, como refugios para organismos expulsados de los campos de cultivo o de terrenos agrarios explotados (4).

Como antecedentes para poder iniciar el Seguimiento y Vigilancia Ambiental de la actuación se tuvo en cuenta que el proyecto contemplado en el Estudio Informativo "Variante de Linares en la A-312, Linares (Jaén)", se encontró comprendido en el punto 1.º del apartado a) del grupo 6 (proyectos de infraestructuras) del Anexo I de la Ley 6/2001, por lo que, de acuerdo con lo dispuesto en su artículo 1.1, debió someterse a procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

Este procedimiento se resolvió por parte de la Delegación Provincial de Jaén de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía el 22 de septiembre de 2003, con la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

En el condicionado número 9 de dicha DIA se hace referencia a la protección de Vías Pecuarias, siendo las del Término Municipal de Linares clasificadas y aprobadas por Orden Ministerial el 27 de marzo de 1946, de acuerdo a lo cual para las vías pecuarias que se encontraban afectadas, según el artículo 43.2 del Decreto 135/98 (Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Andaluza), se hubo de presentar en la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente el Proyecto de Reposición de Vías Pecuarias afectadas por el trazado definitivo de la Variante de Linares en la A-312 para su estudio y aprobación.

Además, la propia DIA hace referencia en el Programa de Vigilancia Ambiental a que deberá completarse con la inclusión en el Proyecto de construcción la propuesta de reposición de las vías pecuarias afectadas por el trazado, en los términos que haya sido aprobado por la Delegación Provincial de Medio Ambiente.

El Ayuntamiento de Linares (Jaén) colaboró en todo momento, remitiendo información acerca de las actuaciones que tanto desde el propio Ayuntamiento como desde la Consejería de Medio Ambiente tenían previstas en la zona de modificación de trazado de la Cañada Real del Guadiel. Las actuaciones que se tuvieron en cuenta para reubicarlas en la zona de estudio fueron:

- Actuaciones de Recuperación y Acondicionamiento de la Cañada Real Conquense (provincia de Jaén). Consejería de Medio Ambiente.
- Acondicionamiento del ferrocarril enlace con Madrid-Cádiz para su uso como Vía Verde. Consejería de Medio Ambiente y Ayuntamiento de Linares.
- Proyecto de actuación para la adecuación ambiental como Vía Verde de Vadollano en el tramo de la Vía Pecuaria del Guadiel comprendido entre Linares y el puente del antiguo ferrocarril bajo la carretera de la Fernandina.

Objetivos

Se pretende dotar a la Variante de un valor añadido que permita al sistema viario actuar como un elemento de interpretación, de divulgación y potenciación de los recursos del medio en relación con los usuarios que utilizan la misma vía, para lo cual se ha comprobado mediante la vigilancia ambiental el cumplimiento de los condicionados de la DIA, así como de las medidas protectoras y preventivas contempladas en el Anejo de Ordenación Ecológica, Estética y Paisajística del Proyecto de Construcción (1).

El objetivo principal se centra en que la actividad de vigilancia ambiental estuviera plenamente integrada en la actividad de evaluación, de modo que, en este caso en que se redactó el Proyecto de Construcción por parte de la misma empresa que asumió la Dirección de Obra, los técnicos aprovecharon las experiencias obtenidas en la redacción del Proyecto y las aplicaron en obra para mejorar sus estudios y proyectos. Esta retroalimentación entre proyecto y obra se consideró esencial para el buen desarrollo de los trabajos.

Se ha pretendido integrar todas las actuaciones proyectadas con anterioridad al inicio de la obra en la "Cañada Real del Guadiel", además de adecuar las zonas que se generan a consecuencia de la modificación de trazado de dicha vía pecuaria para respetar la planificación original de proyectos incluidos en el Plan de Recuperación y Ordenación de las Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía, que, de acuerdo con lo establecido en el Plan de Medio Ambiente de Andalucía 2004-2010, potencia el proyecto "Corredores y Puertas Verdes" que conectará núcleos andaluces de más de 50.000 habitantes con su entorno natural, mediante la recuperación de itinerarios no motorizados.

Tomando en cuenta las iniciativas de la Empresa de Gestión del Medio Ambiente de Andalucía (EGMASA), la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y del Ayuntamiento de Linares para recuperar "Cañada Real Conquense" (5), denominada en el municipio de Linares "Cañada Real del Guadiel", se persiguió la adecuación de la Variante de Linares en la zona de modificación de trazado de la Cañada Real del Guadiel, para que pudiese proporcionar desplazamientos no motorizados, coadyuvar a la creación de espacios libres en la ciudad de Linares, participar en la rehabilitación y mejora paisajística del entorno de la variante, así como de los entornos urbanos y periurbanos deteriorados, y detener la invasión del dominio público cañadiego a lo largo de la vía pecuaria estudiada.

Resultados

La Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de esta Variante establece en su último apartado, Programa de Vigilancia Ambiental, la obligación de elaborar un informe con carácter semestral desde el inicio de las obras hasta que se de por finalizado el proyecto; además deberán presentarse informes del grado de desarrollo de las medidas de corrección medioambiental de las obras en los siguientes momentos: antes del acta de recepción de las obras, los que contemplen las actuaciones realmente ejecutadas y durante el período de garantía se emitirá informe por la entidad adjudicataria donde se refleje semestralmente, el estado de las medidas correctoras en las vías pecuarias afectadas.

La DIA mencionaba la presencia de seis vías pecuarias afectadas por la Construcción de la Variante; sin embargo, durante la redacción del Proyecto de Construcción se mantuvieron sendas reuniones y visitas a campo con los técnicos de la Sección de Vías Pecuarias de la Delegación Provincial de Jaén, concluyendo que las vías pecuarias realmente afectadas serían tres: Cañada Real del Guadiel, Vereda de Baños y Vereda de La Carolina. Las tres cruzan la Variante, por lo que a las dos primeras se les proyectaron sendos pasos inferiores y a la tercera un paso superior.

Las dos primeras además se verían afectadas por una coincidencia en el trazado de la variante y el trazado original de la vía pecuaria, con lo que se necesitó proceder a una modificación de trazado de ambas urdimbres cañadiegas.

Según lo establecido tanto en la Ley 3/1995 como en el Reglamento de la Comunidad Autónoma de Andalucía, por razones de interés público y excepcionalmente de forma motivada, por interés particular, previa desafectación, de acuerdo con la normativa de aplicación, se pudo desviar el trazado de una vía pecuaria siempre asegurando el mantenimiento de la integridad superficial, la idoneidad de los itinerarios y de los trazados alternativos, junto con la continuidad de la vía pecuaria, que permitiese tanto el tránsito ganadero como los demás usos compatibles y complementarios con aquel.

El procedimiento de modificación de trazado de vías pecuarias comenzó en primer lugar con la realización de informes técnicos por parte de la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente, en los que afirmaron la idoneidad del trazado alternativo propuesto, de tal manera que se seguía cumpliendo el fin principal, así como compatible y complementario de la vía pecuaria. Al informe, tal y como dispone el artículo 34 del Reglamento, se acompañó croquis del tramo que se pretendía modificar, así como un plano con los terrenos por los que se pretendía que discurriese la vía y según el nuevo trazado propuesto.

A continuación se muestra una tabla con las actuaciones más significativas que incidieron en la vigilancia y seguimiento ambiental de la vía pecuaria estudiada (Cañada Real del Guadiel).

RESTAURACIÓN Y VIGILANCIA AMBIENTAL

AFECCIÓN	PRINCIPALES INCIDENCIAS DETECTADAS
<p style="text-align: center;">CRUCE P.K. 1+700</p>	<p>Abril 2004. Proyecto de Construcción: Paso inferior situado oblicuo respecto a la Variante</p>
	<p>Abril 2005. Propuesta Nº1 de Delegación Provincial de Consejería de Obras Públicas y Transportes de Jaén: modificación de trazado y desplazamiento de paso inferior 40 metros de situación original para propiciar el cruce perpendicular de la vía pecuaria con respecto a la variante.</p>
	<p>Abril 2005. Propuesta nº2 de Delegación Provincial de Consejería de Obras Públicas y Transportes de Jaén: Cambio de sección tipo inicial dos vanos independientes de 8 metros a un solo vano de 16 metros.</p>
	<p>Abril 2005. Aceptación de la propuesta nº2 por el Servicio de Vías Pecuarias de la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en Jaén.</p>
	<p>Julio 2005. Propuesta nº1 considerada inaceptable por parte del Servicio de Vías Pecuarias. Se deberá restaurar el terreno a su estado original y acometer la estructura que se contemplaba en Proyecto Original.</p>
	<p>Agosto 2005. A pesar de tratarse de una Cañada Real, existen intrusiones en la urdimbre cañadiega, como vallas colindantes con la actuación, que se verán repuestas.</p>
	<p style="text-align: center;">MODIFICACIÓN TRAZADO Y PASO INFERIOR P.K 8+860</p>
<p>Proyecto de Construcción: Cruce mediante paso inferior con marco bicelular, de 8 metros cada vano, la mitad se acondicionará como paso de Vía Verde y la otra mitad como paso de vía pecuaria.</p>	
<p>Proyecto de Construcción: Respetar pies de olivo existentes en las zonas a expropiar para la modificación del trazado.</p>	
<p>Abril 2005. Propuesta nº 2 de Delegación Provincial de Consejería de Obras Públicas y Transportes de Jaén: Cambio de sección tipo inicial dos vanos independientes de 8 metros a un solo vano de 16 metros.</p>	
<p>Mayo 2005: Desde el Servicio de Vías Pecuarias se recuerda la necesidad de que los caminos que conectan con vías pecuarias no posean movimientos de tierra significativos, se deberá tender en lo posible los taludes y dichos caminos no se someterán a acondicionamientos de firme.</p>	
<p>Se deniega en este caso el cambio de marco bicelular.</p>	
<p>Se considera por parte del Servicio de Vías Pecuarias la necesidad de retirar los pies de olivo para evitar la intrusión en el dominio cañadiego de los propietarios colindantes a la Cañada Real.</p>	
<p>Mayo 2005. El camino proyectado originalmente que daba continuidad a la Cañada Real del Guadiel, tras el paso inferior deberá realizar un gran desmonte, se anula esta actuación. Se deberá realizar en su lugar un acondicionamiento del terreno en la embocadura del paso inferior realizado para posibilitar tanto al ganado como a viandantes su transito, se aconseja suavizar la pendiente de subida hacia el encuentro del trazado original de la Vía Pecuaria mencionada.</p>	
<p>Abril 2006: Al avanzar las obras del paso inferior en la Cañada Real del Guadiel se observa la necesidad de realizar un desmonte mayor para posibilitar la continuidad espacial de la Vía Pecuaria.</p>	
<p>Junio 2006. Se deberá realizar plataforma que discurra desde la salida del paso inferior hasta la carretera hacia La Garza, lo más tendida posible, de forma que no queden taludes significativos en la zona de la vía pecuaria. Se evitará la presencia de vertido de tierras en arroyo cercano a vía pecuaria.</p>	
<p>Julio 2006. Se recibe carta de Delegación Provincial de Consejería de Medio Ambiente de Jaén en la que se hace referencia a que “en la salida del paso inferior construido en el Barranquillo del Lobo hacia el trazado original de la vía pecuaria y vía verde deberá realizarse el correspondiente desmonte y acondicionamiento del terreno que salvaguarde la continuidad de la vía pecuaria para su uso principal y complementarios y compatibles”.</p>	
<p>Enero 2006. Desde la Empresa de Gestión de Medio Ambiente de Andalucía (EGMASA) se proyectan actuaciones en la zona de estudio que deberán ser reubicadas en el área transformada.</p>	

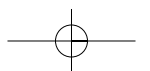
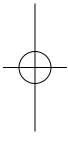
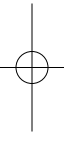
Discusión

Las vías pecuarias en su nuevo trazado, como bien de dominio público, se entienden clasificadas y deslindadas, lo que supone una verdadera ficción jurídica en muchos casos, que además tiene su lógica, por cuanto el terreno ocupado por la vía habrá sido objeto de estudio, delimitando el trazado que tendrá a partir de ahora la vía y teniendo en cuenta, además, que para la ubicación del nuevo trazado previamente se ha producido una medición de la superficie que anteriormente ocupaba la vía, la previa desafectación de dichos terrenos y la aprobación del cambio, previo informes técnicos realizados al efecto (1).

Se comprueba que los diferentes criterios técnicos que se utilizaron para el desarrollo del proceso metodológico de diseño de modificación del trazado o cruces a diferente nivel de la vía pecuaria se realizaron en función de las diferentes fases de las obras y en coordinación con la empresa contratista de la misma. Confiándose de este modo a lo largo de los dos años de ejecución de la obra que la adecuación de las tipologías de la variante de Linares en la A-312, así como de cualquier infraestructura con la vía pecuaria afectada debe realizarse en función de las características diferenciales y específicas de cada una de las vías pecuarias, desestimando en cualquier caso la aplicación de criterios estandarizados.

Bibliografía

- (1) Herrera, R., y Ramajo, L.: "Diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles", *Carreteras. Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera*, 4.ª época, n.º 150. Integración Ambiental. Extraordinario 2006, pp. 44-59.
- (2) Sagarduy Careaga, R., et al.: Sistema Integrado de Vigilancia Ambiental de Obras (SIVAO). Disponible en web: http://www.aeiopro.com/congreso_03/pdf/gm@idom.es_733f2d1d9c3ab0918c5aef52bdf3c4dc.pdf.
- (3) Junta de Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Gestión de Infraestructuras de Andalucía, S.A. (2006): *Recomendaciones técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles*, Sevilla.
- (4) Díaz Pineda, F., et al.: "Conectividad Territorial. Procesos horizontales del Paisaje e Interferencias del Transporte Humano", *Carreteras. Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera*, 4.ª época, n.º 150. Integración Ambiental. Extraordinario 2006, pp. 26-42.
- (5) Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía (2001): *Conferencia Internacional de Vías Pecuarias y Corredores Verdes*, Chiclana de la Frontera, 21-24 noviembre, pp. 111-123.



BLOQUE IV

GESTIÓN AMBIENTAL

RELACIONES ENTRE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE: OPERADORES Y OPERACIONES

Álvarez-Campana Gallo, J. M.

Dr. Ciencias Económicas y Ldo. Ciencias Geológicas

Resumen

La presente comunicación pretende poner en relación las categorías de la evaluación ambiental como instrumento de las políticas públicas ambientales preventivas, con el desarrollo sostenible como modelo metapolítico. Esta relación, esta puesta en contacto se establece mediante una nueva metodología aplicada a este caso como es la del análisis de operadores (agentes) y operaciones (procedimientos y procesos). La comunicación muestra que las dos categorías están íntimamente ligadas y que parece difícil avanzar tanto en una como en otra si no operan de forma conjunta y coordinada.

Palabras clave: Evaluación ambiental, evaluación de impacto ambiental, desarrollo sostenible.

Abstract

The present communication tries to put in relation the categories of the environmental assessment, like instrument of the preventive environmental public policies, with the sustainable development like meta-political model. This relation, this putting in contact settles down by means of a new methodology applied to this case of the analysis of operators (agents) and operations (procedures and proces-

ses). The communication shows that the two categories intimately are bound, and that seems difficult to advance so much in one as in another one if they do not operate of joint and coordinated form.

Key words: Environmental assessment, environmental impact assessment, sustainable development

Introducción

La gestión ambiental, en el nuevo contexto de la agenda política del desarrollo sostenible, presenta numerosos retos que pretendemos exponer desde un enfoque de agentes u operadores y operaciones. La evaluación ambiental no es un instrumento nuevo, sino que su origen se remonta a los años setenta. Por eso no es de extrañar que en la actualidad, debido a procesos de cambio, de adaptación legislativa, de variaciones en las prioridades y en los conceptos, contemos con un amplio abanico de este tipo de instrumentos, como la evaluación ambiental estratégica (EAE), que pretende anticipar los impactos sobre el medio ambiente de decisiones de nivel más elevado del ciclo político que el del proyecto, como son las políticas, los planes y los programas. A partir de los años noventa, después de un período de cierta estabilidad, se produce una prolongada etapa de revisión de los instrumentos, de nuevos términos que, aunque no afecta a la continuidad de la evaluación de impacto ambiental (EIA) y de la evaluación ambiental estratégica (EAE) si que produce una multiplicidad de términos, técnicas y procedimientos de evaluación. Esta etapa de cambios, cuyo origen situamos a principios de los años noventa, está muy relacionada con la aparición en la agenda política de un nuevo paradigma que vincula el desarrollo con la dimensión triple del entorno humano: la económica, la social y la medioambiental. El concepto de desarrollo sostenible va tomando posiciones en la agenda política internacional desde finales del siglo XX, con tal intensidad e importancia que llega a afirmarse que la solución para la integración de las políticas ambientales y socioeconómicas se encuentra en el "ampliamente propagado paradigma de desarrollo sostenible" (Bartelmus, 1999). El desarrollo sostenible se convierte en una realidad conceptual, compleja y difícil de materializar, pero omnipresente en los discursos políticos, en las propuestas normativas, y en el campo docente e investigador. Más allá de las modas y tendencias en los diversos campos del conocimiento, especialmente en las tecnociencias físicas y naturales y en las ciencias económicas y sociales, la propuesta de desarrollo sostenible plantea nuevos retos, no solamente en el orden conceptual o teórico, sino también –y muy especialmente– en el orden práctico: ¿cómo podemos avanzar en la sostenibilidad? La tendencia hacia la sostenibilidad es la respuesta a un contexto socioeconómico y ambiental. Un contexto en el que los diversos agentes socioeconómicos, a través del marco institucional y de sus procedimientos, definen e implementan las políticas públicas. Esto es, un contexto en que se relacionan los múltiples operadores del sistema a través de un conjunto de operaciones: la evaluación ambiental y el desarrollo sostenible (Erias y Álvarez-Campana, 2007).

Operadores (I): ciclo político y gestión ambiental

Los operadores son los elementos clave del sistema de gestión ambiental, tanto en el proceso de evaluación ambiental como en el de desarrollo sostenible. Pero antes de la gestión ambiental propiamente dicha están los procesos y las decisiones que forman parte del ciclo político, en donde verdaderamente se enmarcan las políticas públicas ambientales de tipo preventivo.

Nos interesa destacar que la dinámica de las políticas públicas a través del ciclo político, así como la participación de los distintos agentes en este proceso permiten definir y estructurar las políticas públicas. Unas políticas donde la evaluación ambiental surge como un instrumento operativo y en las que el desarrollo sostenible se convierte en un metaobjetivo. El ciclo político considera cuatro fases: el diseño de la agenda, la formulación de la política, la ejecución (incluyendo la decisión y la implementación) y la evaluación. Las dos primeras fases, el diseño de la agenda y la formulación de la política, se producen en contextos bastante difusos, que raramente se desarrollan en un escenario de plena racionalidad (Oñate, *et al.*, 2002). La tercera fase del ciclo político incluye desde los mandatos legislativos hasta la asignación presupuestaria, pasando por otras operaciones intermedias: diagnóstico de la situación previa, la concreción de objetivos, la elección entre opciones y el establecimiento de ámbitos de aplicación. Todas estas operaciones suponen concretar una política a través de planes, y éstos a través de programas que se componen de un conjunto determinado de proyectos, una secuencia PPP descendente.

La última fase del ciclo político es la evaluación, que puede realizarse, en un nivel general o estratégico, mediante el contraste de los principios aplicables y aplicados. La evaluación comparte con el conjunto de las políticas públicas una serie de criterios de análisis como son la eficacia, la ejecutabilidad y la eficiencia.

Para analizar el complejo universo de agentes y sus relaciones respecto a la evaluación ambiental hemos procedido a elaborar un mapa conceptual de espacios y agentes que interviene en la gestión ambiental (véase figura 1). Este mapa queda dividido en cuatro espacios interiores: (1) el de la formulación de las políticas ambientales y elaboración de las normas de desarrollo; (2) el propio de desarrollo o práctica de la evaluación ambiental; (3) el espacio metodológico-científico, y (4) el espacio de la demanda social. Por otra parte, identificamos al conjunto de agentes más importantes relacionados, de forma directa o indirecta con la gestión ambiental: políticos, administración ambiental, administración sectorial, administración local (también regional o nacional), promotor, comunidad científica, consultoría técnica, comunidad afectada, ONGs y comunidad educativa.

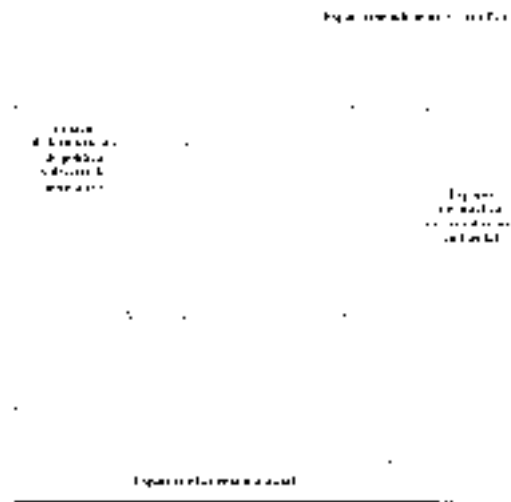


Figura 1. Mapa de operadores en evaluación ambiental

Operaciones (I): evaluación ambiental

La evaluación ambiental (EA) es un instrumento genérico cuyo objetivo es anticipar los resultados probables derivados de las acciones previstas y tomar las mejores decisiones posibles. Hacemos una propuesta de clasificación en la que la EA estaría configurada (Erias y Álvarez-Campana, 2007) por dos instrumentos principales: la evaluación de impacto ambiental y la evaluación ambiental estratégica. Junto a estos dos instrumentos, la evaluación ambiental viene incluyendo un conjunto de instrumentos secundarios que configuran variaciones específicas o derivaciones del procedimiento de evaluación de impacto ambiental. También consideramos otros instrumentos (familia metodológica analítica), que a pesar de su carácter auxiliar pueden permitirnos mejorar la dinámica (procesos y evolución) de la evaluación ambiental.

Los instrumentos que agrupamos bajo la denominación de evaluación ambiental no tienen un origen común ni contemporáneo, no son fruto de los mismos actos normativos y no proceden tampoco de las mismas disciplinas científicas. Ni siquiera el instrumento principal por excelencia, la evaluación de impacto ambiental, mantiene el mismo espacio conceptual desde su origen y en su origen en Estados Unidos, hasta nuestros días. Los diversos instrumentos han ido surgiendo, fruto de condiciones más o menos favorables y se han mantenido, han crecido o minorado su presencia a raíz de esas condiciones históricas o de contorno.

TABLA 1
Familias metodológicas y componentes de la evaluación ambiental

Familia metodológica	Componentes/instrumentos	
Evaluación (evaluación ambiental)	Componentes primarios	Evaluación de impacto ambiental (EIA) Evaluación ambiental estratégica (EAE)
	Componentes secundarios	Evaluación de impacto social (EISo) Evaluación de impactos acumulativos (EIAc) Evaluación de impactos sobre la salud (EISa) Evaluación de impacto integrada (EII) Evaluación integrada (EI)
Analítica (auxiliar a EA)	Análisis coste-beneficio (ACB)	
	Análisis multicriterio (AM)	
	Análisis de cadena de causalidad (ACC)	
	Valoración de daños ambientales (VDA)	
	Análisis de riesgos (AR)	
	Análisis de ciclo de vida (ACV)	
	Análisis de impacto económico (AIE)	
Análisis de vulnerabilidad (AV)		

Se han realizado algunos esfuerzos para poner de manifiesto la dinámica evolutiva, aunque escasamente desarrollados, por lo que proponemos un esquema evolutivo de la familia de instrumentos de evaluación ambiental (figura 2).

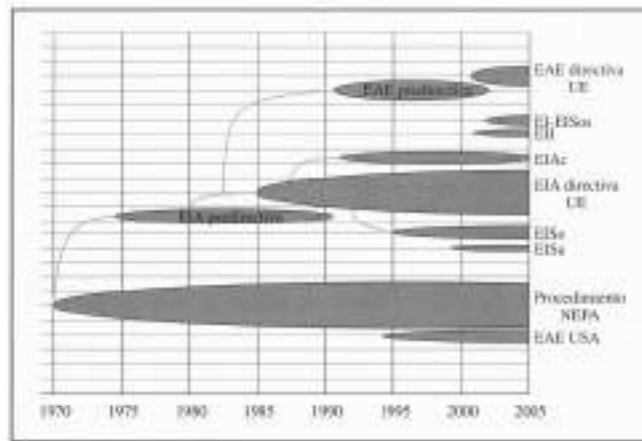


Figura 2. Mapa de operadores en evaluación ambiental

Las operaciones o procedimientos de evaluación de impacto ambiental (EIA) y evaluación ambiental estratégica (EAE) están muy desarrollados. La base metodológica del procedimiento de EIA (en España) se acomoda a una "dialéctica"

entre el promotor de la actividad y el binomio formado entre la administración ambiental y la sectorial competente. Esto nos permite, en relación con el mapa de agentes que hemos visto más arriba, exponer la metodología y práctica de EIA como un proceso cuyos agentes fundamentales, pero no únicos, son la entidad promotora y la administración. Por su parte, la evaluación ambiental estratégica ha estado –hasta muy recientemente– sometida a un debate sobre la conveniencia (o no) de que fuera un procedimiento altamente estructurado y definido o que fuera un instrumento más adaptativo y flexible. La Directiva 2001/42/CE, de evaluación de planes y programas (PE-CUE, 2001), ha resuelto esta controversia, apostando por un modelo más próximo al primer grupo que hemos mencionado.

Operaciones (II): desarrollo sostenible

El concepto de desarrollo sostenible conforma un conjunto de operaciones genéricas y complejas atribuibles a un conjunto de agentes escasamente determinados. Las definiciones completas, evitando referirnos a la definición simplificada de la primera frase¹ del informe Brundtland (WCED, 1987) que se ha convertido en cuasicanónica, nos permiten aproximarnos al plano de operaciones y de operadores de esta nueva metapolítica. Desde el punto de vista metodológico, el desarrollo sostenible requiere de un ámbito teórico, que debería precisarse para los valores fundamentales, principios y directrices. A partir de estos pueden plantearse el ámbito de práctica del desarrollo sostenible, con el despliegue de metas, objetivos generales y específicos, indicadores y umbrales de referencia.

Las diversas iniciativas hacia el desarrollo sostenible se están configurando desde dos dimensiones diferentes: la estratégica y la táctica. Estas dimensiones pueden implicar niveles geográficos: internacionales a nacionales para el primer caso y regionales a locales para el segundo caso. También pueden estar referidas a niveles del ciclo político: iniciativas legislativas, políticas o planes en la estratégica; o programas o proyectos en la táctica.

Entre los problemas a que se enfrenta la incorporación del modelo de desarrollo sostenible están precisamente los de interrelacionar las dimensiones estratégicas y tácticas en el ámbito geográfico y en el sectorial. Otro de los problemas, de una enorme importancia, se encuentra a la hora de evaluar la sostenibilidad o aproximación hacia el desarrollo sostenible. A pesar de avances limitados y concretos, como el caso de Ottawa (Devuyst, 1999), junto con diversos instrumentos planteados para evaluar el desarrollo sostenible, se observa que el desarrollo sostenible está aún necesitado de un marco teórico y práctico consistente que de respuesta a los problemas que se han señalado más arriba. Un conjunto de proble-

¹ El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

mas que tal vez pueden irse abordando desde la perspectiva de los diferentes agentes que tienen un papel determinante en el desarrollo sostenible, como se sugiere a continuación.

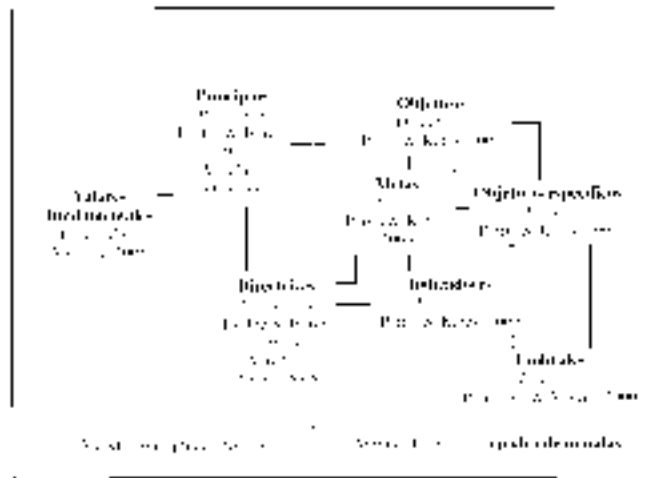


Figura 3. Categorías y relaciones entre los procesos del ciclo político y la gestión práctica del DS

Operadores (II): desarrollo sostenible

El planteamiento basado en los operadores nos permite situar la necesidad de cambio en la esfera de acción donde el agente puede tener responsabilidad y, por tanto, responder de ello. Es una forma de "repartir" razonable y transparentemente los esfuerzos de un proceso de cambio hacia un modelo de desarrollo sostenible en el que –como sociedad y de forma colectiva– estamos todos involucrados y potencialmente afectados.

Responsables políticos

Ya que el desarrollo sostenible representa un nuevo modelo, aunque no del todo estructurado, los responsables políticos tienen el reto de tomar posturas valientes y responsables para impulsar este proceso de cambio. Pero los acontecimientos muestran, de acuerdo con Clark (2000), que "los gestores políticos no asumen riesgos innecesarios, sino que asumen riesgos que pueden manejar", esto es, espacios de incertidumbre en donde identificar las preferencias de sus electores. La orientación hacia la sostenibilidad está dando a los especialistas en evaluación ambiental una oportunidad para ayudar a los políticos a usar la evaluación

ambiental, por ejemplo, la de políticas, para establecer una praxis nueva de conservación y desarrollo, situando en el centro del debate político los objetivos y las consecuencias de los modelos de desarrollo.

Organizaciones internacionales

Las organizaciones internacionales tendrían un papel determinante para liderar el nuevo modelo de desarrollo sostenible, más teniendo en cuenta que el proceso económico global está dominado por la internacionalización de los mercados; sin embargo, actualmente existe un vacío de liderazgo internacional en este campo. La Unión Europea podría jugar en este sentido un papel determinante, pero actualmente no hay indicadores que den señales en este sentido. El escenario de la cooperación internacional al desarrollo se ha configurado en el laboratorio en donde hemos podido comprender y aprender de errores y dificultades, pudiendo llegar a plantear un nuevo paradigma de desarrollo que puede tener valor de referencia en todas las economías del mundo.

Agentes socioeconómicos: sistema productivo

Los retos de los agentes socioeconómicos son numerosos y complejos: tienen la responsabilidad de incorporar en los procesos productivos criterios y fórmulas más ecoeficientes y más comprometidas con los trabajadores y con la sociedad, y tienen que identificar nuevas pautas de consumo emergentes que pueden premiar o penalizar sus actividades productivas. En un escenario económico en donde la vida media de las empresas se encuentra entre los 30-40 años, la apuesta por la sostenibilidad también aporta claves importantes para la continuidad de las unidades de producción económica.

Gestores de la administración pública

Éstos constituyen un agente fundamental en el compromiso con el desarrollo sostenible, puesto que son el colectivo que materializa las decisiones de alto nivel y que conecta las decisiones administrativas con las decisiones económicas, son quienes, en definitiva, practican las técnicas de planificación y de evaluación. Por esta razón los gestores de la administración pública son un agente clave para el progreso hacia la sostenibilidad.

Comunidad científica

En esta comunidad se centran los retos para los académicos e investigadores, tanto del desarrollo como de las políticas y de sus instrumentos. Los investigado-

res del desarrollo sostenible deberían ser capaces de avanzar de una forma más coordinada para objetivar y concretar la propuesta del desarrollo sostenible en el ámbito complejo del sistema económico-social-ambiental, pero sin sustraer la responsabilidad propia y legítima de los decidores.

La sociedad como colectividad de ciudadanos

La sociedad como colectividad puede manifestarse de diversas formas, tanto organizadas o formalizadas como básicamente informalizadas. Entre las primeras contamos las agrupaciones por identidades geográficas, esto es, las comunidades. También podemos considerar entre las primeras las organizaciones no gubernamentales que emergen bajo la denominación del tercer "sector" con una importancia determinante. Las manifestaciones sociales informalizadas pueden identificarse desde una óptica sociológica como corrientes de pensamiento.

Los individuos como particulares

Junto a su participación social, más o menos estructurada, los individuos deben tomar conciencia de que su papel es importante, por cuanto la producción y –especialmente– el consumo, como actividad económica de primera magnitud, incide de forma determinante en las corrientes más o menos sostenibles. La cuestión que planteamos tiene relación con el papel del individuo y de la colectividad como agregado del comportamiento en materia de producción y consumo, en especial de este último.

Conclusiones

Si bien la evaluación ambiental y el desarrollo sostenible vienen teniendo un recorrido metodológico y científico diferente, lo cierto es que cada vez se muestra más la conveniencia de que ambas categorías se interrelacionen de una forma estrecha. Cada vez parece más claro que una categoría como la evaluación ambiental, que es un instrumento de las políticas ambientales preventivas, debe estar engarzada en un objetivo metapolítico como es actualmente el desarrollo sostenible.

En esta comunicación realizamos un intento por aproximar estas dos categorías, mediante un enfoque de agentes operadores y operaciones. El análisis de agentes operadores permite exponer un intenso campo de relaciones entre muy diversos agentes, un conjunto cuya dinámica podrá conseguir o no el resultado que se espera tanto en las operaciones de la categoría de evaluación ambiental como en las de desarrollo sostenible. Además, cuando se analizan los agentes operadores de ambas categorías se observa –aún con más nitidez– la necesidad de que el escenario de desarrollo sostenible cuente con potentes instrumentos de evaluación.

Bibliografía

- Bartelmus, P. (1999): "Sustainable Development - Paradigm or Paranoia?", *Wuppertal Papers*, n.º 93, Mai 1999, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal, Germany, 12 pp.
- Clark, R. (2000): "Making EIA Count in Decision-Making", in: *Perspectives on Strategic Environmental Assessment*, Partidário & Clark (eds.), Ed. Lewis Publishers/CRC Press LLC, Florida, chap 2, pp. 15-27.
- Devuyst, D. (1999): "Sustainability Assessment: the application of a methodological Framework", *Journal of Environmental Assessment, Policy and Management*, 14 (1), pp. 459-487.
- Erias, A., y Álvarez-Campana, J. M. (2007): *Evaluación ambiental y desarrollo sostenible*, Ed. Pirámide, Madrid, 544 pp. (referencia básica de texto, figuras y tablas, excepto indicación expresa).
- Oñate J. J.; Pereira, D.; Suárez, F.; Rodríguez, J. J., y Cachón, J. (2002): *Evaluación Ambiental Estratégica: la evaluación ambiental de Políticas, Planes y Programas*, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 382 pp.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea (PE-CUE) (2001): "Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de junio de 2001 relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente", *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 21-7-2001, 8 pp.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (1987): *Our Common Future* ("The Brundtland Report"), Oxford University Press.

ESTIMACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS MEDIAS PARA DETECTAR CAMBIOS EN EL CLIMA ESPAÑOL

Ayuga Téllez, E.¹; González García, C.²; Montero García-Andrade, M. J.³;
Ramírez Gómez, A.⁴; García García, A. I.⁵, y García Montero, L. G.⁶

^{1,2} Departamento de Economía y Gestión Forestal
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes
Universidad Politécnica de Madrid - Ciudad Universitaria, s/n. - 28047 Madrid
Tel.: 91 336 64 01 - Fax: 91 543 95 57
e-mail: esperanza.ayuga@upm.es y concepcion.gonzalez@upm.es

^{3,4,5} Departamento de Planificación y Proyectos
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid - Ciudad Universitaria, s/n. - 28047 Madrid
e-mail: mj.montero@upm.es, alvaro.ramirez@upm.es y ai.garcia@upm.es

⁶ Departamento de Ingeniería Forestal
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes
Universidad Politécnica de Madrid - Ciudad Universitaria, s/n. - 28047 Madrid
e-mail: luisgonzaga.garcia@upm.es

Resumen

En el presente trabajo se realiza un estudio de las series de temperaturas medias anuales en diferentes ciudades españolas. Se clasifican diversas ciudades españolas en tres grupos de clima homogéneo y se toman las series de Huelva, Madrid y Barcelona representativas de cada uno de dichos grupos. En las series (con datos de más de 100 años cada una) se analiza la tendencia para detectar posibles cambios significativos en la evolución de los valores climáticos. Para desarrollar modelos estocásticos que representen la variación de la temperatura se aplica la metodología Box-Jenkins, que permite obtener predicciones sobre el cambio del clima en los próximos años.

Palabras clave: Temperatura media anual, modelo ARIMA.

Abstract

This work describes an study of anual mean temperature in different spanish cities. Fifty two cities were classified into three groups using cluster analysis techniques according to rainfall and temperatures. With the criterion of the maximum data avalaibility, Huelva, Madrid and Barcelona were chosen as representative cities of each of the groups. The trend for each series was estimated with a regression time model. The available data correspond to a large number of regular time intervals and therefore may be processed through the Box-Jenkins time series ARIMA methodology which allows predictions in the next years.

Key words: Anual mean temperature, ARIMA methodology.

Introducción

La Geología y la Climatología son ciencias que deben tener en cuenta los largos ciclos en los que se desenvuelven los cambios que afectan globalmente al Planeta. El análisis del clima y de su evolución requiere, por tanto, observaciones prolongadas en el tiempo. Actualmente, a pesar de la gran necesidad de tener información climática de calidad, no resulta fácil encontrarla. Las estaciones de medida de estas variables, por motivos económicos o sociales, están incompletas y se centran en lugares próximos a núcleos urbanos. En España la mayoría de las medidas de temperaturas y pluviometría comienzan a mediados del siglo XIX. No es fácil encontrar modelos fiables que permitan predecir comportamientos futuros con apenas 160 años de medidas incompletas.

No obstante, la importancia de predecir el comportamiento climático futuro, debido a su influencia sobre los bosques y el resto de los recursos naturales, ha aumentado el número de trabajos relacionados con los modelos de predicción en los últimos tiempos. Se han empleado modelos de predicción estadística temporales, como los modelos ARIMA (1), basados en la metodología Box-Jenkins (2); cadenas de Markov (3), y alisado de series (4), (5), (6), y el de circulación general GCM (acrónimo en inglés de Global Climate Model), que se basa en la incorporación de las leyes de conservación de la energía, masa, agua y de los impulsos y requiere variaciones de minutos y superficies de 100 m² que se intenta extrapolar a algunos siglos y al conjunto de la superficie del planeta (7).

Resultados y discusión

Un primer paso es la agrupación de las capitales de provincia españolas basándose en los datos medios de los últimos treinta años por el INM (8). Mediante técnicas de agrupación de datos multivariantes (análisis de cluster) se

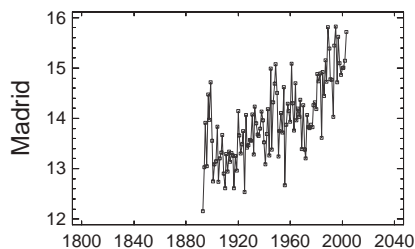
obtienen tres grupos de capitales en los cuales se seleccionan como ciudades representativas de cada grupo aquellas que tienen series más largas de datos: Madrid, Barcelona y Huelva (9).

A continuación se analizan las series de temperaturas medias anuales para estas tres capitales. Primero se realiza un análisis descriptivo, a continuación se analiza la tendencia y posteriormente se estima el modelo ARIMA y se valida mediante contrastes y predicciones.

Serie de Madrid de 1893 a 2003

La serie es de 110 años con 4 años incompletos, incluyendo los años en blanco; estos valores (un 3,6%) han sido reemplazados por estimaciones realizadas usando el valor de los datos vecinos. En el gráfico la figura 1.b se detectan autocorrelaciones significativas para retardos de 1 a 9.

Gráfico de Series Temporales para Madrid



Autocorrelaciones Estimadas para Madrid

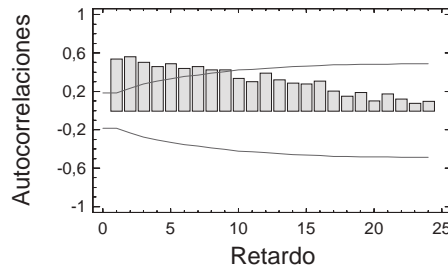


Figura 1. Serie de temperaturas medias anuales en Madrid (1893-2003):
a. Gráfico descriptivo de la evolución de las temperaturas
b. Gráfico de autocorrelaciones

Ajuste lineal de la tendencia: Se realiza un ajuste lineal (figura 2) y se comprueba si este ajuste representa la serie correctamente y si la pendiente de la recta es significativamente distinta de cero.

Gráfico de Secuencia de tiempo para Madrid

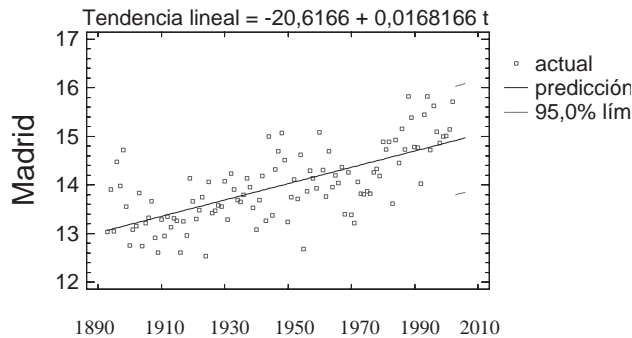


Figura 2. Tendencia lineal estimada para Madrid

El modelo lineal obtenido es $X_t = -20,6166 + 0,0168 t$. El estimador de la pendiente del modelo es de 0,0168 con un error estándar de 0,0016 y se puede rechazar que sea igual a cero ($p = 0$), por lo que serían significativas las variaciones de temperatura media anual.

Los residuos de estos modelos presentan dependencias por lo que se aplican técnicas de ajuste de modelos de series de tiempo. Se comienza diferenciando la serie una vez. Se toma una diferencia no estacional de $Z_t = X_t - X_{t-1}$.

Gráfico de Series Temporales para ajustado Madrid Autocorrelaciones Estimadas para ajustado Madrid

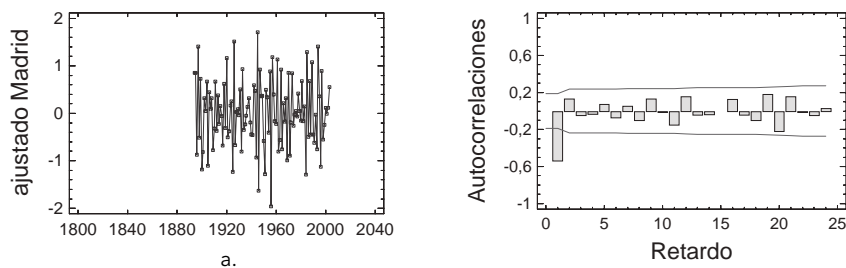


Figura 3. Serie de las Z_t en Madrid (1893-2003):

a. Gráfico descriptivo de la evolución de Z_t

b. Gráfico de autocorrelaciones

Los gráficos de la serie diferenciada y de autocorrelaciones de Z_t (figura 3.a y b) indican serie estacionaria, por lo que se ajusta un ARIMA (0, 1, 1), obteniendo el siguiente modelo:

$$X_t = X_{t-1} + 0,793 a_{t-1} + a_t$$

(0,058)
p = 0,00

Entre paréntesis se muestra el error estándar de la estimación del coeficiente de a_{t-1} en este modelo y en la siguiente línea la significación (p-valor) del contraste. Se acepta que el coeficiente es estadísticamente significativo. Los gráficos de autocorrelaciones de los residuos (figura 4.a y b) y los contrastes para los mismos permiten aceptar el modelo ajustado y justifican su posible uso para hacer predicciones:

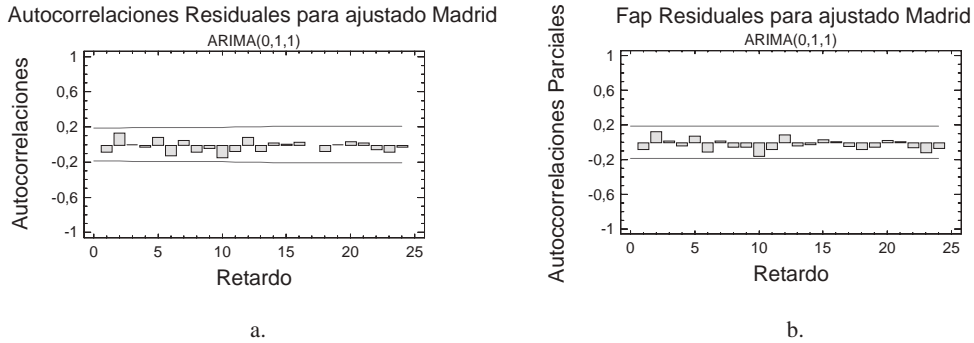


Figura 4. Autocorrelaciones residuales en Madrid (1893-2003)

- a. Función de autocorrelación simple
- b. Función de autocorrelación parcial

Series de Barcelona (1869-2003) y Huelva (1903 a 2003)

Las series de Barcelona y Huelva presentan un comportamiento parecido. En Barcelona se tienen 133 años (de 1869 a 2003) con 10,5% de los años con datos incompletos. En Huelva se dispone de 100 años (desde 1903) con un 4% incompletos. Los gráficos del modelo de tendencias ajustadas se muestra en la figura 5.

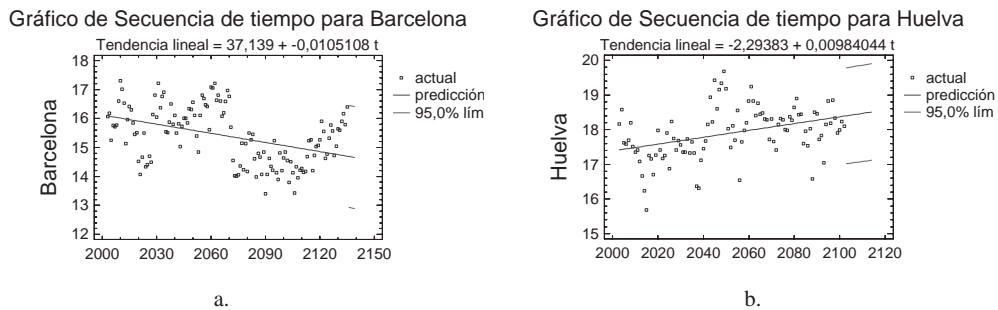


Figura 5. Modelos de tendencia para temperaturas medias anuales:

- a. Barcelona, y b. Huelva

La pendiente del modelo de tendencia para la serie de temperaturas de Barcelona es negativa e igual a $-0,0105$ (figura 5.a) el error estándar de la estimación es $0,02$ y $p = 0$, por lo que aceptamos una variación estadísticamente significativa en las temperaturas medias anuales. Para la serie de temperaturas de Huelva (figura 5.b) la pendiente es de $0,0098$ con un error estándar de $0,0023$ y $p = 0$, aceptando también las variaciones de las temperaturas en este caso.

Los residuos de estos modelos presentan dependencias, como vimos en la serie de Madrid. Se diferencian las series y se ajustan de nuevo las series a modelos ARIMA, obteniéndose las predicciones correspondientes.

Nuevo ajuste para Barcelona:

$$X_t = X_{t-1} + 0,315 a_{t-1} + a_t \quad \text{Error estandar} = 0,083 \quad p = 0$$

Nuevo ajuste para Huelva:

$$X_t = X_{t-1} + 0,441 a_{t-1} + a_t \quad \text{Error estandar} = 0,092 \quad p = 0$$

Predicciones

Con los modelos ARIMA se han realizado predicciones de las temperaturas medias anuales para los siguientes tres años, incluyendo los intervalos de confianza al 95% para las estimaciones y el valor real obtenido en las estaciones de medición de las tres capitales. En todas las predicciones los valores estimados están próximos al valor real (tabla 1) y siempre se encuentran dentro del intervalo de confianza calculado. La máxima diferencia no llega al grado y se produce en la temperatura de Barcelona en el año 2004.

TABLA 1

Predicciones de las temperaturas medias anuales

Serie	Periodo	Predicción	Intervalo al 95% de confianza		Valor real	Diferencia
Madrid	2004	15,1985	14,09	16,31	15,1	-0,0985
	2005	15,1985	14,07	16,33	15,3	0,1015
	2006	15,1985	14,05	16,35	15,9	0,7015
Barcelona	2004	16,2215	14,76	17,68	17,2	0,9785
	2005	16,2215	14,55	17,89	16,5	0,2785
	2006	16,2215	14,37	18,07	16,6	0,3785
Huelva	2003	18,1247	16,97	19,28	18,6	0,4753
	2004	18,1247	16,80	19,45	18,4	0,2753
	2005	18,1247	16,65	19,60	17,9	-0,2247

Conclusiones

Las temperaturas medias presentan variaciones a lo largo del tiempo y sus tendencias resultan estadísticamente significativas. La temperatura media anual

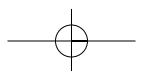
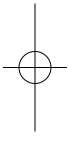
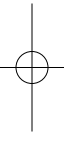
aumenta en Madrid y Huelva, siendo la velocidad de aumento mayor en el caso de Madrid. Por el contrario, en Barcelona se ha producido en el conjunto de los años observado una disminución de la temperatura.

La metodología de modelización de Box-Jenkins empleada en el trabajo permite visualizar las variaciones producidas a lo largo del tiempo, así como modelizar de manera adecuada las mismas.

Los modelos obtenidos son todos del tipo ARIMA (0,1,1) con una diferencia no estacional. Representan de manera adecuada esas variaciones y pueden emplearse para hacer predicciones a corto plazo.

Bibliografía

- (1) Ayuga, E., y González, C. (2003): *Modelos estadísticos para las series pluviométricas de Huelva. Validación y actualización*. En Actas del IV Congreso Nacional de Agroingeniería.
- (2) Box, G. E. P., y Jenkins, G. M. (1976): *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, Holden-Day, San Francisco.
- (3) Lana, X.; Martínez, M. D.; Serra, C., y Burgueño, A. (2004): "Spatial and temporal variability of the daily rainfall regime in Catalonia (northeastern Spain), 1950-2000", *International Journal of Climatology*, volume 24, Issue 5: 613-641.
- (4) Moberg, A.; Jones, P. D.; Barriendos, M.; Bergström, H.; Camuffo, D.; Cocheo, C.; Davies, T. D.; Demarée, G.; Martin-Vide, J.; Maugeri, M.; Rodríguez, R., y Verhoeve, T. (2000): "Day-to-day temperature variability trends in 160-to 275-year long European instrumental records", *Journal of Geophysical Research*, 105, D18: 22849-22868.
- (5) Martin-Vide, J. (2004): "Spatial distribution of a daily precipitation concentration index in peninsular Spain", *International Journal of Climatology*, volume 24, Issue 8: 959-971.
- (6) Singhratna, N.; Rajagopalan, B.; Clark, M., y Krishna Kumar, K. (2005): "Seasonal forecasting of Thailand summer monsoon rainfall", *International Journal of Climatology*, volume 25, Issue 5: 649-664.
- (7) Bell, J. L.; Sloan, L. C.; Revenaugh, J., y Duffy, P. B. (2003): "Evaluation of Northern Hemisphere natural climate variability in multiple temperature reconstructions and global climate model simulations", *Global and Planetary Change*, 37 (1&2): 19-32.
- (8) INM página web : <http://www.inm.es>.
- (9) Ayuga Téllez, E.; González García, C.; Robredo Sánchez, J. C.; Martín Fernández, A. J., y Grande Ortiz, M. A.: *Modelos estocásticos de pluviometría y temperaturas medias mensuales en España*, Actas del IV Congreso Forestal Español.



IMPLICACIONES AMBIENTALES EN EL DESARROLLO DEL SECTOR AERONÁUTICO

Casillas Barral, J. M.^{a1}, y Castro Franco, L.²

¹ SENASA - Tel.: 91 301 98 56 - Fax: 91 301 95 65
e-mail: jmcasillas@senasa.es

² SENASA - Tel.: 91 301 98 55 - Fax: 91 301 95 65
e-mail: lcastro@senasa.es

Resumen

El transporte aéreo es un sector directamente relacionado con el desarrollo económico de la sociedad y, por tanto, está experimentando un elevado crecimiento en los últimos años, tanto a escala nacional como mundial.

Las repercusiones sobre el medio ambiente se traducen en efectos locales relacionados con la actividad aeroportuaria, entre los que destaca el ruido aeronáutico, y efectos globales, propios del tráfico aéreo, vinculados al cambio climático y efecto invernadero.

La actualización del entorno legal y el cumplimiento de compromisos adquiridos en convenios internacionales implica la consideración, cada vez con mayor rigor, de las repercusiones sobre el medio ambiente y sobre la población afectada.

Como consecuencia de esta situación, es necesario establecer medidas de control y desarrollar nuevas herramientas, útiles para minimizar las implicaciones ambientales en el desarrollo del sector aeronáutico.

Palabras clave: Aviación, cambio climático, contaminación, efecto invernadero, Kyoto, ruido.

Abstract

The sector of the air transport is directly related to the economic development

of the society and it is suffering a significant growth in the last years, both at a national and at a global scale.

The repercussions in the environment result in local effects related to the airport activities -especially noise – and in global effects related to air traffic, linked to Climate Change and the Greenhouse Effect.

The latest update of the legal frame and the fulfilment of political commitments achieved under international agreements involve a serious consideration of the impacts over the environment and over the population.

Accordingly to this situation, it is necessary to establish control measures and to develop new tools in order to minimise the environmental involvements in the development of the aeronautical sector.

Key words: Aviation, Climate Change, pollution, greenhouse effect, Kyoto, noise.

Introducción

El transporte aéreo es una de las actividades humanas que está experimentando en los últimos tiempos un mayor crecimiento tanto a escala nacional como mundial, hasta el punto de resultar imprescindible como motor de desarrollo económico, social y cultural. Esta expansión del sector conlleva la producción de impactos sobre el medio ambiente y sobre la sociedad que requieren una correcta evaluación en sus dimensiones local y global.

La consideración de los aspectos ambientales provocados por el desarrollo del sector se regulan mediante la aplicación del marco legal interno, recientemente actualizado mediante la transposición de directivas europeas y promulgación de nuevas normas estatales, y la suscripción de normas y convenios internacionales como la inclusión de la aviación en el régimen comunitario de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Objetivos

El objeto de esta comunicación es presentar la situación del panorama actual de los efectos más significativos producidos sobre el medio ambiente por el sector aeronáutico, así como las medidas aplicadas para su control.

Finalmente se exponen las tendencias previsibles en un escenario próximo en relación a la aplicación de nuevas medidas o normativa.

Resultados y objetivos

Contenido:

1. Situación actual y evolución previsible del sector aeronáutico.

2. Efectos sobre el medio ambiente.
3. Tendencias.

Situación actual y evolución previsible del sector aeronáutico

La importancia estratégica de la aviación a escala mundial se refleja a la vista de los siguientes datos que ponen de manifiesto su dimensión:

- La aviación mueve anualmente 2.000 millones (2005) de pasajeros, y transporta, en términos de valor económico, el 40% de los bienes de exportación interregionales.
- La aviación genera 29 millones de puestos trabajo en todo el mundo. Su impacto global económico se estima en 2,96 billones de dólares, el 8% del Producto Interior Bruto mundial.
- El 40% de los turistas internacionales utilizan el avión.
- No hay casi alternativa posible para viajes con distancias superiores a 1.500 km.
- Se prevé que la flota aérea mundial se duplique en el año 2020, alcanzando los 32.000 aviones.
- Desde 1993 a 2000 el número de pasajeros en el transporte aéreo aumentó alrededor de un 10% por año en la Unión Europea. Durante los años 2001 y 2002, el 11 de septiembre, SARS (gripe aviar) y la Guerra de Irak supusieron un freno al desarrollo (-2,2%), recuperándose en los 4 últimos años.

En España el tráfico de pasajeros ha experimentado uno de los mayores crecimientos del mundo, con un incremento de 100 a 193 millones de pasajeros en los últimos 10 años (1996-2006).

Según datos oficiales, España ya fue en 2005 el segundo país de la organización EUROCONTROL, tras el Reino Unido, en incremento de operaciones de vuelo, con 240 operaciones / día más que en el año anterior.

En relación a su repercusión sobre el medio ambiente, la aviación es responsable del 3,5% de las emisiones de efecto invernadero, pero su contribución aumenta de forma muy acentuada. En algunos países como el Reino Unido, suponía ya el 5% en 2002.

De no adoptarse medidas (legislativas, comercio de emisiones, mejoras tecnológicas) en 2050 la aviación sería el sector de mayor producción de emisiones, al menos a escala europea.

Hasta el presente, la aviación no está tomando medidas para la mitigación del impacto sobre el cambio climático.

Efectos sobre el medio ambiente

Debido a la naturaleza de la actividad aeronáutica, los efectos ambientales provocados se manifiestan, en cuanto a su extensión, tanto a escala local como a escala global.

Efectos locales

Se originan fundamentalmente a raíz de la construcción y explotación de los aeropuertos y de las operaciones en tierra de las aeronaves y están, por tanto, relacionados, por una parte, con los impactos derivados de la ocupación del terreno (desbroces, movimientos de tierra, alteración de hábitat...), y por otra, con el desarrollo de la actividad aeroportuaria (ruido, contaminación atmosférica, generación de residuos, demanda energética...).

Entre los efectos locales merece especial atención por su dimensión social la **gestión del ruido** aeronáutico procedente tanto de los aeródromos por su actividad en tierra, como de las operaciones de aterrizaje y despegue de las aeronaves.

Además de las medidas de gestión del ruido aeronáutico derivadas de la aplicación de la Ley 37/07 de ruido y sus reglamentos de desarrollo (elaboración de mapas estratégicos y planes de acción consecuentes), las medidas más eficaces utilizadas en la actualidad son las establecidas a partir de la propuesta de "*Enfoque Equilibrado*" por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y que contemplan:

- a) *Reducción de ruido en la fuente*: Mediante evolución en las motorizaciones de las aeronaves y limitación a la operación de tipos de aeronaves más ruidosas.
- b) *Planificación y gestión del suelo*: Incluye medidas de planificación urbanística y servidumbres acústicas que imponen restricciones al uso del suelo en áreas afectadas además de instrumentos de mitigación como planes de aislamiento acústico, adquisición de terrenos, traslado de viviendas, etc. para evitar el desarrollo urbanístico en zonas expuestas a niveles por encima de los criterios de calidad ambiental.
- c) *Procedimientos operativos*: De la explotación, entre los que se encuentran los procedimientos de descenso continuo, procedimientos de atenuación en despegue, el diseño de trayectorias para reducir sobrevuelos, la navegación de precisión (PRNAV), desplazamiento de umbrales de pista y limitación al uso de reversa.
- d) *Restricciones operativas*: En aeropuertos para limitar la producción de ruido como pueden ser restricciones horarias para aeronaves más ruidosas, cambios en los diseños de configuración, prohibición del uso de unidades auxiliares de potencia (APU) durante la noche, limitación para pruebas de motores fuera de las áreas designadas, reducción progresiva de tipos de aeronaves más ruidosas, implementación de cuota de ruido...

En función de la fase de en que se encuentren las propuestas de desarrollo de la actividad aeronáutica, se someterán al procedimiento de evaluación ambiental que le corresponda:

- "*Evaluación Ambiental Estratégica (Ley 9/2006)*: se aplica a documentos de planificación como el Plan Estratégico de Infraestructuras de Transporte

(PEIT), Plan Sectorial del Transporte Aéreo (PSTA) y Planes Directores de cada aeropuerto. Hasta la fecha se dispone de poca experiencia en este procedimiento debido al escaso tiempo de vigencia de la ley.

- *“Evaluación de Impacto Ambiental (RDL 1302/86, Ley 6/2001 y modific.): aplicable a proyectos de nueva construcción o de ampliación de aeropuertos existentes.*

En líneas generales el procedimiento EIA considera únicamente efectos a escala local.

Efectos globales

Los efectos a escala global proceden de las operaciones en vuelo de las aeronaves y son por tanto de carácter difuso. La aviación influye considerablemente en el cambio climático debido a las emisiones apreciables de gases de efecto invernadero, especialmente CO₂, pero también NO_x y H₂O (formación de cirros a partir de las estelas que favorece el efecto invernadero).

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del transporte aéreo nacional forman parte del total nacional de emisiones y están sujetas a los objetivos del Protocolo de Kioto; sin embargo, las emisiones del transporte aéreo internacional, no se incluyen en el compromiso de reducción de Kioto 2008-2012.

En el momento actual está en tramitación una Propuesta de Directiva Europea con el fin de incluir las actividades de aviación en el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, que entraría en vigor entre 2010 y 2012.

Tendencias

A la vista de la situación descrita en los apartados anteriores es necesario incrementar el establecimiento de instrumentos de control destinados a evitar o reducir los efectos de la aviación sobre el medio ambiente. En este sentido las tendencias futuras pueden resumirse en las siguientes:

- a) *Procedimientos de Evaluación Ambiental (EAE, EIA):* Incremento de la participación pública. Mayor implicación de agentes sociales (Ley 27/2006). Desarrollo práctico y acumulación de experiencia en EAE.
- b) *Comercio de emisiones:* Previsible inclusión de la aviación internacional en Protocolo de Kioto, a partir de 2012 y aprobación de Directiva Europea para incluir la aviación en el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, que entraría en vigor entre 2010 y 2012.
- c) *Medidas fiscales:* Posible implantación a nivel europeo de un determinado régimen de impuestos sobre combustibles. También existe la posibilidad

de imponer pagos vinculados a las emisiones y tasas aeroportuarias por ruido.

d) *Innovación tecnológica (I+D)*: Combustibles menos contaminantes, nuevos materiales más ligeros, motores más eficaces y silenciosos...

Bibliografía

Airports Council International (ACI)

<<http://www.aci-europe.org/>> (11 de abril de 2007).

Aviation Environment Federation (AEF) – Homepage

<<http://www.aef.org.uk/>> (11 de abril de 2007).

Centre for Aviation Transport and the Environment

<<http://www.cate.mmu.ac.uk/>> (10 de abril de 2007).

Dempsey, P. S.: *Airport Planning and Development Handbook*, McGraw-Hill, New York, 2000.

García Cruzado, M., et al.: *La actividad aeroportuaria y el Medio Ambiente*, Fundación Aena, Madrid, 2001.

García Galludo, M., y Guillamón Viamonte, J. M.: *Gestión energética y medioambiental en instalaciones aeroportuarias*, Fundación Aena, Madrid, 2004.

SENASA: *Aeropuertos y Medio Ambiente: un estudio comparado, 2006*. Documento inédito.

INFORMACIÓN TERRITORIAL: BASE PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA

De la Maza de la Cruz, E.¹; Leguey Galán, M.²,
y Artieda González Granda, J.³

^{1,2,3} Tel.: 911 29 96 35 - Fax: 915 34 77 96
e-mail: edelamaza@argongra.es

Resumen

Para la elaboración de los informes ambientales es imprescindible el uso de datos geográficos georreferenciados. El problema surge a la hora de gestionar estos datos, por diversas razones: diversidad de formatos existentes, datos incompletos, escalas no compatibles, dificultad en su difusión...

La solución propuesta por la recién aprobada Directiva Inspire tiene como objetivo crear una infraestructura de datos espaciales a nivel europeo que pueda proporcionar datos consistentes, armonizados y de una manera ágil.

En España, con el fin de dar los primeros pasos en el cumplimiento de las directrices de la Directiva Inspire, aparecen diferentes proyectos enmarcados dentro del Plan Nacional de Observación del territorio; cabe destacar el Sistema de Observación del suelo de España, que pretende generar una capa de información que será una referencia cartográfica homogénea para todas las Comunidades Autónomas, lo que permitirá una mayor agilidad a la hora de elaborar los informes requeridos por la Ley de Evaluación Ambiental Estratégica.

Palabras clave: Evaluación Ambiental Estratégica, Informe Ambiental, Directiva Inspire, Proyecto SIOSE, SIG, datos geográficos.

Abstract

Geographic data is essential to enhance environmental reports. The problem comes on data processing, due to different reasons, such as the diversity of existing formats, incomplete data, non compatible scales or the difficulty on its dissemination.

Directive INSPIRE proposal is to create an European Spatial Data Infrastructure to provide consistent and harmonious data in an easy way.

In our country it is worth mentioning the Spanish Soil Observation System that is planning the creation of a new data layer which pretends to be a cartographical reference for all the spanish regions. This tool will provides more agility when carrying the reports required by Strategic Environmental Assessment.

Keywords: Strategic Environmental Assessment, Environmental Report, Directive INSPIRE, Gis Project, geographic data.

Introducción

Durante las últimas décadas se ha producido un incremento generalizado de la sensibilidad medioambiental a todos los niveles. A consecuencia de ello, la Unión Europea (UE) ha ido desarrollando de manera progresiva políticas ambientales cada vez más ambiciosas en sus objetivos de protección, las cuales inciden directamente sobre un buen número de políticas sectoriales.

La normativa de Evaluación Ambiental exige la realización de estudios que identifican y evalúan los impactos que proyectos, planes o programas producen sobre las distintas variables medioambientales. Dado que dichas variables tienen una clara expresión territorial, el uso de información digital georreferenciada y de buena calidad resulta imprescindible a la hora de realizar estos estudios, máxime en la caso de la Evaluación Ambiental Estratégica de Planes y Programas.

Objetivos

Los objetivos de esta comunicación son los siguientes:

- Exponer la importancia del empleo de información territorial de calidad en los procesos de Evaluación Ambiental Estratégica.
- Plantear la problemática asociada a su obtención.
- Describir y analizar brevemente las líneas de actuación en materia de disponibilidad de dicha información territorial, existentes a nivel europeo y nacional.

La información territorial: Base para el EAE

La Ley de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) (1) traspone la Directiva 2001/42/CE (2), referente a la Evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente y establece la obligación de realizar una evaluación medioambiental de los Planes y Programas de las administraciones públicas, previo a su aprobación.

En el contexto de esta Ley, la Administración responsable de evaluar el Plan o Programa deberá previamente elaborar el Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA) del proyecto, incluyendo en éste los impactos sobre el medio ambiente y cómo podrían solucionarse y cuáles serían las alternativas más óptimas desde el punto de vista ambiental para poder conseguir los objetivos del Plan o Programa.

Dado que las acciones realizadas en los proyectos, planes o programas inciden directamente sobre el territorio en el que se producen, se hace indispensable realizar un análisis de ese territorio usando herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), Sistemas que son capaces de almacenar, manipular, analizar y realizar múltiples operaciones con una gran cantidad de información digital con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Para el uso de los SIG en los análisis territoriales se hace necesario disponer de información geográfica de buena calidad y que este bien georreferenciada.

El problema surge a la hora de gestionar los datos geográficos, por diversas razones: el difícil acceso a estos datos, datos no actualizados, la diversidad de formatos, datos incompletos, datos inconexos, en escalas no comparables, etc. Todo esto hace que el uso del SIG como herramienta para el análisis territorial pueda resultar costoso temporal y económicamente.

Las soluciones más relevantes propuestas en este sentido son:

La Directiva INSPIRE

A nivel europeo, la recién aprobada Directiva INSPIRE (3) por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea, tiene como objetivo crear una infraestructura de datos espaciales a nivel europeo que pueda proporcionar datos consistentes, de una manera ágil y armonizada con las necesidades existentes en las áreas medioambientales.

Para la consecución de estos objetivos existirán un mínimo de datos de referencia, tanto en baja resolución para uso a escala europea como en alta resolución para uso a escala nacional, regional o local. Estos datos mínimos son:

- Límites administrativos.
- Datos de elevación y batimetría.
- Hidrografía.
- Red de transporte.
- Toponimias.

- Datos geodésicos de referencia.
- Ortoimágenes e imágenes de satélite.

En tema medioambiental los datos mínimos son:

- Suelos.
- Cuencas hidrográficas.
- Regiones ecológicas.
- Coberturas de usos.
- Áreas protegidas.
- Planificación y regulación de usos.
- Datos demográficos.
- Mallas europeas.

El Plan Nacional de Observación del Territorio

En España la información ambiental es difícil de recopilar y reutilizar, ya que las competencias ambientales pertenecen a las Comunidades Autónomas, las de interés supranacional al Estado, además de la existencia de proyectos de las administraciones locales, universidades y empresas.

Con el fin de dar los primeros pasos en el cumplimiento de las directrices de la Directiva Inspire aparecen en nuestro país diferentes proyectos enmarcados dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (4). Los objetivos principales del Plan son dos:

1. Obtener una cobertura completa de imágenes de alta o media resolución para todo el territorio español.
2. Extracción de la información topográfica y temática existente en las Comunidades Autónomas y en la Administración General del Estado.

Para el cumplimiento del primer objetivo se desarrollan varios planes: los Planes autonómicos y el Plan Nacional de ortofotogrametría aérea (PNOA) y el Plan Nacional de Teledetección.

En cuanto al cumplimiento del segundo objetivo se coordinarán los Sistemas cartográficos de las Comunidades Autónomas y el Nacional y se persigue realizar una infraestructura de datos espaciales española (IDEE) (5 y 6) También destaca el proyecto SIOSE (Sistema de Observación del Suelo de España), patrocinado por el IGN (7) y en el que trabajan conjuntamente cuatro Ministerios y todas las Comunidades Autónomas.

El SIOSE (8) tiene como objetivo reunir en único sistema de información los datos precisos para el conocimiento integral de la ocupación del suelo en España de acuerdo a los principios de la iniciativa INSPIRE; para ello pretende generar una capa de información que será una referencia cartográfica homogénea para todas las Comunidades Autónomas.

Los requerimientos técnicos propuestos para dicho proyecto son:

- Escala de referencia: 1: 25.000.
- Capa de Información con geometría única de polígono en formato SIG.
- Unidad mínima de superficie a representar: 1 ha ,2 ha ó 0,5 ha (dependiendo de la cobertura).
- Definir un modelo de datos donde se incluyan aspectos como cobertura y uso teniendo en cuenta la complejidad de la realidad física de la ocupación del territorio.
- Periodicidad: 5 años.
- Información de base: SPOT-5 y ortofotos del PNOA.

En dicha base cartográfica se aunará y actualizará la información del Mapa Agrícola Español, del Mapa Forestal Español y del Catastro, además de completarlos.

Discusión

Cumplir los objetivos INSPIRE permitirá el acceso de los ciudadanos de una gran información espacial digital, integrada, homogénea y fácilmente actualizable que además permite su comparación con información procedente de diferentes sectores; en definitiva, una información única para la toma de decisiones objetiva.

España ha comenzado la andadura hacia el cumplimiento de la Directiva con los Planes Nacionales y autonómicos ya emprendidos; ahora bien, el camino a recorrer aún es largo y requerirá un arduo trabajo y una gran labor de coordinación administrativa para que exista un acercamiento de las bases cartográficas con el propósito general de "recoger la información una vez" y "utilizarla muchas veces por todos".

Sólo nos queda esperar que con los medios disponibles en la actualidad esta gran iniciativa se convierta en realidad, que se cumplan los plazos y que la información sea accesible para todos.

Bibliografía

- (1) Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- (2) Directiva 2001/42/EC, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el Medio Ambiente.
- (3) Propuesta de Directiva del Parlamento europeo y del Consejo por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad (INSPIRE).

- (4) *Boletín informativo del Instituto Geográfico Nacional*, octubre-diciembre de 2005, núm. 24.
- (5) Mas Mayoral, S., y Rodríguez, A. I. (2006): *La infraestructura de datos espaciales española (IDEE)*, Sevilla, Tecnimap.
- (6) www.idee.es
- (7) www.fomento.es/ign
- (8) *Boletín informativo del Instituto Geográfico Nacional*, octubre-diciembre de 2004, núm. 20.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA LEGISLACIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA UNIÓN EUROPEA, ESPAÑA, PERÚ, COLOMBIA Y VENEZUELA

Díaz Martín, M.¹; Botero Hernández, J. M.²;
Díaz Carrera, E. A.³, y López Gatica, L. A.⁴

¹ Profesor Titular de Evaluación de Impacto Ambiental de EOI
Escuela de Negocios - España

² Ingeniero - Colombia

³ Arquitecto - Gestión de Proyectos - Graña y Montero Ingenieros, S.A. - Perú

⁴ Gerente de Calidad, Seguridad y Ambiente - OGS Energy Services - Venezuela

Resumen

La Unión Europea tiene una base jurídica muy compleja a través de sus Directivas, las cuales se transponen a cada país miembro constituyendo su legislación básica. Para los países latinoamericanos el "Modelo Europeo" en materia ambiental representa una evolución natural de su propia legislación ambiental, aunque no se hace fácil la adaptación de la misma a la realidad latinoamericana.

Este trabajo aplicado busca establecer las bases comparativas de la legislación de Evaluación Ambiental de la Unión Europea y, en concreto, de España, con la de tres países latinoamericanos, Perú, Colombia y Venezuela.

El objetivo fundamental que se persigue consiste en analizar las diferencias existentes entre la legislación de los países objeto de estudio y elaborar unas conclusiones sobre los resultados del análisis.

Palabras clave: Evaluación de impacto ambiental; evaluación ambiental estratégica; estudio de impacto ambiental.

Abstract

The European Union has a very complex legal framework through its Directi-

ness, which doze off to every member country, constituting their basic legislation. For the Latin American countries the "European Model" in environmental matter represents a natural evolution of its own environmental legislation, although its adaptation is not easy to the Latin American reality.

This applied work looks for establishing the comparative bases of the Environmental Assessment legislation of the European Union and, in particular, of Spain, with three Latin American countries: Peru, Colombia and Venezuela.

The main target persecuted is analyzing the differences between this countries legislation in order to get usefull conclusions

Key words: Environmental impact assessment; strategic environmental assessment; environmental impact study

Introducción

La realización de procesos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) toma cada día una mayor preponderancia en el desarrollo de los municipios, regiones y definitivamente, de las naciones. La Unión Europea (UE) ha desarrollado toda una base jurídica a través de sus Directivas, las cuales han ido siendo transpuestas a la legislación de cada país miembro de la UE, actualmente 27. Este sistema jurídico ha permitido establecer la base jurídica desde donde legislar y sobre todo la base para un desarrollo que sea sostenible en el tiempo y en donde prime la prevención en vez de la corrección en materia ambiental (1).

Para los países latinoamericanos, el "Modelo Europeo" en materia ambiental se hace más que interesante y representa una evolución natural de su propia legislación ambiental; sin embargo, no se hace fácil lograr la adaptación de la misma a la realidad latinoamericana. Los vínculos históricos existentes entre España y toda Latinoamérica, además de la relación idiomática existente, permite establecer una línea de acción desde la cual iniciar el proceso de revisión y adaptación de la legislación ambiental en cada uno de los países objeto de este análisis.

Objetivos

Este trabajo aplicado busca establecer las bases comparativas de la legislación de EIA y EAE de la Unión Europea y en concreto, España, con la de tres países latinoamericanos: Perú, Colombia y Venezuela.

Dentro de los procesos de EIA y EAE debe realizarse un análisis de la legislación aplicable. Lo anterior define la necesidad de conocer la legislación vigente.

En definitiva, se pretende analizar las diferencias existentes entre la legislación de los países latinoamericanos elegidos, España y la UE, y elaborar conclusiones sobre los resultados del análisis.

Resultados y discusión

El establecimiento de una comparativa entre la legislación de la UE, España, Perú, Colombia y Venezuela marca un punto de partida para la comprensión del nivel de desarrollo de la legislación en cada uno de los países objeto de estudio, además de mostrar un posible camino por el cual transitar para alcanzar modelos de desarrollo sostenible donde la base sea la prevención en materia ambiental en vez de modelos correctivos que generan altos impactos que luego deben ser gestionados con altísimos costos económicos, sociales y del propio desarrollo de las naciones.

El inicio de este análisis comparativo lo constituyen las Directivas 85/337/CEE, 97/11/CE y 2001/42/CE, y sus respectivas transposiciones al ordenamiento jurídico español, así como las respectivas normativas en materia de evaluación ambiental de Perú, Colombia y Venezuela.

La Directiva 85/337/CEE se transpuso a la legislación de España mediante el Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio, de EIA, cuyos preceptos tienen el carácter de legislación básica estatal, siendo objeto de desarrollo por el Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, que aprobó el Reglamento para la ejecución del citado Real Decreto Legislativo.

El R.D.L. 1302/86 consta de 10 artículos en los que se esboza el contenido del estudio de impacto ambiental y el procedimiento a tramitar. Asimismo establece un listado de 12 tipos de proyectos que deberán someterse a EIA. El R.D. 1131/88 establece unas disposiciones precisas en la definición de las actividades sometidas a EIA, así como una concreción en el procedimiento administrativo y en el contenido del Estudio de Impacto Ambiental, desarrollando los epígrafes contenidos en el R.D.L.

En 2001 se hizo la primera modificación significativa del R.D.L. 1302/1986 a través de la Ley 6/2001, de 8 de mayo, cuyo objetivo es incorporar plenamente a nuestro derecho interno la Directiva 85/337/CEE, con las modificaciones introducidas por la Directiva 97/11/CE, incluyendo, entre otros aspectos, junto a la evaluación de impacto ambiental obligatoria de determinados proyectos, que se incorporan en el anexo I, la de aquellos otros proyectos incluidos en el anexo II, que se someterán o no a evaluación de impacto ambiental tras un estudio que debe hacerse caso por caso, en función de los criterios específicos que en el texto se detallan. Igualmente regula expresamente la posibilidad de solicitar con carácter previo a su elaboración la opinión del órgano ambiental en relación con el alcance del estudio de impacto ambiental, e introduce las nuevas exigencias establecidas para la EIA de proyectos en un contexto transfronterizo.

Por otra parte, la Directiva 2001/42/CE se transpone al ordenamiento jurídico español a través de la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente. Esta ley viene a subsanar las carencias de las herramientas ambientales existentes cuando se trata de evitar o corregir los efectos ambientales en el caso de las tomas de decisión de

las fases anteriores a la de proyectos. Establece, por lo tanto, un instrumento que permita actuar de una forma estratégica en tales fases.

En América Latina el proceso de institucionalización de la EIA respondió inicialmente a satisfacer los requisitos exigidos para el otorgamiento de créditos por parte de los organismos multilaterales financieros (2). Así, este proceso latinoamericano priorizó el enfoque de la presentación de estudios o informes de impacto ambiental, antes que el procedimiento a través del cual mejorar el sistema de decisiones públicas. Colombia fue pionera en incorporar la EIA en su Código de Recursos Naturales (1974), y posteriormente seguida por otros países como México (1978), Brasil (1988), Perú (1990), Venezuela (1992), Bolivia (1992), Paraguay (1993), Chile (1993), Honduras (1993) y Uruguay (1994).

La aplicación de la evaluación de impacto ambiental en el Perú (3), como instrumento de gestión ambiental, se inicia formalmente en 1990 con la promulgación del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, el cual en el capítulo III sobre la protección del ambiente desarrolla en seis artículos las características, requisitos y condiciones para elaborar un Estudio de Impacto Ambiental.

No obstante, el marco legal vigente para la EIA en el Perú es muy amplio, tanto a nivel general como sectorial. La normativa es abundante y presenta similitudes, pero también, diferencias, apreciándose distintos grados de avance de Sector a Sector (4), tanto en la cantidad de normas y reglamentos aprobados como en los aspectos sustantivos vinculados a la EIA que han sido objeto de regulación por las autoridades nacionales.

El sector de Energía y Minas es el sector que más ha avanzado en la implementación de la evaluación de impacto ambiental en la gestión ambiental de las actividades bajo su control (5). Dos años después de promulgada la Ley marco para el crecimiento de la inversión privada, norma que definió que el ejercicio de las funciones ambientales correspondía a cada uno de los Ministerios que conforman el Gobierno Central, inicio una etapa de definición normativa de los aspectos vinculados a este instrumento de gestión. Con algunas variantes los otros Ministerios también han iniciado un proceso en ese sentido, tomando como modelo la normativa de los Subsectores de este Ministerio, siendo evidente los avances en alguno de ellos.

En Colombia en 1974 se expidió el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente a través del Decreto 2811/74 y, aunque éste contiene los principios básicos para un adecuado manejo del ambiente, carece de los instrumentos fundamentales para su aplicación (6).

En Colombia no existe una ley o norma que analice o considere la evaluación ambiental (EIA Y EAE) de forma independiente, como el caso de España. Sin embargo, de acuerdo al tipo de proyecto que se vaya a desarrollar, la autoridad ambiental determina si se requiere Licencia Ambiental, dentro de la cual según el caso, se deberá elaborar un Estudio de Impacto Ambiental, instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia (7 y 8). La Licencia Ambiental es la autorización que otorga una Autoridad Ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o

actividad que lleva implícito el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables, que pueda producir un deterioro grave a estos o al medio ambiente.

En *Venezuela* se ha incluido en la Constitución del año 1999, en su artículo 129, la obligatoriedad de realizar estudios de impacto ambiental para cualquier actividad que pueda generar daños o impactos a los ecosistemas (9).

El Decreto 1257 (13-3-1996) establece los procedimientos para los casos cuando una evaluación ambiental previa es necesaria, así como las actividades industriales o comerciales susceptibles de degradar el ambiente. Por otra parte, determina los métodos técnicos de evaluación, para verificar el daño ambiental permisible de los programas y proyectos de desarrollo.

A continuación se muestran las conclusiones resultantes del análisis comparativo realizado, habiendo estructurado las mismas en dos áreas diferenciadas, el procedimiento en sí y los estudios técnicos de este procedimiento:

Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental

Los países analizados cuentan con documentos legales que señalan las etapas y procedimientos que deben cumplirse en el marco de la evaluación ambiental de proyectos, respondiendo de manera aceptable a un proceso clásico de EIA, aunque con diferencias y dificultades en cuanto a la descripción y consideración de etapas o requisitos. Se dispone, por lo tanto, de un marco normativo mínimo y de una institucionalidad básica que permite desplegar la EIA.

Los aspectos substanciales del proceso de EIA son relativamente aceptados y utilizados en los cuatro países, lo que ha permitido adquirir e incorporar un enfoque multidisciplinario. Ello genera un aumento de la conciencia ambiental en las sociedades especialmente en los políticos, gestores y ciudadanía, lo que facilita el despliegue del proceso de EIA. Por lo tanto, se ha institucionalizado el enfoque preventivo en la gestión ambiental y se exige un análisis de la dimensión ambiental en el proceso de decisión.

Los cuatro países presentan exigencias respecto a la clasificación de los tipos de informes y estudios que se deben elaborar en cada caso para cumplir con los objetivos ambientales. Aunque, si bien existen criterios de protección ambiental y listados de proyectos similares, ello no se expresa en una homogeneidad de categorías de estudio y se requiere de mayor explicitación para apoyar su aplicación práctica. Existen diversos tipos de documentos, algunos con igual denominación, pero con diferencias importantes en sus alcances y contenidos.

La carencia de criterios estandarizados y formales para la revisión de los estudios es una deficiencia común entre los cuatro países, aun cuando en algunos de ellos se estima que existe una buena respuesta a los requerimientos del proceso. En los cuatro países analizados se contempla la participación ciudadana, en la fase formal de revisión de los estudios de impacto ambiental, principalmente por medio de información y espacios para formular observa-

ciones en relación a los estudios presentados y a su evaluación por parte de la autoridad.

Se aprecia la disponibilidad de bases sólidas (marco legal y procedimental) para el despliegue del instrumento por medio de los sistemas diseñados y se reconoce el análisis ambiental preventivo como un eje prioritario para la gestión ambiental, aunque todavía se evidencian dificultades importantes para alcanzar los propósitos para los cuales se ha diseñado el instrumento.

La disponibilidad de bases sólidas se expresa en:

- Los sistemas existentes permiten conocer cuáles son las acciones o proyectos más relevantes que tienen incidencia ambiental.
- Los sistemas facilitan la continuidad en la aplicación de criterios de protección ambiental.
- Los sistemas presentan procedimientos administrativos mínimos.
- Los sistemas disponen, en general, de antecedentes y experiencia referida a la identificación de impactos y medidas de mitigación y compensación.
- Los sistemas están permitiendo generar capacidades propias en los países para la sustentabilidad de las decisiones.
- Existe un incremento del control ambiental en las decisiones sobre los proyectos de inversión.
- Existe una aceptación general sobre la necesidad de articular la EIA desde una concepción integrada por medio de sistemas únicos.

Entre las principales debilidades identificadas en relación a la aplicación del proceso de EIA se encuentran las siguientes:

- a) La existencia de limitaciones de política ambiental explícita en la mayor parte de los países dificulta la operación a plena capacidad de los procesos de EIA, lo que implica una necesidad de desagregar los criterios ambientales a un mayor grado de detalle. Resulta de interés destacar que uno de los aspectos peor evaluados corresponde al insuficiente apoyo político para la aplicación de la evaluación ambiental, lo que sin duda tiene efectos importantes sobre la toma de decisiones estratégicas en los países.
- b) No se incorpora de manera concreta la evaluación ambiental de planes y programas (Evaluación Ambiental Estratégica) en Perú, Colombia y Venezuela. Esto implica que, en la práctica, se evalúa el último eslabón de la toma de decisiones que corresponde a los proyectos. Con ello se limita la posibilidad de influir en las decisiones de mayor jerarquía, que son las más relevantes, como es el caso de planes y programas.
- c) Existe una tendencia al desarrollo de un proceso de EIA descriptivo, poco predictivo e insuficientemente preventivo, que obliga a un estricto seguimiento y control de los proyectos una vez autorizados. Por ello existe la posibilidad de un desgaste de la EIA debido a la obtención de resultados sólo formales y no sustantivos que pueden representar un problema para

- la gestión ambiental en general. La excesiva burocratización administrativa convierte el "proceso de EIA" en un mero "trámite de autorización" con olvido evidente de su objetivo conceptual.
- d) La participación de la comunidad no está siendo tomada en cuenta en las diversas fases del proceso (Perú, Colombia y Venezuela) y tiende a concentrarse en la etapa de revisión.
 - e) La importancia y necesidad de establecer y cumplir con los mecanismos de vigilancia y seguimiento ambiental de los proyectos que han sido aprobados es un reconocimiento general. Su funcionamiento en la práctica es evaluado como regular e insuficiente, particularmente respecto a la forma en que se detallan los programas de seguimiento en los estudios de impacto ambiental, la manera de verificar su desarrollo en los proyectos y la aplicación de sanciones o multas por incumplimiento de los programas de vigilancia ambiental.
 - f) Es insuficiente el ajuste de los sistemas de EIA a las realidades nacionales, principalmente respecto a las capacidades disponibles, el contexto necesario para su aplicación, las necesidades de recursos para su funcionamiento, y la falta de niveles adecuados de descentralización administrativa para aplicar los sistemas en los diversos niveles territoriales (nacional, regional, local).

Estudio de Impacto Ambiental

Desde la perspectiva del marco legal/procedimental y del marco de percepción, la tendencia es a reconocer los elementos suficientes para el desarrollo correcto de las evaluaciones ambientales en el contexto de las categorías o tipos de documentos previstos. De hecho, existe una percepción moderada respecto a la manera en que las categorías facilitan la elaboración de los estudios de impacto ambiental y el ajuste entre las categorías usadas y los impactos potenciales de las acciones. Los contenidos mínimos de los estudios están relativamente bien definidos y caracterizados, aun cuando en algunos casos sólo se limitan a requerimientos de orden general.

Los estudios de impacto ambiental frecuentemente tienden a estandarizar sus contenidos y no consideran suficientemente la heterogeneidad de las realidades locales. En general no toman en cuenta las relaciones funcionales de la acción en particular con el resto del territorio. No es frecuente la identificación de impactos ambientales significativos y existe la tendencia hacia estudios cada vez más descriptivos y menos predictivos. La gran cantidad de información contenida en los estudios es poco utilizada en las fases posteriores y su ausencia influye en el uso correcto de los criterios de protección ambiental para evaluar los impactos adversos significativos.

Los cuatro países, en general, tienden a utilizar diversas metodologías para la identificación, valoración y jerarquización de impactos. En algunos de ellos se cuenta con guías de orientación que ayudan a determinar los métodos

más recomendables según sea el caso. Asimismo es de uso común la incorporación de programas de manejo ambiental, las medidas de mitigación y compensación y medidas de prevención y contingencias, aunque su operatividad o desarrollo práctico es evaluado como regular a insuficiente, lo que demanda una reorientación sustantiva en la preparación de los estudios de impacto ambiental.

Se puede propender a la subutilización de las técnicas y metodologías disponibles para la predicción de impactos, lo que genera niveles de incertidumbre más allá de lo recomendable. Existe demasiado acento en la predicción de los impactos y no en la optimización de la elección de alternativas para las actividades o proyectos.

Líneas de trabajo

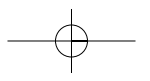
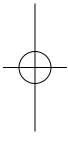
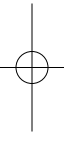
Del análisis legislativo realizado y de la experiencia del grupo de trabajo en la tramitación de procedimientos de Evaluación Ambiental se pueden extraer las siguientes líneas de trabajo:

- a) Desarrollo y fortalecimiento de aspectos de política ambiental.
- b) Análisis y visión sistémica.
- c) Instrumentos de apoyo para la aplicación de EIA.
- d) Análisis de impactos significativos.
- e) Establecimiento de procedimientos de valoración de la calidad de las estimaciones de impacto.
- f) Promoción de sistemas de información.
- g) Énfasis en programas de vigilancia ambiental.
- h) Refuerzo de los procesos de revisión formal.
 - i) Refuerzo del seguimiento y control.
 - j) Simplificación de procedimientos administrativos.
- k) Fortalecimiento de procesos de participación ciudadana.
- l) Promoción de la capacitación y entrenamiento.

Bibliografía

- (1) Arce Ruiz, R. (2002): *La evaluación de impacto ambiental en la encrucijada. Los retos del futuro*, Ecoiuris, Madrid.
- (2) Espinoza, G., y Alzina, V. (2001): *Revisión de la Evaluación de Impacto Ambiental en Países de América Latina y el Caribe "Metodología, Resultados y Tendencias"*, Banco Interamericano de Desarrollo-BID, Centro de Estudios para el Desarrollo-CED, Santiago de Chile.
- (3) Foy Valencia, P.; Vera, G.; Novak, F., y Namihás, S. (2003): *Derecho internacional ambiental*, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- (4) Foy Valencia, P. (2001): *Derecho y Ambiente: Nuevas aproximaciones y estimativas*, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

- (5) De la Puente Brunke, L. (2005): *Legislación Ambiental en la Minería Peruana*, Instituto de Estudios Energético Mineros Delapiente Abogados, Lima.
- (6) Acuña Isaías, T. (2006): *Política Ambiental en los planes de desarrollo en Colombia 1990-2006 "Una Visión Crítica"*, Universidad de Caldas, Manizales.
- (7) Mouthon, A.; Blanco, A.; Acevedo, G., y Millar, J. (2002): *Manual de Evaluación de Estudios Ambientales "Criterios y Procedimientos"*, Ministerio del Medio Ambiente-Convenio Andrés Bello, Bogotá.
- (8) Mouthon, A.; Blanco, A.; Acevedo, G., y Millar, J. (2002): *Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos "Criterios y Procedimientos"*, Ministerio del Medio Ambiente-Convenio Andrés Bello, Bogotá.
- (9) Espinoza, G. (2001): *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*, Banco Interamericano de Desarrollo-BID, Centro de Estudios para el Desarrollo-CED, Santiago de Chile.



LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PLANES Y PROGRAMAS

Galera Rodrigo, S.

Prof. Titular Derecho Administrativo
Universidad Rey Juan Carlos

Resumen

Se aborda una visión sistémica o de conjunto del Derecho aplicable a la Evaluación Ambiental de Planes y Programas de proyección territorial. Partiendo de la normativa europea, y de su interpretación por el Tribunal de Justicia y la comisión Europea, se atiende a su incorporación en la Ley 9/2006 ("básica estatal" en materia de medio ambiente) y en las correspondientes normas autonómicas. Se llega a la conclusión que en ese discurrir normativo se "diluyen" las obligaciones de evaluación respecto de lo que se establece en el Derecho europeo, tanto por el espectro de instrumentos a evaluar como por el contenido preceptivo de la evaluación.

Palabras clave: Planes Territoriales, Programas Territoriales, Evaluación Ambiental Previa, Criterios Jurisprudenciales, Efectos ambientales significativos, Efectos ambientales probables.

Abstract

Present contribution talks about recent European Directive on the Assessment of the effects of plans and programmes on the environment, that should be applied since July 2004. Particularly, this work is focused on two specific issues: on one hand, it considers the precedent disposition Directive 85/337/EEC –which ins-

stituted the environmental impact assessment system for projects– as far as it has already submitted a few public actions to an environmental assessment.

From this perspective, current Directive could be considered as a supplement of the former one, and, consequently, case-law adopted in relation to the 1985 Directive has to be taken into account in order to interpret the key-concepts for an accurate assessment.

On the other hand, this contribution considers the “national implementation measures” taken in Spain, where the current political and institutional system imposes the participation of the state and the regional (“autonomous communities”) law makers for this type of Directives involving environmental and land use issues.

Key words: Land use plans, Land use programmes, Prior environmental assessment, Case Law’s criteria, Significant environmental effects, Likely environmental effects.

El marco europeo previo

La Directiva EIA 1985 y sus modificaciones

Como es sabido, la evaluación del impacto que los grandes proyectos, públicos y privados, han de tener sobre el entorno constituye una de las técnicas ambientales más extendida en el Derecho contemporáneo. Obviando aquí los textos internacionales adoptados en la materia, el punto de referencia lo constituye la Directiva 85/337/CE, que ha establecido en los países de la Unión un mecanismo de evaluación previa a la autorización de proyectos susceptibles de repercutir en las condiciones ambientales del entorno en el que se localizan.

La técnica que utiliza la Directiva es simple: remite a distintos Anexos la relación de proyectos que deben de someterse a Evaluación, bien de forma imperativa en todo caso (Anexo I de la Directiva original) bien cuando así lo decidan los Estados miembros en virtud de sus normas de trasposición (Anexo II de la Directiva original). La información que debe de contenerse en el documento de evaluación venía relacionada en el Anexo III de la Directiva original.

El texto de 1985 ha sido objeto de una importante, por frecuente, interpretación del Tribunal de Justicia, cuyos pronunciamientos provocaron una importante reforma en virtud de la Directiva 97/11/CE, que incorporaba al texto anterior las precisiones jurisprudenciales relativas, fundamentalmente, a dos aspectos: proyectos incluidos y alcance de la evaluación, por una parte, y alcance de la discrecionalidad de los Estados para decidir sobre la evaluación de los proyectos relacionados en el Anexo II, por otra parte.

De entre esta doctrina jurisprudencial destacamos los siguientes pronunciamientos¹:

¹ Vid. COM (2003)334 final, Informe de la Comisión sobre la aplicación y eficacia de la Directiva de Evaluación de Impacto Ambiental.

- La Directiva tiene un campo de aplicación muy amplio y un objeto de carácter muy general: ningún Estado miembro o autoridad competente debe tratar de limitar dicho objeto en su aplicación².
- Todos los proyectos del Anexo II deben someterse a la EIA si van a tener efectos ambientales importantes: todos los proyectos del Anexo II deben someterse a un procedimiento de selección, basado en umbrales o en el estudio caso por caso³.
- Los Estados miembros tienen libertad para decidir si utilizan los umbrales o los estudios caso por caso para seleccionar los proyectos del Anexo II⁴, si bien al definir los umbrales no pueden asignarles valores que excluyan por completo determinados tipos de proyectos de evaluación⁵.
- Los criterios o umbrales de selección de los proyectos del Anexo II no pueden limitarse al tamaño de los proyectos, sino que también es necesario tener en cuenta la naturaleza y localización de los mismos⁶.
- Las añadiduras o ampliaciones de proyectos existentes deben someterse a la EIA si su tamaño o escala u otros factores cumplen los requisitos aplicables a un proyecto nuevo de este tipo⁷.

Esta doctrina jurisprudencial fue incorporándose en el texto de la norma en virtud de sucesivas modificaciones de la Directiva de 1985. La realizada por la Directiva 97/11/CE resulta especialmente significativa por dos razones: en primer lugar, porque sujeta a evaluación un buen número de proyectos con incidencia territorial; y en segundo lugar porque reduce la posibilidad de los Estados miembros de dejar de evaluar determinados proyectos.

De entre los nuevos proyectos incorporados por la Directiva de 1997 hay que destacar las nuevas incorporaciones al Epígrafe 10, "Proyectos de infraestructura", y la incorporación de un nuevo epígrafe 12 dedicado a "Turismo y actividades recreativas", ambos del Anexo II:

10. Proyectos de infraestructura

a) *Proyectos de zonas industriales*⁸.

b) *Proyectos de urbanizaciones, incluida la construcción de centros comerciales y de aparcamientos*⁹.

(...)

² As. C-72/95, Dutch Dykes.

³ *Ibidem*.

⁴ As. C-133/94, Comisión c. Bélgica, C-72/95, Dutch Dykes.

⁵ As. C-431/92, Grosskrotzenburg.

⁶ As. C-392/96, Comisión c. Irlanda.

⁷ As. C-431/92 y C-72/95, *cits*.

⁸ Antes de la modificación, sólo "trabajos de ordenación de zonas industriales".

⁹ Antes de la modificación, sólo "trabajos de ordenación urbana".

f) *Construcción de vías navegables tierra adentro (no incluidas en el Anexo I), obras de canalización y de alivio de inundaciones.*

(...)

i) *Instalaciones de oleoductos y gasoductos (proyectos no incluidos en el Anexo I).*

(...)

k) *Obras costeras destinadas a combatir la erosión y obras marítimas que puedan alterar la costa, por ejemplo, por la construcción de diques, malecones, espigones y otras obras de defensa contra el mar, excluidos el mantenimiento y la reconstrucción de tales obras.*

l) *Proyectos de extracción de aguas subterráneas y de recarga artificial de acuíferos no incluidos en el Anexo I.*

m) *Obras de trasvase de recursos hídricos entre cuencas fluviales (no incluidas en el Anexo I).*

(...)

12. Turismo y actividades recreativas

a) *Pistas de esquí, remontes y teleféricos y construcciones asociadas.*

b) *Puertos deportivos.*

c) *Urbanizaciones turísticas y complejos hoteleros fuera de las zonas urbanas, y construcciones asociadas.*

d) *Campamentos permanentes para tiendas de campaña o caravanas.*

e) *Parques temáticos.*

13. *Cualquier cambio o ampliación de los proyectos que figuran en el Anexo I o en el Anexo II, ya autorizados, ejecutados, o en proceso de ejecución, que puedan tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente.*

Otra importantísima modificación incorporada en 1997 fue la de reducir la discrecionalidad estatal para determinar la evaluación de los proyectos relacionados en el Anexo II: a diferencia de los relacionados en el Anexo I –sujetos en todo caso a Evaluación– los proyectos del Anexo II deben someterse a un procedimiento de selección para determinar si tienen “efectos significativos en el medio ambiente”. Los Estados miembros pueden realizar la selección de proyectos utilizando umbrales y/o estudios caso por caso.

La interpretación que las legislaciones nacionales de trasposición hicieron al concretar la lista de los proyectos sujetos no satisfizo ni a la Comisión ni al Tribunal de Justicia. En consecuencia, la Directiva de 1997 “remodeló” la estructura del texto original: si inicialmente constaba de tres Anexos (I. Proyectos sujetos en todo caso; II. Proyectos sujetos si los Estados lo determinaban; III. Información a consignar en la Evaluación) ahora la Directiva consta de cuatro:

- Anexo I: Proyectos sujetos a EIA en todo caso.
- Anexo II: Proyectos sujetos por determinación del Estado.
- Anexo III: Criterios que han de considerar los Estados para determinar los proyectos del Anexo II sujetos a EIA.
- Anexo IV: Información a consignar en la EIA.

Nótese, pues, que la discrecionalidad del legislador estatal queda ahora *doblemente limitada*: por una parte, deberá sujetar o no a evaluación los proyectos del Anexo II que sean susceptibles de "tener efectos significativos en el medio ambiente, en virtud, entre otras cosas, de su *naturaleza, dimensiones o localización*" (artículo 2 de la Directiva modificada); y, por otra parte, en la determinación de los "eventuales efectos significativos" deberá ahora aplicar los *criterios predefinidos* y establecidos en el Anexo III¹⁰.

Es decir, serán estos tres criterios –naturaleza, dimensiones y localización–, junto con los criterios de selección relacionados en el Anexo III los que determinarán que estos proyectos se sujeten o no a evaluación, *al margen de las eventuales exclusiones que establezcan las normas nacionales –estatales o autonómicas–. Como es lógico, la aplicación de estos dos grupos de criterios va a imponer casi siempre al menos una evaluación preliminar que determinará si el proyecto "puede" tener efectos significativos en el medio ambiente y consecuentemente ha de someterse o no a evaluación de impacto ambiental.*

A esta conclusión ha de llegarse a mi juicio después de la importante Sentencia del Tribunal de Justicia de 16 de marzo de 2006, As. C-332/04, en relación con la construcción de un centro de ocio en Paterna, Valencia, que se comenta más abajo. Y así lo explicita la Comisión en su interpretación sobre la "Selección de Proyectos" y la discrecionalidad estatal para identificarlos que se contiene en el documento COM(2003)334 final¹¹. Excede de las posibilidades de la presente comunicación reproducir algunos de los más significativos criterios interpretativos. No me resisto, sin embargo, a referir el restrictivo alcance que, según la Comisión, hay que darle al concepto "casos excepcionales" que, en virtud del artículo 2, apartado 3, habilita a los Estados miembros para no someter a evaluación un proyecto específico en principio sujeto. Dice sobre el particular la Comisión:

- El criterio de "casos excepcionales" se admitirá cuando concurren estos requisitos: urgente y sustancial necesidad del proyecto; imposibilidad de haberlo acometido con anterioridad; imposibilidad de completa aplicación de la Directiva.
- La concurrencia de los requisitos anteriores deberán motivarse en la comunicación que se realice a la Comisión con anterioridad a la aprobación del proyecto.

¹⁰ Estos criterios deben ser tenidos en cuenta por los Estados miembros (para elaborar su legislación) y las autoridades competentes para adoptar decisiones de selección de proyectos del Anexo II y desarrollar criterios y umbrales de selección. El Anexo III incluye aspectos tales como las características de los proyectos, su localización y las características del impacto potencial, como su acumulación con otros proyectos y riesgos.

¹¹ Informe de la Comisión al Parlamento Europeo y al consejo sobre la aplicación y eficacia de la Directiva de EIA (Directiva 85/337/CEE en su versión modificada por la Directiva 97/11/CE), pp. 33 y 34.

- La excepción puede aplicarse en situaciones de emergencia civil, pero no todas las emergencias civiles justificarán la excepción.
- Es improbable que se aplique la excepción a situaciones que pudieron anticiparse y prevenirse.

El Asunto Paterna, C-332/04, Sentencia de 16 de marzo 2006

Los hechos que determinan este asunto son los siguientes: la normativa española, al trasponer la Directiva y, en particular, al concretar los proyectos del Anexo II sujetos a evaluación sólo contemplaba los "proyectos de urbanización, hoteles y construcciones asociadas fuera de zona urbana"¹². Toda vez que el centro proyectado se ubicaba en suelo calificado de "Urbano", en aplicación de la norma nacional se autorizó sin sujetarlo a evaluación ambiental previa. Destacamos a continuación algunas de las consideraciones más significativas de la Sentencia:

72. El Gobierno español sostiene que la Directiva 85/337 modificada permite que los Estados miembros decidan que algunos de los proyectos mencionados en su anexo II no se sometan a una evaluación de impacto ambiental.

73. Según dicho Gobierno... la legislación española impone el criterio de someter a declaración de impacto ambiental a todos los proyectos de urbanizaciones y complejos hoteleros *fuera* de las zonas urbanas y construcciones asociadas, incluida la construcción de centros comerciales y de aparcamientos, siempre que tales proyectos se desarrollen en zonas especialmente sensibles.

74. El Gobierno español añade que, de esa manera, los *únicos proyectos de urbanización* que quedan *excluidos* de la necesidad de declaración de impacto ambiental son aquellos que se ejecutan en *zonas urbanas*, en las que *el impacto ambiental de tales proyectos será prácticamente inexistente, dado que se trata de terrenos que constituyen suelo urbano*.

77. Pues bien, al limitar la evaluación de impacto ambiental de los proyectos de urbanización sólo a los proyectos que se sitúan en suelo no urbano, el Gobierno español se *limita a aplicar el criterio de la localización*, que no es más que *uno de los tres criterios* mencionados en el artículo 2, apartado 1, de la Directiva 85/337 modificada, sin tener en cuenta los otros dos criterios, a saber, la naturaleza y las dimensiones del proyecto.

(...)

80. La tesis que defiende el Gobierno español, de que en las zonas urbanas el impacto ambiental de los proyectos de urbanización es prácticamente inexistente, tampoco puede ser acogida en vista de la lista de factores que pueden verse afecta-

¹² Es decir, y por referencia al listado reproducido más arriba, la legislación española incorporó los Proyectos del Grupo 12.c/ ("Urbanizaciones turísticas y hoteles *fuera* de áreas urbanas"), pero no los del Grupo 10.b/ ("Proyectos de urbanizaciones, incluida la construcción de centros comerciales y de aparcamientos").

dos directa o indirectamente por los proyectos a los que se refiere la Directiva 85/337 modificada.

84. Según la Comisión, no se puede cuestionar esta afirmación, dado que *dicho proyecto fue presentado como el segundo complejo de cines más grande de Europa, se encuentra situado en zona urbana, colindante con urbanizaciones ya existentes y próxima a zonas de desarrollo urbano, y se prevé una afluencia semanal de 60.000 personas.*

El Tribunal de Justicia declara, por éste y otros motivos¹³, la inadecuada trasposición de la Directiva modificada en Sentencia de marzo de 2006, en tanto el plazo de trasposición expiró el 14 de marzo de 1999. Es decir, que la obligación de considerar la eventual necesidad de evaluación de "Proyectos de urbanizaciones, incluida la construcción de centros comerciales y de aparcamientos" está vigente en nuestro país desde 1999. Sólo recientemente (abril de 2006), y después de la Sentencia de condena, la legislación estatal¹⁴ se ha modificado en el sentido de incluir estos proyectos, entre otros, entre los que se establecen en el Anexo II.

La Evaluación Ambiental de Planes y Programas

Un paso adicional en este enfoque ambiental preventivo lo constituye la nueva normativa –comunitaria en origen y ya incorporada al Derecho español– de Evaluación Estratégica, que pretende anticipar la evaluación de los efectos sobre el entorno de las actividades humanas a un momento anterior a la formulación del proyecto. Y ese momento anterior está constituido por la aprobación de planes y programas que constituyen el marco necesario para la aprobación de proyectos que después se someterán a impacto ambiental.

En la interpretación de esta nueva normativa –Directiva de 2001 y Ley estatal de 2006– constituye un precedente de obligada consideración el conjunto de criterios del Tribunal de Luxemburgo relacionados con la Directiva de EIA de 1985, especialmente los que se refieren al alcance de la evaluación y a los límites de la legislación nacional para concretar los instrumentos –ahora, planes y programas– sujetos y excluidos de evaluación.

¹³ Dada la importancia de esta Sentencia, se reproduce íntegramente en Anexo.

¹⁴ Real Decreto Legislativo 1302/1986, modificado por la Disposición Final Primera de la Ley 9/2006 de Evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (las anteriores modificaciones de 2000 y 2001 no traspusieron correctamente la Directiva de 1997). Este Decreto Legislativo tiene el carácter de "norma básica" en materia de medio ambiente, por lo que las Comunidades Autónomas pueden en sus respectivas legislaciones elevar el nivel de protección, esto es, ampliar los Anexos y, en consecuencia, sujetar a Evaluación proyectos no sujetos en la legislación estatal.

La Directiva 2001/42/CE

La Directiva 2001/42/CE, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, concreta para los instrumentos de planeamiento las obligaciones de evaluación ambiental que, con carácter general, se establece para proyectos públicos y privados en la Directiva 85/33/CEE, que constituye un elemento fundamental de integración de la política ambiental en otras políticas comunitarias.

Con carácter general, el artículo 3 sujeta a evaluación ambiental todos los planes y programas:

“Que se elaboren con respecto a la agricultura, la silvicultura, la pesca, la energía, la industria, el transporte, la gestión de residuos, la gestión de recursos hídricos, las telecomunicaciones, el turismo, la ordenación del territorio urbano y rural o la utilización del suelo”,

y que establezcan el marco para la autorización en el futuro de proyectos sujetos a Evaluación de Impacto ambiental, esto es, sujetos al ámbito de aplicación de la Directiva 85/337/CEE.

Establecida la regla general la Directiva señala un matiz: cuando los planes y programas sujetos a evaluación establezcan el uso de *zonas pequeñas a nivel local* o la introducción de *modificaciones menores* en planes y programas, únicamente requerirán una evaluación ambiental si los Estados miembros deciden que es probable que tengan *efectos significativos en el medio ambiente* (artículo 3, apartado 3). Para la determinación de dichos “efectos significativos” se remite a los criterios establecido en el Anexo II.

En la concreción de lo que debe entenderse por “zonas pequeñas” y “modificaciones menores” resultará esencial la intervención del legislador autonómico, si bien, en todo caso, para la determinación de los “efectos significativos” el órgano ambiental queda vinculado por los criterios que se establecen en el Anexo II de la Directiva –criterios que miméticamente se trasladan a la legislación básica estatal–. A ello se hará referencia detallada más abajo.

En el Anexo I de la directiva se relaciona la información que obligatoriamente ha de incluirse en el Informe Ambiental en el que se concretará la Evaluación, que-riéndose destacar la siguiente:

- Relación del plan o programa a adoptar con *otros instrumentos relevantes de planificación o programación*.
- Los probables efectos significativos en el medio ambiente, incluidos ámbitos como *la población, el agua, el aire, el paisaje y el patrimonio cultural*, entre otros.

Los “probables efectos significativos” deben de comprender los efectos secundarios, acumulativos, sinérgicos, a corto, medio y largo plazo, permanente y temporales, positivos y negativos (Anexo I).

La Directiva es de aplicación desde julio 2004, estableciéndose un régimen transitorio para los proyectos en tramitación.

Desde mi punto de vista, la Directiva aporta una doble contribución especialmente relevante para el necesario enfoque integrado en la planificación. En primer lugar, la deseable coordinación e integración de los distintos instrumentos de planeamiento se impone ahora por esta vía normativa. En segundo lugar, es especialmente importante la obligación de considerar *los incrementos estimados en las demandas de agua que determinaría el desarrollo urbano previsto en un plan urbanístico en tramitación*¹⁵.

Para la correcta aplicación de la directiva, la Comisión ha publicado un reciente documento, *Guía de la Comisión para la aplicación de la Directiva 2001/42*, relativa a la Evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente. En ella se definen y ejemplifican conceptos y términos clave de la Directiva: planes, programas, modificaciones menores, ámbito local o alcance de los efectos evaluados, entre otros¹⁶.

La Ley 9/2006 (legislación básica estatal)

La Ley 9/2006 sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente incorpora la Directiva al ordenamiento español, texto en el que es posible distinguir un triple contenido:

Una primera parte, con la consideración de "legislación básica" en materia de medio ambiente, en la que se traspone la Directiva sin mayores precisiones regulatorias: remite a la legislación autonómica de ordenación del territorio y urbanismo para el establecimiento detallado de los procedimientos de Evaluación Ambiental de los que establece su esquema básico.

La Ley estatal remite a la legislación autonómica "reguladora de los planes y programas"¹⁷ para que en el procedimiento de aprobación de éstos se introduzca el proceso de su evaluación ambiental, y que ha de incorporar las actuaciones que se detallan (artículo 7), predeterminando, sin embargo, gran parte de su contenido al exigir, entre otros extremos, un "informe de sostenibilidad ambiental (artículo 8) cuya información viene detallada en el Anexo I, lo que, por otra parte, no es más que incorporación mimética de las determinaciones de la Directiva.

¹⁵ Entre los criterios del Anexo II, que vinculan a las autoridades nacionales al tiempo de determinar la sujeción o no a Evaluación de Planes con incidencia territorial reducida o modificaciones menores, se encuentra "el grado en que el plan o programa influye en otros planes y programas, incluidos los que estén jerarquizados" (apartado 1, tercer guión).

¹⁶ Disponible en www.ec.europa.eu/environment/eia/pdf/030923_sea_guidance_es.pdf.

¹⁷ La Ley define el concepto de "Planes y Programas" poniendo el acento en su carácter de "no ser directamente ejecutables": así, entiende por tales (artículo 2, apartado a/) "el conjunto de estrategias, directrices y propuestas que prevé una Administración pública para satisfacer necesidades sociales, no ejecutable directamente, sino a través de su desarrollo por medio de un conjunto de proyectos".

Ahora bien, la amplitud y el nivel de detalles del informe de sostenibilidad se determina en el "Documento de Referencia" que debe comunicarse por el órgano ambiental al promotor que lo ha solicitado (artículo 9, apartado 1). En algunos casos, este *Documento de Referencia* se publica por el órgano ambiental, con carácter general y para cada categoría de planes sujetos, supuesto en el que deberá atenerse a su contenido para elaborarlo directamente sin solicitud previa¹⁸.

Otra remisión importante, y obligada, a la legislación autonómica está relacionada con los planes y programas relativos a "zonas de reducido ámbito territorial" o "modificaciones menores" de los mismos, que, como se vio, la Directiva autorizaba a no someter a Evaluación si no presentaban efectos significativos sobre el medio ambiente¹⁹.

Aunque de este literal pudiera deducirse otra cosa, a la vista de la jurisprudencia comunitaria hay que sostener que, en todo caso, estos proyectos están sujetos a una Evaluación previa²⁰: de ella resultará, en su caso, que no existen "efectos significativos sobre el medio ambiente" y, por lo tanto, el Plan está exento de Informe ambiental, lo que habrá de formalizarse en una resolución motivada en la que se razona la exclusión. Así se deduce de la Sentencia del Tribunal de Justicia de 8 de marzo de 2005, que más abajo se comenta y en la que se condena a España, entre otros motivos, por no distinguir entre la "Evaluación Previa" y la "Evaluación de Impacto Ambiental".

Otra cuestión a reseñar es la interpretación que debe hacerse de los conceptos "reducido ámbito territorial" y "modificación menor"²¹. Estos conceptos vienen definidos en la Ley estatal (artículo 2, apartados g/ y h/) y en algún caso concreta-

¹⁸ En este sentido, hay que mencionar el Acuerdo de 4 de agosto de 2006 de la Comisión de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente de Canarias, relativo al Documento de Referencia para elaborar los Informes de Sostenibilidad de Planes Generales de Ordenación (BOC, n.º 159 de 16 de agosto). Estando en tramitación los documentos de referencia relativos a los Planes Insulares de Ordenación, Planes Territoriales Parcial, entre otros.

¹⁹ Para concretar los eventuales efectos significativos, la Ley establece (artículo 4, apartado 2): "Tal determinación podrá realizarse, bien caso por caso, bien especificando tipos de planes y programas, bien combinando ambos métodos. En cualquiera de los tres supuestos se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el Anexo II", criterios que coinciden con los establecidos en el Anexo II de la Directiva.

²⁰ Vid. infra. Criterios de la Comisión expresados en el documento que se recoge en nota 28.

²¹ Hay que subrayar que el concepto "modificación menor" no es coincidente con el de "modificación no sustancial", cuyo alcance ha sido interpretado por la jurisprudencia española en relación con la modificación de planes. No son coincidentes en absoluto. Para la Comisión, "el tipo de plan o programa previsto podría ser un plan de construcción que defina, para una zona concreta y reducida, detalles de cómo se deben construir los edificios, estableciendo, por ejemplo, su altura, anchura o diseño" (*Guía de Aplicación de la Directiva 2001/42*).

dos y cuantificados por la correspondiente legislación autonómica: así, la Ley aragonesa se refiere a las “modificaciones menores de planeamiento que afecten a suelo Urbanizable no delimitado y Planes Parciales que afecten a superficies mayores de 50 has”. En otros casos (Comunidad Valenciana, La Rioja) las normas acuden al criterio de la “Evaluación precedente”: para sujetar a evaluación el planeamiento de desarrollo, e incluso proyectos urbanizadores, considerarán si el planeamiento marco de referencia ha sido o no evaluado cuando se adoptó. A estas concreciones autonómicas se hará referencia en el siguiente capítulo.

En una segunda parte, la Ley 9/2006 detalla el procedimiento de evaluación de planes y programas promovidos por la Administración General del Estado y sus organismos públicos.

Y, por último, una tercera parte (Disposición Final Primera) modifica el Decreto Legislativo 1302/1986, de Evaluación de Impacto Ambiental, en el sentido de incluir las omisiones que habían ocasionado la interposición de una demanda (27 de julio 2004) por incumplimiento contra España, así como las Sentencias de condena de 8 de marzo de 2005 y de 16 de marzo de 2006 que se viene refiriendo.

Aunque la Ley aparece publicada en el *Boletín Oficial del Estado* de 29 de abril de 2006, sus determinaciones se aplican a planes y programas tramitados con anterioridad. En particular establece la Disposición Transitoria Primera que habrán de sujetarse a evaluación los planes y programas cuyo primer acto preparatorio formal²² sea posterior al 21 de julio de 2004. Esta aparente “retroactividad”²³ se explica en tanto dicha fecha constituye la fecha límite de transposición de la Directiva 2001/42/CE. Y es que, a mi juicio, no habría que esperar a la aprobación de la Ley estatal –2006– para la aplicación de la Directiva, ya que ésta es susceptible de ser aplicada desde el 21 de julio de 2004²⁴.

Por último, resta indicar que la Ley 9/2006 expresamente establece que “la evaluación ambiental realizada conforme a esta Ley no excluirá la aplicación de la

²² Entendiéndose por tal “el primer documento oficial de una Administración Pública competente que manifieste la intención de promover la elaboración del contenido de un plan o programa y movilice para ello recursos económicos y técnicos que hagan posible su presentación para su aprobación” (Disposición Transitoria Primera, apartado 3).

²³ En un contencioso anterior, el Gobierno español había aducido “razones de seguridad jurídica” para no aplicar una directiva entre la fecha de expiración de su plazo de transposición y la de aprobación de la norma nacional de incorporación, argumentos que no fueron acogidos por el Tribunal. Vid. STJ de 16 de marzo de 2006, apartados 61 y ss.

²⁴ Como es sabido, expirado el plazo de transposición, las Directivas no traspuestas pueden producir un doble efecto jurídico: si su texto es suficientemente detallado y son susceptibles de ser aplicadas, pueden invocarse directamente –su contenido puede ser impuesto– frente a los poderes públicos; en otro caso, generan responsabilidad para el Estado incumplidor.

legislación sobre evaluación del impacto ambiental de proyectos. La evaluación ambiental que se haya hecho a un plan o programa se tendrá en cuenta en la evaluación de impacto ambiental de los proyectos que lo desarrollen" (Disposición Adicional Tercera).

Legislación autonómica

Los contenidos más importantes de las normas autonómicas con las que se cierra el régimen jurídico de la Evaluación de Planes son, a mi juicio, dos:

- En primer lugar, deben aplicar los mandatos de las normas de referencia –comunitaria y estatal– a los concretos instrumentos de planeamiento, atendiendo, en el ámbito urbanístico, a un criterio básico de distinción: los instrumentos de ordenación y el planeamiento de desarrollo.
- En segundo lugar, las normas autonómicas debe de concretar los planes y Programas que, afectando a una "reducida zona local" o suponiendo una "modificación menor" sólo se sujetarán a evaluación previa cuando tengan "efectos significativos en el medio ambiente".

Ya se vio que no es posible excluir, en todo caso, a planes de reducida incidencia territorial o modificaciones menores de la Evaluación previa por el hecho, por ejemplo, de estar referidos a una categoría específica de suelo (por ejemplo, suelo urbano). Tal consecuencia se estableció en la Sentencia de 8 de septiembre de 2005²⁵ del Tribunal de Luxemburgo, que, con claridad, establece la distinción entre la "evaluación previa" y la "evaluación de impacto".

Atendiendo a la regulación concreta que se establece en algunas de las normas autonómicas en vigor, creo que es posible reconocer al menos tres modelos:

- Primer modelo: sujeción a Evaluación de los Planes Generales de Ordenación Urbana, así como de actuaciones y proyectos concretos con referencia a las categorías de suelo afectado (por ejemplo, suelo no urbanizable, o no sectorizado) o al alcance físico de las actuaciones (por ejemplo, afectar a 50 o 100 ha. O porcentajes de pendientes...). A este grupo pertenecen Andalucía²⁶, Aragón²⁷ y País Vasco²⁸.

²⁵ As. C-121/03, Comisión contra España, en la que se adopta un pronunciamiento de condena contra España. La normativa española había excluido de EIA una de las categorías de proyectos que, según la Directiva, sólo se sujetarían a EIA cuando pudieran tener efectos significativos sobre el medio ambiente.

²⁶ Ley 7/1994, de Protección Ambiental de Andalucía.

²⁷ Ley 7/2006, de Protección del Medio Ambiente.

²⁸ Ley 3/1998, General de Protección del Medio Ambiente, que a las anteriores categorías, añade la de los "Planes Especiales que afecten a suelo no urbanizable".

- Segundo modelo: además de las determinaciones anteriores añaden otras categorías genéricas siempre que concurren determinados presupuestos. Es el caso de La Rioja²⁹ y Murcia³⁰.
- Tercer modelo: sujeta a Evaluación "la totalidad de Planes que integran el sistema de planeamiento", si bien posibilita excluir de evaluación planes sin efectos significativos en el medio ambiente referidos a zonas pequeñas o modificaciones menores. Es el modelo que sigue la Comunidad Canaria³¹. Con otra técnica se asimila a este modelo el régimen vigente en Madrid, en el que sólo se sujeta con carácter general el planeamiento territorial y general urbano, pero sujeta al método "caso por caso" la evolución del resto del planeamiento³².

De la normativa considerada resulta³³, con la honrosa excepción de la legislación Canaria, un panorama ciertamente confuso: la variada legislación en vigor en esta materia utiliza técnicas diversas de sujeción y en algunos casos, la exclusión de categorías completas de instrumentos de planeamiento en función de su localización (suelos urbanos o urbanizables sectorizados, por ejemplo) o en función de su dimensión (no alcanzar el límite prácticamente común de las 50 ha), exclusiones que, ya se vio, no se adecuan a mi entender a los restrictivos criterios con los que las instancias comunitarias han interpretado la posibilidad de no evaluar instrumentos de planeamiento. Desde luego la variedad no tiene remedio: la ley estatal llega en su regulación hasta donde le alcanzan sus competencias en la materia. Después cada legislación autonómica podrá elegir y delimitar las técnicas y criterios de sujeción. Otra cosa es que, como resultado, se excluyan permanentemente categorías completas de planes en atención a su naturaleza (planeamiento de desarrollo), de su localización o de su dimensión, lo que es contrario a las obligaciones comunitarias.

Conclusiones

En esta materia existe un importante reto de integración de tres niveles normativos: el europeo, el estatal –legislación básica– y el autonómico. La técnica

²⁹ Ley 5/2006, de Ordenación del Territorio y Urbanismo, que sujeta a evaluación, además, los Planes parciales referidos a suelo no urbanizable y los Planes Parciales y especiales que desarrollen planeamiento general no evaluado.

³⁰ Decreto Legislativo 1/2005, que sujeta a evaluación los Planes Parciales referidos a áreas próxima a suelos protegidos si así lo prevé el planeamiento general, así como los Planes Parciales industriales. Sorprendentemente excluye de evaluación el planeamiento territorial cuya aprobación corresponda al consejo de gobierno regional.

³¹ Decreto Legislativo 1/2000 y Decreto 55/2006 (artículo 24).

³² Ley 2/2002, de Evaluación Ambiental, modificada por Ley 2/2004.

³³ Un análisis más detallado de esta legislación autonómica en Galera Rodrigo, S.: *Evaluación ambiental de Planes y Programas*, Ed. Montecorvo, 2006.

normativa con la que se está afrontando este reto es, a mi juicio, inadecuada, pues, aparte otras circunstancias, se pierde la idea de sistema.

Así son contadas las normas autonómicas que, al menos en su exposición de motivos, relacionen la regulación que establecen con la norma de cabecera, indicando, como a mi juicio deberían, dónde llegó la normativa de cabecera que desarrollan y dónde empieza su propio ámbito regulatorio. Siquiera una breve referencia a las Directivas y normas estatales básicas sería suficiente, pero en la mayoría de los casos ni eso encontramos, dejando que se asiente la idea errónea de que la competencia regulatoria es en esta materia íntegramente autonómica.

Por otra parte, la legislación estatal tampoco es un ejemplo de exquisita y puntual incorporación de las obligaciones comunitarias: en este sentido basta recordar la "extravagante" retroactividad que luce en la Ley 9/2006 y que sujeta a su ámbito de aplicación planes y programas cuya tramitación se inicia justamente en la fecha en que es aplicable la Directiva 2001/42/CE, esto es, casi dos años atrás (vid. Disposición Transitoria Primera de la Ley 9/2006).

LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PLANES Y PROGRAMAS EN ANDALUCÍA

Granados Corona, M.¹; Segura Pachón, D.²,
y De la Viña Nieto, J. L.³

¹ Consejería de Medio Ambiente - Junta de Andalucía
Tel.: 955 00 34 00/955 00 37 79 - e-mail: manuelm@juntadeandalucia.es

^{2,3} EGMASA - Tel/Fax: 955 04 47 59/955 04 47 48
e-mail: dsegura@egmasa.es y jdelavina@egmasa.es

Resumen

La Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental de Andalucía, incorporó al ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental a los planes urbanísticos (planeamiento general) y a los Planes y Programas de Infraestructuras Físicas. La Ley 9/2006, de 28 de abril, concreta el ámbito de aplicación de la evaluación ambiental estratégica y establece un procedimiento para dicha evaluación ambiental. Desde su entrada en vigor, un importante número de planes y programas, alrededor de 20, de muy diversa tipología (infraestructuras, energéticos, turísticos, de ordenación del territorio, de desarrollo rural), se encuentran en distintas fases del procedimiento de evaluación en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Palabras clave: Evaluación de impacto ambiental, planes urbanísticos, evaluación ambiental estratégica, planes y programas, ordenación del territorio.

Abstract

The Law 7/1994, of May 18, of Environmental Protection of Andalusia incorporated into the area of application of the assessment of environmental impact the Urban Development Plans (general planning) and the Plans and Programs of

Physical Infrastructures. The Law 9/2006, of April 28, makes concrete the area of application of the Environmental Strategic Evaluation and establishes a procedure for the above mentioned environmental assessment. From its entry into force, an important number of plans and programs, about 20, of very diverse typology (infrastructures, energetic, tourist, regional planing, rural development) are in different phases of the procedure of evaluation in the Autonomous Region of Andalusia.

Key words: Environmental impact assessment, strategic environmental assessment, city-planning, plans and programs.

Introducción

La aprobación de la Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, materializa el concepto de integración ambiental. Las posibles consecuencias sobre el medio ambiente deben tomarse en consideración en la propia formulación del instrumento de planificación, en lugar de actuar de forma correctora. El medio ambiente es entendido como parte integrante de los propios planes y programas, idea básica para desarrollar su evaluación ambiental. A partir de esta fecha, la evaluación ambiental se aplica a distintos niveles de actuación. Esta forma de actuar en las primeras fases de la pirámide de decisión, no va a eliminar la necesidad de realizar Estudios de Impacto Ambiental, pero sí va a eliminar muchos conflictos y puede que los impactos más graves (1).

La Directiva anteriormente citada se incorpora al ordenamiento jurídico español mediante la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, también conocida como evaluación ambiental estratégica. Esta ley es un instrumento de prevención que permite integrar los aspectos ambientales en la toma de decisiones de planes y programas públicos, teniendo por objeto promover un desarrollo sostenible, conseguir un elevado nivel de protección del medio ambiente y contribuir a la integración de los aspectos ambientales en la preparación y adopción de dichos instrumentos estratégicos, mediante la realización de una evaluación ambiental de aquellos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente. Así se define la Evaluación Ambiental como el proceso que permite la integración de los aspectos ambientales en los planes y programas mediante la preparación del informe de sostenibilidad ambiental, de la celebración de consultas y de la consideración del informe de sostenibilidad ambiental, los resultados de las consultas y la memoria ambiental, así como del suministro de información sobre la aprobación de los mismos.

En este sentido, Organismos internacionales, especialmente el Banco Mundial, han presionado desde hace más de una década para que se introduzcan mecanismos destinados a garantizar prácticas productivas y de desarrollo sosteni-

bles, en la seguridad de que la Evaluación Ambiental Estratégica es una de las herramientas más poderosas para lograrlo (2).

La evaluación ambiental es una herramienta de primer orden dentro de los instrumentos de integración ambiental, ya que actúa en un momento clave y de forma preventiva en el proceso de decisión; su ámbito de aplicación alcanza esferas cada vez más estratégicas por la diversidad y el volumen de procesos en los que interviene. Para ello el procedimiento presenta un diseño basado en la cooperación entre los organismos promotores de los planes y programas y el organismo ambiental competente, así como en el fomento de una participación activa de los distintos agentes afectados e interesados. Por tanto, para conseguir los objetivos perseguidos, el proceso deberá asegurar que la evaluación ambiental siempre se realice durante la elaboración de los planes o programas y antes de su aprobación.

En Andalucía la Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental, incorporó los planes urbanísticos (planeamiento general) y los planes y programas de Infraestructuras físicas al ámbito de aplicación de la Evaluación de Impacto Ambiental. Este marco ha sido completado por la mencionada Ley 9/2006, de 28 de abril, que concreta el ámbito de aplicación de la evaluación ambiental estratégica y establece un procedimiento para la misma. En esta Comunidad Autónoma, desde su entrada en vigor, se encuentran en distintas fases del procedimiento de Evaluación Ambiental una veintena de planes y programas, abarcando materias como la ordenación del territorio, infraestructuras, industria, turismo, desarrollo rural o energía. Éstos comprenden el Programa de Desarrollo Rural 2007-2013, el Plan Director Infraestructuras 2007-2013, el Plan de Ordenación de los Recursos Mineros 2007-2013, el Plan de Sostenibilidad Energética 2007-2013, el Plan de Desarrollo Industrial 2007-2013, el Plan General de Turismo 2008-2011 y el Plan de Recalificación Turística de la Costa del Sol. Asimismo también se han evaluado los Planes Especiales de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de las cuencas: Mediterránea Andaluza, Atlántica Andaluza, Guadiana, Guadalquivir y Segura. Por otra parte, también están siendo objeto de evaluación los Planes de Ordenación del Territorio del Campo de Gibraltar, la Costa Noroeste de Cádiz, la Aglomeración Urbana de Sevilla, la Aglomeración Urbana de Málaga, el Área del Levante Almeriense, el Litoral de Granada, el Área de La Janda. Finalmente, la Consejería de Medio Ambiente ha participado en la Evaluación Ambiental estratégica de los Programas Operativos FEDER y Cohesión y del Fondo Europeo para la Pesca, ambos para el período 2007-2013.

De forma previa, aunque la Directiva aún no había sido transpuesta al ordenamiento jurídico del Estado español, la Comunidad Autónoma de Andalucía desarrolló la evaluación ambiental sobre dos figuras de planificación de máximo rango, el Programa Operativo Integrado y el Plan Energético ambos para el período 2000-2006.

Recientemente la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, que entra en aplicación en enero de 2008 y se convierte entonces en la referencia legal en la materia en Andalucía, contempla la Evaluación Ambiental de Planes y Programas como instrumento de prevención y control ambiental, teniendo como objetivo básico conseguir la integración de los aspectos ambientales en la

planificación incluida en su ámbito de aplicación. Como se recoge en la propia Ley, la Administración andaluza se dota con ella de un instrumento que permita conocer, a priori, los posibles efectos sobre el medio ambiente y la calidad de vida derivados de determinados planes y programas. Esto se hace aún más necesario en esta Comunidad Autónoma si se tiene en cuenta la diversidad y magnitud de la riqueza ecológica que la caracteriza y que la sitúan entre las más ricas en patrimonio natural del Estado Español. Así, el principio de prevención, que supone adoptar las medidas necesarias para evitar los daños al medio ambiente, se aplica a los instrumentos estratégicos, siendo uno de los principios inspiradores de la Ley (3).

La nueva regulación supone que los órganos de la Junta de Andalucía que promuevan un plan o programa deberán comunicar a la Consejería de Medio Ambiente su intención, presentando una evaluación de los siguientes aspectos:

- Los objetivos de la planificación.
- El alcance y contenido de la planificación, de las propuestas y de sus alternativas.
- El desarrollo previsible del plan o programa.
- Los efectos ambientales previsibles.
- Los efectos previsibles sobre los elementos estratégicos del territorio, sobre la planificación sectorial implicada, sobre la planificación territorial y sobre las normas aplicables.

Objetivos

Con la perspectiva de la experiencia acumulada en Andalucía desde 1994 y de una puesta en acción reciente de la Ley 9/2006, se plantea el objetivo general de transmitir los diversos aspectos que se considera deben ser tenidos en cuenta en cada una de las fases y documentos del procedimiento de evaluación ambiental de planes y programas, para hacer del mismo una óptima herramienta de colaboración entre los diversos órganos promotores y el organismo ambiental.

Entre los objetivos específicos se pueden destacar los siguientes:

- Analizar la aplicación de la Ley 9/2006 en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Valorar los resultados del procedimiento de evaluación ambiental de planes y programas de diversas materias.
- Evaluar el grado y eficacia de la participación de las administraciones públicas y público interesado en el proceso de evaluación ambiental.

Resultados y discusión

Se presentan los resultados obtenidos en los procedimientos de Evaluación Ambiental de Planes y Programas realizados en Andalucía desde la entrada en

vigor de la Ley 9/2006 y se destacan aquellos puntos que la experiencia muestra como claves en dicho proceso de Evaluación Ambiental.

Como punto inicial del análisis hay que destacar el hecho de que las consultas son inseparables de la evaluación ambiental. Su resultado debe tenerse en cuenta en la toma de decisiones, por lo que son un elemento fundamental en la elaboración del plan o programa. En las primeras fases del proceso se puede revelar información de relevancia que lleve a la introducción de cambios sustanciales en el plan o programa y, por consiguiente, en sus efectos sobre el medio ambiente.

Así, dentro de la "fase inicial" del proceso de evaluación ambiental cuyo fin es la determinación del alcance del Informe de Sostenibilidad Ambiental, el órgano ambiental (Consejería de Medio Ambiente) desarrolla las siguientes funciones: identificación y consulta a las Administraciones públicas afectadas y al público interesado, análisis del Documento de Evaluación Inicial que elabora el órgano promotor para dar inicio al proceso y elaboración del Documento de Referencia.

Las consultas a las Administraciones públicas afectadas y público interesado se realizan, según el ámbito territorial y la naturaleza del plan o programa, mediante comunicaciones a consejerías, diputaciones provinciales, ayuntamientos y organizaciones no gubernamentales (ecologistas, vecinales, empresariales, sindicales, docentes y científicas, de consumidores y usuarios, cámaras de comercio, federaciones municipales, etc.). Estas comunicaciones informan de los principales hitos del proceso que sigue la evaluación ambiental del plan o programa y de la inserción del Documento de Evaluación Inicial en la web de la Consejería de Medio Ambiente (www.juntadeandalucia.es/medioambiente) a través de un enlace específico. Para agilizar la recepción se dan dos opciones desde dicho enlace: cumplimentar un formulario diseñado a tal efecto o enviarlas a una cuenta de correo determinada que las redireccionan a los responsables del proceso.

Al respecto se han observado dos circunstancias relevantes:

- a) Escasa participación de las Administraciones afectadas y público interesado, achacables posiblemente a la novedad de la evaluación de ambiental planes y programas, desconocimiento de la trascendencia del proceso y del importante papel que juegan, tanto unas como otro, en un análisis ambiental de un instrumento de planificación. A estas circunstancias habría que añadir un tema de plazos, que podrían considerarse como breves y lógicamente la introducción de nuevas tareas en ámbitos laborales ya posiblemente saturados por sus propias tareas.
- b) Los documentos de evaluación inicial que han elaborado los órganos promotores no suelen presentar los contenidos mínimos exigidos por la Ley, en particular los referentes al análisis de alternativas y efectos ambientales previsibles, posiblemente los que presentan una mayor dificultad de análisis. Las causas pueden ser diversas, entre las que destacamos la limitada experiencia de los equipos redactores ante la novedad de esta exigencia y

que la aprobación de la Ley determinando la evaluación ambiental de planes y programas del marco estratégico 2007-2013 que se encontraban en estadios muy avanzados de elaboración, lo cual ha dificultado en gran medida la cumplimentación de los contenidos exigidos. Esta circunstancia ha demostrado la importancia que para una correcta evaluación ambiental presenta, por un lado, trabajar en cada fase con documentos específicos para cada etapa del proceso de planificación, y, por otro, la necesidad de profundizar en el análisis y aplicación de metodologías que solventen las carencias señaladas.

Se considera que para que el Documento de Evaluación Inicial cumpla con el objetivo de realizar una primera aproximación a la evaluación de la alternativa más viable en función de los impactos ambientales previsibles de éstas, sería necesario plantear varias alternativas desde el inicio del procedimiento y por tanto, desde esta fase de Evaluación Inicial.

Como aspectos concretos que mejorarían esta fase de evaluación se considera que:

- Habría que hacer un análisis más profundo sobre la sostenibilidad de las actuaciones que se proponen, por lo que se debería profundizar en alternativas que actúen contra las causas del problema y no contra las consecuencias del mismo.
- Aunque el Documento de Evaluación Inicial hace referencia a los aspectos ambientales que abordará el plan, en la mayor parte de los casos no define los efectos ambientales previsibles sobre el medio, tal y como lo exige la normativa de Evaluación Ambiental Estratégica. Por ello, se estima que se deberían estudiar los efectos ambientales potenciales más importantes para cada uno de los factores ambientales afectados.
- Habría que profundizar en mayor medida en la descripción de los recursos ambientales y en la de los espacios naturales protegidos en el ámbito de actuación del plan o programa.
- Es necesario abordar la descripción y evaluación de los efectos ambientales previsibles de las actuaciones propuestas en el Plan. En los documentos de inicio no se suelen contemplar los efectos ambientales previsibles del Plan sobre los elementos estratégicos, tal como indica la normativa vigente.

Tras considerar las consultas recibidas, analizar el Documento de Evaluación Inicial y coordinar las aportaciones de las distintas unidades organizativas de la Consejería de Medio Ambiente, se elabora un Documento de Referencia al objeto de proporcionar al órgano promotor los criterios ambientales estratégicos, indicadores de los objetivos ambientales y principios de sostenibilidad aplicables que determinen la amplitud y el nivel de detalle de la información a tener en cuenta en el Informe de Sostenibilidad Ambiental.

El Documento de Referencia sienta las bases para que, a través del Informe de Sostenibilidad Ambiental, pueda edificarse un plan o programa que integre fielmente sus actuaciones con los valores medioambientales del ámbito territorial y con la aplicación de medidas que lo acerquen a la sostenibilidad.

De esta forma, al órgano promotor le corresponde elaborar el Informe de Sostenibilidad Ambiental, debiendo identificar, describir y evaluar los probables efectos significativos sobre el medio ambiente, así como unas alternativas razonables, técnica y ambientalmente viables.

A este respecto se ha podido observar que los Informes de Sostenibilidad Ambiental, en ocasiones, presentan carencias, que suelen relacionarse con los siguientes aspectos:

- Características ambientales de las zonas que puedan verse afectadas de manera significativa.
- Efectos significativos en el medio ambiente y sus indicadores.
- Medidas previstas para prevenir, reducir o corregir los efectos negativos.
- Examen de alternativas.
- Descripción de las medidas previstas para el seguimiento.

Las causas pueden obedecer a las mismas circunstancias antes señaladas, lo cual reafirma la necesidad de profundizar en los aspectos descritos para las fases anteriores.

Antes de la aprobación del plan o programa, la Memoria Ambiental tiene por objeto valorar la integración de los aspectos ambientales en el plan, para lo cual analiza el proceso de evaluación realizado, la calidad del Informe de Sostenibilidad Ambiental, la consideración de las consultas realizadas y la previsión de los impactos significativos, concluyendo con las determinaciones finales que deba incluir el plan.

En principio, la Memoria Ambiental es un documento analítico de los pasos superados durante el proceso y de los correspondientes documentos elaborados, en el que indicar las últimas modificaciones a contemplar en el plan o programa. La práctica muestra que, para conseguir realmente dichos objetivos, se debe trabajar con documentos de calidad que aborden realmente los contenidos y alcance definidos en la Ley, evitando así que, ante determinadas necesidades estratégicas, la Memoria Ambiental se convierta en un mero trámite para la posterior aprobación del plan o programa o que las exigencias de carácter ambiental supongan una dificultad de resolución a corto plazo.

En Andalucía, la Memoria Ambiental se realiza conjuntamente entre el órgano promotor y la Consejería de Medio Ambiente. Este documento no se somete a procesos de información y consulta, ya que la Ley no lo contempla, aunque se le puede dar publicidad si el órgano ambiental lo estima oportuno. En la redacción de la Memoria Ambiental se comprueba si durante el proceso de evaluación se ha considerado adecuadamente lo establecido en el Documento de Referencia sobre el alcance del Informe de Sostenibilidad Ambiental, los criterios ambientales estratégicos y los principios de sostenibilidad. La memoria

ambiental es un documento que no está definido en la Directiva 2001/42/CE, aunque, sin embargo, debe entenderse como un importante control previo a la aprobación final del programa, de la calidad del informe de sostenibilidad ambiental y del grado de integración de los aspectos ambientales en la propuesta del plan o programa (4).

Los mecanismos de seguimiento deben articularse de forma que sean lo suficientemente eficaces en la evaluación de la eficacia de las medidas de adecuación ambiental propuestas, fomentando la participación ciudadana en el seguimiento y evaluación del Plan.

El órgano ambiental participa en la fase de seguimiento del plan o programa, debiendo abarcar todo tipo de efectos significativos para el medio ambiente, incluyendo los positivos, negativos, previstos y no previstos. Se trata de una herramienta importante, ya que permite comparar los resultados de la evaluación ambiental realizada con los efectos ambientales que de hecho se producen. Para comprobar el grado de cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad ambiental del plan o programa se pueden emplear indicadores de seguimiento ambiental propuestos por el órgano ambiental. En Andalucía el seguimiento se realiza de forma conjunta entre el órgano promotor correspondiente y la Consejería de Medio Ambiente como órgano ambiental competente.

La experiencia acumulada ha supuesto el establecimiento de un esquema metodológico bien estructurado que articula el proceso de evaluación ambiental y que será objeto del Reglamento de Planes y Programas, actualmente en fase de elaboración, que desarrollará este apartado de la Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental antes citada. Dicha metodología se desarrolla en las siguientes fases:

1.ª Inicio: Cuyo objetivo es la determinación de las principales directrices ambientales que debe contemplar el plan o programa, plasmadas en el Documento de Referencia.

2.ª Integración ambiental: Incorporación de las directrices ambientales al plan o programa y elaboración del Informe de Sostenibilidad Ambiental.

3.ª Valoración: Análisis de la adopción de las directrices ambientales en el plan o programa y decisión en la Memoria Ambiental.

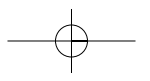
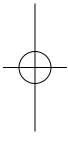
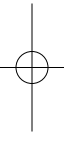
4.ª Aprobación: Aceptación de la propuesta de plan o programa y elaboración de una Declaración Resumen de la integración ambiental del plan o programa.

5.ª Seguimiento: Vigilancia y control de los efectos ambientales producidos por la ejecución del plan o programa.

En conclusión, aunque es reciente la aplicación de la Evaluación Ambiental de Planes y Programas, la experiencia adquirida en Andalucía, en su desarrollo sobre una importante diversidad de instrumentos estratégicos, permite destacar aquellos aspectos que se consideran relevantes y proponer un esquema metodológico que facilita la consecución de los objetivos perseguidos.

Bibliografía

- (1) Arce, R. (2002): *La Evaluación de Impacto Ambiental en la Encrucijada. Los retos del futuro*, Ecoiuris.
- (2) Clark, D. (1996): "Alcance y Objetivos de la Evaluación Ambiental Estratégica", *Estudios Públicos*, 65.
- (3) Granados Corona, M. (2007): "Evaluación Ambiental Estratégica", *Revista Medio Ambiente*, n.º 56, pp.16-19, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- (4) Ministerio de Medio Ambiente (2006): *Guía de aplicación de la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación ambiental de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente. Desarrollo y proyectos medioambientales.*



LAS VÍAS PECUARIAS: NUEVA FUNCIÓN ECOLÓGICA DENTRO DE SU MARCO GEOGRÁFICO, HISTÓRICO Y LEGAL

Herrero Tejedor, T. R.¹; Ezquerra Canalejo, A.²;
Conejo Martín, M. Á.³, y Pérez Martín, E.⁴

¹ EITA Agrícola - Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: tomas.herrero.tejedor@upm.es

² ETSI Montes - Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: alejandra.ezquerra@upm.es

³ EIT Agrícola - Universidad Politécnica de Madrid

⁴ EIT Agrícola - Universidad Politécnica de Madrid
Tels.: 91 336 54 26/91 336 71 12 - Fax: 91 336 55 64

Resumen

Las vías pecuarias cuando se crearon no atendían o servían al marco territorial que hoy está vigente, todo era más sencillo, el ganado, los rebaños necesitaban trashumar, en verano debían buscar los pastos frescos en los agostaderos de las zonas altas del norte de la península Ibérica y en invierno buscar los invernaderos en las regiones del interior y sur peninsular.

Tradicionalmente su uso se limitaba al tránsito ganadero, que continúa siendo su uso prioritario. Pero la Ley de Vías Pecuarias (Ley 31/1995) ha añadido 3 nuevas funciones:

- Función ecológica.
- Función recreativa.
- Función histórico-cultural.

En esta comunicación se hace un recorrido histórico para repasar las situación legal actual de las vías pecuarias españolas y se señalan posibles soluciones para

resolver o paliar parte de las dificultades existentes a la hora de delimitar, preservar y divulgar estos ancestrales trazados que a todos nos pertenecen, desde el conocimiento histórico, geográfico, legal, topográfico y cartográfico.

Palabras clave: Vías pecuarias; legislación ambiental; función ecológica.

Abstract

When Cattle Routes were established, the territorial frame was different of the current situation. Everything was simpler, the cattle needed to migrate. In summer the flocks had to look for the fresh pastures in the high zones of the north of the Iberian Peninsula. In winter they had to look for them in the regions of the interior and peninsular south.

Traditionally their use was limited to cattle traffic. This continues being the most important use. But the law of Cattle Routes (Law 31/1995) has included 3 new functions:

- Ecological function.
- Recreative function.
- Historical-cultural function.

In this communication, a historical tour is carried out in order to review the legal current situation of the Spanish Cattle Routes. Possible solutions are considered for solving or mitigating the current problems to demarcate, to preserve and to divulge these ancient tracings which belong to all us. This study adopts an integrated perspective taking into account historical, geographical, legal, topographic and cartographic fields of knowledge.

Key words: Cattle Routes; Environmental Law; Ecological Function.

Introducción

Las vías pecuarias cuando se crearon no atendían o servían al marco territorial que hoy está vigente, todo era más sencillo, el ganado, los rebaños necesitaban trashumar, en verano debían buscar los pastos frescos en los agostaderos de las zonas altas de la península Ibérica y en invierno buscar los invernaderos en las regiones del interior y sur peninsular.

La situación legal de los bienes rústicos de uso público tras casi dos siglos de agresiones y dejación administrativa, cuando se promulga la Constitución Española de 1978 es preocupante. Con su desarrollo y la asunción de competencias por parte de las Comunidades Autónomas, las cuestiones referidas al territorio han pasado a depender de dichas instituciones, perdiendo terreno o incluso desapareciendo organismos estatales que hasta entonces se hacían cargo y velaban al menos en teoría, por su buena marcha y ordenamiento.

La Ley de Aguas RD 849/1986 y la Ley de Costas Ley 22/1988 servirán de punto de referencia para el caso de las vías pecuarias, culminando con la Ley de Vías Pecuarias Ley 31/1995.

Objetivos

En esta comunicación se hace un recorrido histórico para enmarcar las situación legal actual de las vías pecuarias españolas y se señalan posibles soluciones para resolver o paliar parte de las dificultades existentes a la hora de delimitar, preservar y divulgar estos ancestrales trazados que a todos nos pertenecen, desde el conocimiento geográfico, histórico, legal, topográfico y cartográfico.

Marco geográfico de las vías pecuarias en la península Ibérica

En primer lugar se va a identificar el trazado de las vías pecuarias para poder caracterizarlas.

El Profesor Francisco Alonso Otero (1) hace una caracterización geográfica de las Cañadas Reales y señala *que su trazado, aproximadamente meridiano, va a contrapelo de las grandes alineaciones montañosas y del rumbo que siguen los principales cursos fluviales, su forma arbórea, con las ramas, las raíces y el tallo: en las zonas terminales, el desarrollo de una jerarquizada red de caminos ganaderos, que coinciden con las zonas de pastoreo de verano (la montaña) y las zonas de pastoreo de invierno (los "extremos"), así como el trazado lineal, muy poco ramificado, del sector central, que coincide con la zona de paso entre ambos sectores de pastoreo. Además las zonas más elevadas se sitúan al Norte, en los pastos de verano, y las más bajas al Sur, el símil con su forma arbórea se concreta aún más.*

Por medio de la trashumancia en una península como la Ibérica, que tiene una configuración geográfica que condiciona el desarrollo de las actividades agrícolas, pero sobre todo las ganaderas ligadas al pastoreo, permite hacer diferentes clasificaciones de la trahumancia que según distintos autores se podrían resumir en:

- Trashumancia local: *churras* en Tierra de Campos, *avileñas* en Valle de Amblés, *ovejás riojanas*.
- Trashumancia transterminante: *normal, inversa, mixta*.
- Trashumancia Regional o Gran Trashumancia: *La Mesta y Las Cañadas Reales*.

Marco geográfico de las vías pecuarias en la península Ibérica

El desarrollo histórico en el que se enmarcan las vías pecuarias españolas se puede resumir en el siguiente esquema (ver bibliografía 2-11):

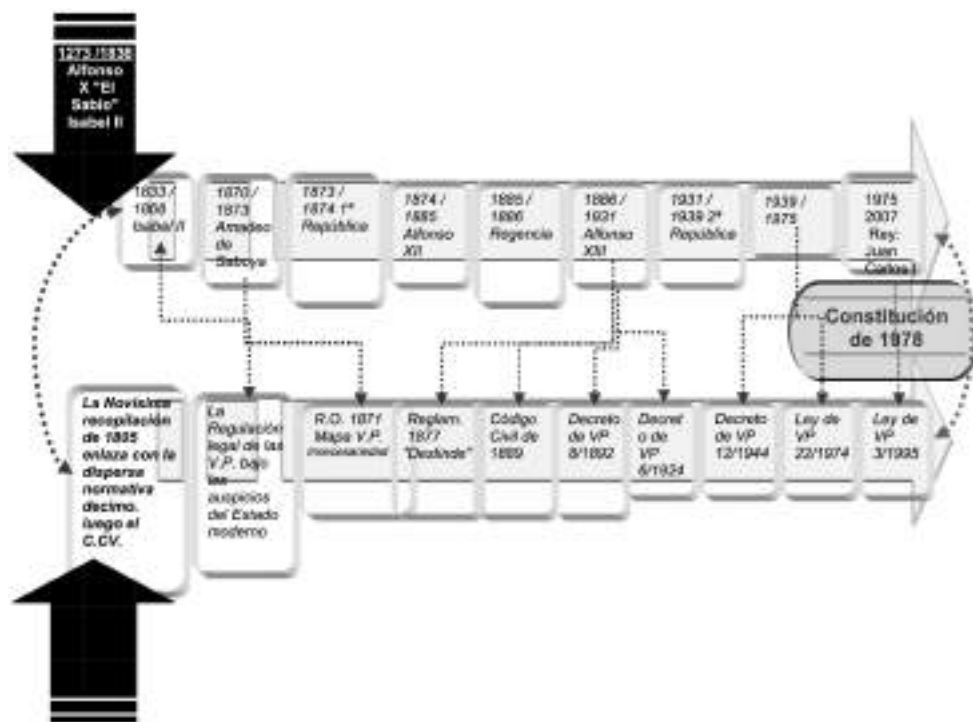


Figura 1. Esquema histórico-legal en el que se enmarcan las Vías Pecuarias

Teniendo en cuenta este esquema, que da una idea de la evolución tanto histórica como legal de las vías pecuarias, cuando se promulga la Constitución Española de 1978 la situación de los bienes rústicos de uso público (la vías pecuarias entre ellos) es preocupante.

Para paliar esta situación, y tomando como de punto de referencia para el caso de las vías pecuarias la Ley de Aguas RD 849/1986 y la Ley de Costas Ley 22/1988, se redacta la Ley de Vías Pecuarias Ley 31/1995.

Como elemento importante de esta Ley destacamos la definición de vías pecuarias: rutas o itinerarios por donde discurre o ha venido discurrendo tradicionalmente el tránsito ganadero y que según su anchura se clasifican en:

- Cañadas 75,22 m
- Cordeles 37,61 m
- Veredas 20,89 m
- Otras denominaciones < 20,89 m
> 75,22 m

Es de gran importancia para la delimitación de las vías pecuarias, por tanto, todo lo que hace referencia a la clasificación y deslinde, y posterior amojonamiento para la perfecta identificación de los trazados.

Con la legislación actual estas vías pasan a formar parte de los bienes de dominio público de las Comunidades Autónomas, siendo *inalienables, imprescriptibles e inembargables*, desarrollando su propia reglamentación, siempre a partir de la Ley 31/1995, correspondiéndoles la gestión de este dominio público.

Las vías pecuarias son bienes destinados al uso público y aunque tradicionalmente su uso se limitaba al tránsito ganadero, que continúa siendo su uso prioritario, es importante destacar que la Ley de Vías Pecuarias ha añadido nuevos usos sociales y funciones públicas:

- Usos compatibles: con la actividad pecuaria, usos agrícolas tradicionales que no tengan naturaleza jurídica de ocupación.
- Usos complementarios: como el senderismo, cabalgada, desplazamientos deportivos sobre vehículos no motorizados.

Esto se resume en las funciones públicas:

- Función ecológica.
- Función recreativa.
- Función histórica cultural (tecnológica).

Estas nuevas funciones y usos han supuesto una gran revitalización a las vías pecuarias.

Conclusión

Se puede asegurar que los condicionamientos geográficos han ayudado históricamente en la formación de la malla viaria que llamamos vías pecuarias y que durante siglos han sido el soporte y conducto de vida, sobre todo de tránsito animal, dando lugar a lo que más tarde hemos conocido como actividad trashumante.

Hay que resaltar que al hecho geográfico le acompaña el devenir histórico de cada época, constituyendo al final un corolario de hechos concatenados también social y económicamente.

Si por algo se han caracterizado las vías pecuarias en el último siglo y medio ha sido por asistir receptivamente al desarrollo de un marco legal propio, que por otra parte cuando de caminos rurales se trata, es toda una suerte o peculiaridad.

A modo de resumen, y como conclusión se puede decir que las vías pecuarias constituyen un valioso patrimonio natural y cultural de carácter público, cuya magnitud y singularidad demandan la elaboración de una estrategia operativa de ámbito nacional que, coordinada por la Administración General del Estado, sirva de referencia a las Comunidades Autónomas para la asunción de directrices y la puesta en práctica de planes y programas específicos, que faciliten y fomenten los nuevos usos sociales y funciones públicas asignadas en la Ley de Vías Pecuarias.

Bibliografía

- (1) Alonso Otero, F. (2003): *Algunos aspectos de las relaciones entre el trazado de las vías pecuarias y el medio físico*, pp. 159-182; *Las vías pecuarias del Reino de España: un patrimonio natural y cultural europeo*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
 - (2) Sánchez Moreno, E. (1998): *De ganados, movimientos y contactos. Una nueva aproximación al debate sobre la trashumancia en la Hispania Antigua*. Studia Histórica, Historia Antigua, Salamanca, vol. 16, pp. 53-84.
 - (3) García de Cortázar, F., y González Vesga, J. M. (2002): *Breve Historia de España*, Alianza Ed. S.A., Madrid.
 - (4) Klein, J. (1990): *La Mesta: Estudio de la historia económica española 1273-1836*, Alianza Universal, Madrid.
 - (5) Sáez, L. (1786): *Apéndice a la Crónica del Rey Juan II*, Brit. Mus. Add. Mss., 9925, pp. 96, Madrid, p. 109.
 - (6) Paredes Guillén, A. (1888): *Historia de los Framontanos Celtíberos*, Plasencia.
 - (7) Las siete partidas, Partd, 3.^a, Tít. 39, leyes 6.^a y 7.^a
 - (8) A.H.N., Mesta, lib. 297, Quaderno de Leyes... de 1731, Parte I, Privil. VIII, ley 3.^a, fol. 20, "Carta Real dada por Alfonso X en Zamora en el año 1284". Confirmada por los Reyes Católicos, dada en Jaén, a 26 de mayo de 1489.
 - (9) Novísima Recopilación, Madrid, 1589, lib. VII, Tít. XXVII, Ley V, cap. 22 y Ley 11, cap. 9.
 - (10) García Sanz, A.: *Los Privilegios de la Mesta...*, loc. cit., pp. 84 y ss.
 - (11) Alenza García, J. F. (2001): *Civitas Ediciones*, S.L., Madrid
 - (12) Tomás y Valiente, F. (1971): *El marco político de la desamortización en España*, Ed. Ariel, Barcelona.
 - (13) Gómez Sal, A. (2001): *Bases Científico-Técnicas del Plan de Ordenación y Recuperación de las Vías Pecuarias de Andalucía*. Conferencia Internacional de Vías Pecuarias y Corredores Verdes Chiclana de la Frontera, 21-24 Noviembre.
 - (14) García Martín, P. (1999): *La Percepción del Paisaje Cañariago, Actas de "Extremadura y la Trashumancia (siglos XVI-XX)"*, Editorial Regional de Extremadura, Mérida.
 - (15) Ruiz, M., y Ruiz, J. P. (1991): *La ganadería trashumante en el sistema central como factor ecológico y agente modelador del paisaje y del uso del territorio*, MOPU, Madrid.
- Varios autores (1985): *Historia de Extremadura*, U.E., Badajoz.
- (16) Cazorla Montero, A., y Merino García, J. (1994): *Pasado, presente y futuro de las vías pecuarias españolas: Hacia una planificación integrada*. Comunicación presentada en el IV Congreso Nacional de Derecho Agrario en Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ed. Agrícola Española, S.A.
 - (17) Gómez Orea, D. (1994): *Ordenación del territorio. Una aproximación al medio físico*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Editorial Agrícola Española, S.A., Madrid.

AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

López Martín, M.^a A.

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos - Licenciada en Ciencias Ambientales
Ambisat, Ingeniería Ambiental, S.L. - Alonso Cano, 85, 1.º B - 28003 Madrid (España)
Tel.: (+34) 91 533 61 82 - Fax: (+34) 91 554 45 83
e-mail: alopez@ambisat.com - www.ambisat.com

Resumen

La Ley 16/2002 es la transposición al ordenamiento interno español de la Directiva 96/61/CE del Consejo de 24 de septiembre, relativa a la prevención y control integrados de la contaminación (IPPC). Con el objeto de proteger el medio ambiente en su conjunto, esta norma articula un procedimiento administrativo complejo que recoge en un solo acto, denominado Autorización Ambiental Integrada (AAI), diversas autorizaciones ambientales y determinaciones de carácter ambiental. Igualmente incluye entre otras actuaciones las relativas a la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

En esta comunicación se analiza la relación entre la AAI y EIA, así como la coordinación entre la tramitación de la AAI y el procedimiento de EIA, estudiando como se encajan los plazos previstos, cuales son los órganos competentes y su papel en dichas tramitaciones, repasando el esquema seguido en las diferentes Comunidades Autónomas.

Palabras clave: AAI; EIA; IPPC; Participación Pública; Coordinación; Ley 16/2002.

Abstract

The Law 16/2002 is the transposition to the Spanish internal rules of the EC 96/61 Directive, of 24th September Council, relative to the Integrated Pollution

Prevention and Control. In order to protect environment as a whole, this law formulates a complex administrative procedure which compiles in a single Act, called Integrated Environmental Authorization, several environmental authorizations and determinations, It also includes, among other proceedings those relative to the Environmental Impact Assessment (EIA).

In this paper, the relationship between the IEA and EIA is analyzed, together with the coordination between IEA and EIA procedures, studying how time limits are established, which are the competent authorities and their role in the above mentioned procedures, reviewing the scheme followed by different Autonomous Communities.

Key words: IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control); Coordination; Law 16/2002; Public Participation.

Introducción

En el año 2002 se adoptó la Ley 16/2002, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC), que tiene por objeto básico evitar y cuando no sea posible, reducir y controlar la contaminación del medio. La herramienta básica para llevarlo a cabo es una nueva figura administrativa: la Autorización Ambiental Integrada (AAI).

La AAI para una serie de actividades industriales sustituye y aglutina autorizaciones ambientales existentes y los trámites para obtener la licencia municipal de actividades clasificadas, las actuaciones en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) u otras figuras de evaluación ambiental previstas en la normativa autonómica, cuando así sea exigible y la competencia para ello sea de la Comunidad Autónoma.

Objetivos

En la aplicación de la norma surgen ciertas cuestiones que precisan una aclaración: si una instalación está afectada por la Ley 16/2002, ¿tiene que realizar aparte el procedimiento de Evaluación Ambiental?, ¿debe entregar un documento para la obtención de Autorización Ambiental Integrada y otro para el Impacto Ambiental?; una instalación existente, ¿tiene que tramitar de nuevo el Impacto Ambiental?, ¿existen proyectos de actividades sujetos a normativa de EIA, pero no a la AAI?

Resulta de especial importancia conocer y analizar los mecanismos de coordinación de la Autorización Ambiental Integrada con el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

Resultados

Si una instalación está afectada por la Ley 16/2002, las actuaciones en materia de EIA se incluyen dentro del procedimiento de otorgamiento de la AAI. De esta manera, una instalación afectada por esta norma no debe tramitar aparte el

impacto ambiental, sino conjuntamente. La Evaluación de Impacto Ambiental resulta aplicable a los proyectos de nueva construcción o modificación de actividades existentes; sin embargo, la AAI también se aplica a las actividades existentes. Por tanto, la Evaluación Ambiental no es exigible a las instalaciones existentes, aunque una instalación existente que tiene en su poder la DIA debe presentar el proyecto básico en su totalidad. De esta forma, el órgano competente revisará la documentación y se pronunciará al respecto.

En lo relativo a las competencias, en la IPPC (Prevención y Control Integrados de la Contaminación) siempre debe resolver la Comunidad Autónoma afectada, mientras que la competencia ambiental en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental depende de la Administración en la que recaiga la competencia sustantiva: Administración Central o Comunidad Autónoma. En el supuesto de que la competencia sustantiva sea de la Administración Central, resulta difícil la integración de los procedimientos de AAI y EIA, ya que el plazo para la Declaración de Impacto Ambiental emitida por el Ministerio de Medio Ambiente suele ser de un año, mientras que la duración del proceso de la Autorización Ambiental Integrada no debe superar los 10 meses, dando lugar a la desestimación de las solicitudes. Cuando esta competencia recae sobre la Comunidad Autónoma, la integración entre ambos procedimientos resulta más fácil de resolver, siendo considerada en los siguientes artículos de la Ley 16/2002:

- **Art. 11.4:** las Comunidades Autónomas dispondrán lo necesario para posibilitar la inclusión en el procedimiento de otorgamiento de la Autorización Ambiental Integrada de las actuaciones en materia de evaluación de impacto ambiental u otras figuras de evaluación ambiental previstas en la normativa autonómica, cuando así sea exigible y la competencia para ello sea de la Comunidad Autónoma.
- **Art. 12.3:** en los supuestos previsto en el artículo anterior, la solicitud de la autorización ambiental integrada incluirá, además, el estudio de impacto ambiental y demás documentación exigida por la legislación que resulte de aplicación.
- **Art. 22.5.a):** en el supuesto previsto en el artículo 11.4, la autorización ambiental integrada contendrá, además cuando así sea exigible, la declaración de impacto ambiental u otras figuras de evaluación ambiental establecidas en la normativa que resulte de aplicación.

Algunas Comunidades Autónomas han emitido una normativa específica al respecto: Cantabria, Castilla y León, Comunidad Valenciana e Islas Baleares han optado por crear una Comisión de Prevención Ambiental con la finalidad de mejorar la coordinación de los procedimientos. Dentro de algunas Consejerías la gestión del procedimiento se realiza internamente a nivel de protocolo, no como algo reglamentado, coordinándose en el momento de la información pública y de la publicación de la autorización ambiental integrada; es decir, la solicitud de autorización ambiental integrada y el estudio de impacto ambiental salen a información pública conjuntamente en el mismo anuncio del diario, para

posteriormente emitir de forma conjunta la declaración de Impacto Ambiental y la autorización.

En el caso de la Comunidad de Madrid, con el fin de unificar los distintos procedimientos administrativos ambientales, la Consejería de Medio Ambiente, que es el órgano competente para otorgar o denegar la AAI, ha incorporado unos trámites previos al inicio del procedimiento. Mediante estos trámites se pretende iniciar, en su caso, el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental ordinario, presentando la memoria-resumen del proyecto, exigida en la Ley 2/2002.

Discusión

Resulta difícil la coordinación de los períodos de información pública por parte de los organismos implicados y es patente la lentitud en los trámites, causando la desestimación por vencimiento de plazos en algunos casos.

Estas dificultades ponen de manifiesto la necesidad de desarrollar en un futuro una normativa que resuelva las distintas situaciones que se están planteando en la integración del procedimiento de AAI con el procedimiento de EIA regulado en la Ley 6/2001, de 8 de mayo.

Bibliografía

Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación. Su aplicación directa en la Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente.

Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.

Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid.
<http://www.conama.org/documentos/GT1.pdf>.

Autorización Ambiental Integrada. Guía metodológica 2004, Xunta de Galicia.

LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PLANES Y PROGRAMAS DE PLANEAMIENTO URBANÍSTICO EN CASTILLA Y LEÓN

Martín Jiménez, C.

Ingenieros Consultores Medio Ambiente, S.L.
Doctor Ramón Castroviejo, 61, local D - 28035 Madrid (España)
Tel.: 91 373 10 00 - Fax: 91 376 85 50
e-mail: cmartin@icma.es

Resumen

La Ley 9/2006, aprobada el 29 de abril de 2006, sobre Evaluación de los Efectos de Determinados Planes y Programas en el Medio Ambiente, introduce a nivel estatal en la legislación española la realización de un proceso de evaluación ambiental estratégica de los planes y programas que elaboren y aprueben las distintas Administraciones públicas o que su elaboración o aprobación venga exigida por una disposición legal o reglamentaria o por acuerdo del Consejo de Ministros o del Consejo de Gobierno de una Comunidad Autónoma.

Hasta su entrada en vigor, los procedimientos de evaluación ambiental estratégica se desarrollaban de manera diferente en función de la Comunidad Autónoma en que se localizaban. Aun hoy la adaptación a dicha Ley es diversa entre las distintas administraciones autonómicas, estando en preparación, para muchas de ellas, la elaboración de nueva normativa en la materia.

Se presenta aquí el caso de Castilla y León, Comunidad Autónoma en la que, si bien aún no se ha aprobado nueva legislación al respecto, existen varias directrices internas de adaptación a la Ley estatal con desigual grado de adaptación.

Palabras clave: Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), Castilla y León, Planeamiento Urbanístico.

Abstract

Law 9/2006, enacted on April 29, 2006, on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment, establishes in Spanish regulation the basic framework for the Strategic environmental assessment of Plans and Programmes which may be approved whether by the Regional Administrations, enforced by law or approved by Council of Minister's agreement or Regional Government.

Until the law came into effect, Strategic Environmental Assessment procedures were carried out differently depending upon the Regional Community where the Plan or Programme was to take place. Even today there is a lack of homogeneity regarding the law implementation among the different Regions and in some of them new regulations are under elaboration.

In particular, the situation for Castilla Leon Autonomous Region is set out here. Even though new legislation has not been approved in the matter, several internal guidelines of adjustment to the state Law exist with unequal degree of adjustment.

Keywords: Strategic Environmental Assessment (SEA), Castilla y León, Urban Planning.

Introducción

La adaptación a la reciente Ley 9/2006 se está desarrollando de forma diversa en las distintas Comunidades Autónomas del Estado Español. Algunas Comunidades Autónomas ya han aprobado nueva legislación al respecto, como Castilla-La Mancha, con la Ley 4/2007, de Evaluación Ambiental en Castilla-La Mancha, si bien la mayoría de las Comunidades Autónomas se encuentran preparando nueva legislación en la materia.

Se presenta aquí el caso de Castilla y León, cuya adaptación actual a la Ley estatal se considera interesante, por su especial complejidad, al tener que tomar tanto en consideración la normativa existente en materia de evaluación ambiental como la normativa autonómica en materia de planeamiento urbanístico.

Objetivos

El objetivo de esta comunicación es describir cómo se está realizando actualmente el trámite de evaluación estratégica previa de Planes y Programas de planeamiento urbanístico en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

Resultados y discusión

Situación previa a la entrada en vigor de la Ley 9/2006

Previamente a la entrada en vigor de la Ley 9/2006, sobre Evaluación de los Efectos de Determinados Planes y Programas en el Medio Ambiente, la tramitación ambiental de los diferentes instrumentos de planeamiento urbanístico se hayan recogidos en el Decreto 209/1995, de 5 octubre, por el que aprueba el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de Castilla y León; la Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León, y el Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.

El Decreto 209/1995 establece, en su Título II: de las Evaluaciones Estratégicas Previas de Planes y Programas, la obligación de sometimiento al trámite de Evaluación Estratégica Previa de los Planes y Programas de Desarrollo Regional que se elaboren, dentro de las competencias de la Junta de Castilla y León referidos, entre otros sectores, a la ordenación del territorio.

Asimismo establece, en su Anexo II, Obras, Instalaciones o Actividades sometidas a evaluación simplificada de Impacto Ambiental, los Planes Parciales que autoricen proyectos de infraestructura de polígonos industriales y los Planes Parciales que autoricen proyectos de urbanización en zonas seminaturales o naturales.

La Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León, sólo contempla, en su Anejo IV, tres casos de instrumentos de planeamiento urbanístico con sometimiento obligatorio al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, con los contenidos marcados en la Ley Autonómica.

Dichos casos son los siguientes:

- Instrumentos de planeamiento que establezcan la ordenación detallada de proyectos de infraestructura de polígonos industriales.
- Instrumentos de planeamiento que establezcan la ordenación detallada de proyectos de urbanización en zonas seminaturales o naturales.
- Planes Parciales en suelo urbanizable no delimitado.

El Reglamento de Urbanismo de Castilla y León concreta en sus artículos 157 y 169.4 los casos en que un determinado instrumento de planeamiento es tramitado mediante Evaluación Estratégica Previa o mediante el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

Es necesario hacer aquí un inciso, indicando que, de acuerdo con el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León, los instrumentos de planeamiento general son los Planes Generales de Ordenación Urbana (PGOU) y las Normas Subsidiarias Municipales, de elaboración y tramitación obligatoria para todos los municipios que no cuenten con PGOU.

Como instrumentos de planeamiento de desarrollo, cuyo principal objeto es la ordenación detallada del sector o ámbito al que se apliquen se distinguen los Estu-

dios de detalle, de aplicación a Suelo Urbano, los Planes Parciales, de aplicación en suelo urbanizable, y los Planes Especiales, de aplicación en cualquier clase de suelo.

El procedimiento de Evaluación Estratégica Previa se aplica, de acuerdo con dicho Reglamento, sólo a los siguientes instrumentos de planeamiento:

- Los Planes Generales de Ordenación Urbana, en todo caso.
- Las Normas Urbanísticas Municipales que clasifiquen suelo urbanizable no delimitado sobre Espacios Naturales Protegidos, Zonas de Especial Protección para las Aves, Lugares de Importancia Comunitaria y Zonas Húmedas.
- Las Normas Urbanísticas Municipales que clasifiquen una superficie conjunta de suelo urbano y urbanizable superior en más de un 50% a la que estuviera vigente con anterioridad, o si el municipio carecía previamente de planeamiento urbanístico, superior en más de un 50% a la superficie de suelo urbano consolidado.

Debe elaborarse en este caso, por parte del promotor, un informe ambiental de Evaluación Estratégica Previa con el contenido indicado en el artículo 111.1.c) del Reglamento de Urbanismo de Castilla y León. Tras someterse a información pública conjuntamente en el trámite de aprobación inicial debe recabarse del órgano ambiental competente un dictamen medioambiental de evaluación estratégica previa.

El Reglamento indica que son tramitados mediante el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, especificado en la Ley 11/2003, los siguientes instrumentos de planeamiento urbanístico:

- Planes Parciales en suelo urbanizable no delimitado.
- Planes parciales que desarrollen sectores de suelo urbanizable delimitado que no sean colindantes al suelo urbano de los núcleos de población existentes.
- Planes Parciales y demás instrumentos de planeamiento urbanístico que establezcan la ordenación detallada de sectores de suelo urbanizable con uso predominantemente industrial.
- Planes Parciales y demás instrumentos de planeamiento urbanístico que un instrumento de ordenación del territorio obligue a someter a dicho trámite.
- Planes Parciales cuyo ámbito se encuentre total o parcialmente incluido en Espacios Naturales Protegidos, Zonas de Especial Protección para las Aves, Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas Húmedas y Montes de Utilidad Pública.

Con lo cual se observa que el panorama de aplicación de uno a otro caso era bastante confuso.

Entrada en vigor de la Ley 9/2006

Con la entrada en vigor de la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre Evaluación de los Efectos de Determinados Programas en el Medio Ambiente, a la reglamenta-

ción y tramitación anteriormente descrita para determinados instrumentos de planeamiento general, se empieza a aplicar toda la reglamentación y tramitación expresada en la Ley 9/2006 a los planes y programas urbanísticos que entran dentro del campo de aplicación de dicha Ley.

A fin de armonizar la interpretación del Reglamento de Urbanismo de Castilla y León con lo dispuesto en la Ley 9/2006, la Dirección General de Vivienda, Urbanismo y Ordenación del Territorio elaboró un informe para la aplicación de la Ley 9/2006 a los instrumentos de Planeamiento Urbanístico con fecha de marzo de 2007 (1).

Conforme al artículo 3 de la Ley 9/2006 deben ser objeto de evaluación ambiental los instrumentos de planeamiento urbanístico (incluidas las revisiones y modificaciones) que puedan tener efectos significativos en el medio ambiente. A tal efecto se entenderá que tienen efectos significativos sobre el medio ambiente los instrumentos de planeamiento para cuya aprobación el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León exige la realización de un trámite ambiental.

No obstante, a fin de evitar duplicidad de trámites, no deberán ser objeto de evaluación ambiental los instrumentos de planeamiento urbanístico que estén obligados a someterse al trámite de Evaluación de Impacto Ambiental.

Asimismo, los instrumentos de planeamiento urbanístico para cuya aprobación el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León exige un trámite ambiental pueden ser eximidos de evaluación ambiental si la Consejería de Medio Ambiente determina que no tienen efectos significativos en el medio ambiente. Para ello, conforme al artículo 4 de la Ley 9/2006, el Ayuntamiento debe remitir a la Consejería de Medio Ambiente un análisis realizado con los criterios del Anexo II de dicha Ley, acreditando que afecta a una zona de reducido ámbito territorial, o que se trata de una modificación menor.

En cuanto al ámbito de aplicación de la Ley 9/2006 por razón de su régimen transitorio, según la Disposición Transitoria Primera de la Ley 9/2006, el procedimiento de evaluación ambiental es exigible a todos los instrumentos de planeamiento urbanístico cuyo primer acto preparatorio formal sea posterior al 21 de julio de 2004. A tal efecto se entenderá como primer acto preparatorio formal la convocatoria del procedimiento de contratación para la redacción del instrumento, o en su defecto el acuerdo de exposición al público del Avance, o en defecto de ambos el acuerdo de aprobación inicial del instrumento.

En la práctica, la definición de plan y programa, así como el ámbito de aplicación de la Ley 9/2006, es lo suficientemente genérico y extenso como para hacer necesario, en la mayoría de los instrumentos de planeamiento urbanístico, de la realización de una consulta. Dicha consulta se realiza a los Servicios Centrales de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León a fin de determinar el procedimiento ambiental a seguir: evaluación ambiental de planes y programas o evaluación de impacto ambiental en otros casos. Ejemplos de la consulta caso por caso pueden darse en modificaciones puntuales de planeamiento, planes especiales o proyectos regionales, entre otros casos.

Se está trabajando actualmente en la redacción de un borrador de Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental que recoja la Ley Estatal y clarifique

la tramitación ambiental de los diferentes instrumentos de planeamiento urbanístico.

Procedimiento de evaluación ambiental

Para los instrumentos de planeamiento urbanístico, el procedimiento de evaluación ambiental previsto en el artículo 7 de la Ley 9/2006 y desarrollado en sus artículos 8 y 9 se corresponde con el trámite ambiental previsto en el artículo 157.a) del Reglamento de Urbanismo, con las siguientes salvedades:

a) Informe de Sostenibilidad Ambiental: el informe de sostenibilidad ambiental previsto en el artículo 7.1.a) de la Ley 9/2006 y desarrollado en sus artículos 8 y 9 se corresponde con el informe ambiental previsto en los artículos 111.1.c) y 130.a) del Reglamento de Urbanismo. No obstante:

- Previo a su elaboración corresponde a la Consejería de Medio Ambiente, conforme al artículo 9 de la Ley 9/2006, determinar su amplitud, nivel de detalle y grado de especificación, las modalidades de información y consulta, las Administraciones públicas afectadas y el público interesado. A tal efecto, el promotor, a través del órgano promotor (o el órgano promotor, si es el mismo en ambos casos), debe solicitar a la Consejería de Medio Ambiente que elabore el "documento de referencia", adjuntado un documento de consulta en el que se indiquen los objetivos del instrumento concreto, sobre el alcance y contenido de sus propuestas, y sobre su desarrollo y efectos ambientales previsibles.
- En cuanto a su contenido, además de lo previsto en los artículos 111.1.c) y 130.a) del Reglamento de Urbanismo y en el "documento de referencia", el informe contendrá además un resumen no técnico, y entre las alternativas que se consideren deberá incluirse en todo caso la alternativa cero, consistente en el mantenimiento de las determinaciones vigentes.

b) Consultas: la fase de consultas prevista en el artículo 7.1.b) de la Ley 9/2006 y desarrollada en su artículo 10 debe realizarse simultáneamente al trámite de información pública regulado en el artículo 155 del Reglamento de Urbanismo. A tal efecto:

- El plazo mínimo de la información pública será de 45 días hábiles.
- En los anuncios de información pública se hará constar que la misma se realiza tanto a efectos de la normativa urbanística como del cumplimiento de la Ley 9/2006.
- El órgano promotor debe remitir el instrumento, para su consulta durante el mismo plazo de 45 días hábiles, a las Administraciones públicas y demás personas físicas y jurídicas que se establezca en el "documento de referencia" elaborado por la Consejería de Medio Ambiente.

- No son exigibles a los instrumentos de planeamiento las consultas transfronterizas reguladas en el artículo 11 de la Ley 9/2006.

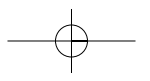
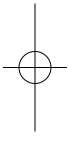
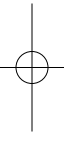
c) Memoria ambiental: a fin de preparar la memoria prevista en el artículo 7.1.c) de la Ley 9/2006 y desarrollada en el artículo 12 de la misma, una vez finalizada la información pública y la fase de consultas, el órgano promotor debe elaborar una propuesta de Memoria Ambiental en la que se evaluará el procedimiento seguido, el informe de sostenibilidad ambiental y su calidad, el resultado de las consultas realizadas y cómo se han tomado en consideración las mismas y la previsión de los impactos significativos de la aplicación del instrumento. La propuesta se incorporará a la documentación del instrumento, a todos los efectos, y se remitirá al órgano ambiental correspondiente para que apruebe la memoria ambiental.

d) Publicidad: aprobados definitivamente los instrumentos de planeamiento urbanístico sometidos a evaluación ambiental, la publicidad regulada en el artículo 14 de la Ley 9/2006 se llevará a cabo mediante las notificaciones y publicaciones oficiales previstas en los artículos 174 y 175 del Reglamento de Urbanismo. Además, entre la documentación que debe publicarse en el *Boletín Oficial de la Provincia*, conforme al apartado 2 del citado artículo 175, se incluirá:

- Una declaración que resuma cómo se han integrado en el instrumento los aspectos ambientales; cómo se ha tomado en consideración el informe ambiental, los resultados de las consultas, la memoria ambiental y las discrepancias que hayan surgido, y las razones de elección de las determinaciones aprobadas, en relación con las alternativas consideradas.
- Las medidas adoptadas para el seguimiento de los efectos en el medio ambiente de la aplicación del instrumento.
- Un resumen no técnico de los apartados anteriores.

Bibliografía

Dirección General de Vivienda, Urbanismo y Ordenación del Territorio: *Informe de la Dirección General de Vivienda, Urbanismo y Ordenación del Territorio para la aplicación de la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre Evaluación de los Efectos de Determinados Planes y Programas en el Medio Ambiente, a los instrumentos de planeamiento urbanístico*, Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, marzo 2007.



BUENAS PRÁCTICAS EN EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: UN COMPENDIO DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES APLICABLES EN ESPAÑA

Martínez Orozco, J. M.

Departamento Ingeniería Civil - Universidad Europea de Madrid
Tajo, s/n. - 28670 Villaviciosa de Odón (Madrid)
Tel.: 91 211 56 21 - Fax: 91 616 82 65
e-mail: jmiguel.martinez@uem.es

Resumen

Los principios básicos que guían actualmente el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), a nivel nacional e internacional, se han venido recogiendo tradicionalmente en las correspondientes normas legales, procedimientos y guías metodológicas. Estos principios son hoy día de hecho compartidos por buena parte de los países del mundo, pudiendo hablarse de un amplio consenso internacional sobre lo que constituye un "buen" sistema de EIA. La experiencia acumulada en muchos de estos países ha permitido reorientar el esfuerzo hacia la revisión crítica, la detección de fortalezas y debilidades y la mejora del proceso, perfeccionando etapas y optimizando recursos. España se encuentra entre el grupo de países industrializados que, sin embargo, ha permanecido ajena con frecuencia a estos cambios en el panorama internacional. Se exponen aquí experiencias recientes en otros países industrializados, afines a los actuales estándares de buena práctica internacional en EIA, que constituyen un catálogo de soluciones susceptibles de ser empleadas en España.

Palabras clave: Buenas prácticas, EIA, España.

Abstract

The principles which underlie and guide national and international EIA in achieving their objectives are usually identified in laws, procedures and guidelines.

Most of these principles are long standing, widely held across jurisdictions, and thus constitute an international consensus in the fundamentals of approach. As experience has increased, basic principles of EIA have been augmented and supplemented by lessons of practice. The evaluation of the performance of EIA is now focused on critical review and identification of areas for improvement. Spain is one of the countries that has been out of the new international regulatory and practical trends in EIA. This paper provides a short compendium of recent EIA developments in some industrialized countries which are consistent with international standards of good practice. This list represents a catalogue of international practices likely to be implemented in Spain.

Keywords: EIA, good practice, Spain

Introducción y objetivos

La Evaluación de Impacto Ambiental se apoya en unos principios básicos que emanan de la experiencia acumulada en distintas partes del mundo desde la década de los 70 y que son ampliamente aceptados a nivel internacional. Existe hoy día, de hecho, un amplio consenso internacional sobre lo que constituye un "buen" sistema de EIA, cuyos componentes quedan recogidos en numerosos textos, entre los que merecen destacar los de Sadler (1), Wood (3) y Ortolano *et al.* (2), a su vez reflejados en los principios de buenas prácticas planteados por la Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos (IAIA) (4).

La EIA evoluciona desde los años 90 hacia la valoración de la eficacia y del buen funcionamiento del conjunto del proceso, hacia la identificación de fortalezas y debilidades y a su consiguiente mejora. Muchas de estas mejoras profundizan en el papel preventivo de la EIA y se centran en la ampliación de su ámbito de aplicación (siendo la incorporación de planes, programas y, en ocasiones, políticas, la más evidente, aunque no la única), en el perfeccionamiento de las diferentes etapas del proceso, en la incorporación de otras nuevas o en la optimización de plazos y recursos.

En el presente trabajo se expone una sucinta relación de experiencias recientes desarrolladas en otros países industrializados que reflejan la evolución y las tendencias del proceso de acuerdo con los actuales estándares de buena práctica en EIA. La relación expuesta constituye un breve catálogo de prácticas susceptibles de ser empleadas en España, tratándose en ocasiones de soluciones de bajo coste y fácil implantación.

Hacia la flexibilización del proceso

Existe un nutrido grupo de países que en los últimos años han planteado fórmulas para la progresiva flexibilización de la EIA, con la finalidad de adecuarlo a las circunstancias individuales de cada actuación sometida a evaluación. El obje-

tivo último es la mejora de la eficiencia de la EIA, adecuando recursos, contenidos y plazos a lo que resulte relevante en cada caso. Se exponen aquí dos ejemplos en esta línea, relativos a la selección de actuaciones y a la adaptación del proceso a la complejidad del proyecto.

a) Flexibilización de los mecanismos de selección de actuaciones ("screening")

La optimización de los procesos de selección de actividades sometidas a EIA ha sido tradicionalmente uno de los grandes problemas que han enfrentado la mayor parte de las legislaciones del mundo. En numerosos sistemas, como los que operan en la Unión Europea, Australia, Hong Kong, Israel, Canadá o Sudáfrica, entre otros, se ha optado por mecanismos de selección mixtos, combinación del tradicional procedimiento de "listas positivas" y de la selección "caso por caso".

La introducción en Europa y en España del procedimiento "caso por caso" presenta, sin embargo, el serio inconveniente de la incertidumbre jurídica y del riesgo de discrecionalidad administrativa en la determinación de las acciones que requieren EIA. Estas circunstancias pueden traer como consecuencia indeseada la "judicialización" de la EIA, tal como evidencia la larga experiencia acumulada en los Estados Unidos. Para solventar este problema, algunos sistemas han establecido la necesidad de elaborar unas evaluaciones ambientales iniciales, en ocasiones de gran complejidad (Canadá, Estados Unidos), en las que se realiza un análisis preliminar de los posibles efectos de la actuación que constituye, de hecho, un pequeño EsIA. Es habitual que esta etapa se complemente con alguna forma de participación pública, y también con la confección de "listas negativas", en las que se incluyen las actuaciones que en ningún caso han de ser objeto de EIA.

b) Adaptación del proceso a la complejidad del caso

Existen algunos países que están profundizando en la mejora de la eficiencia del proceso mediante su adaptación a las circunstancias particulares de cada caso sometido a EIA. Sin duda, uno de los mejores ejemplos en tal sentido es el procedimiento regulado en la Ley de Evaluación Ambiental Canadiense de 1995, revisada posteriormente en 2002. El modelo canadiense implica un reconocimiento individualizado de las particularidades de cada actuación, de forma que, en función de la envergadura de la misma, su complejidad y controversia, se opta por uno de los cuatro niveles que establece la Ley:

- Selección ("screening"): mecanismo variable en complejidad y duración, cuyo desarrollo se decide en función de la importancia del proyecto y de su controversia pública.
- Estudio completo ("comprehensive study"): procedimiento aplicable a proyectos de media o gran envergadura, supone el desarrollo de una EIA

estándar, sin diferencias destacables respecto del procedimiento utilizado en el ámbito de la UE.

- Mediación (“mediation”): Mecanismo aplicado a actuaciones en las que la controversia generada recomienda la incorporación de un mediador independiente, que vela por la posibilidad de un acuerdo entre las partes en relación con problemas específicos (medidas correctoras, condiciones de explotación, etc.). Se trata de una opción apropiada cuando parece posible alcanzar un consenso.
- Panel de revisión (“review panel”): Implica la incorporación de un panel de expertos al proceso, responsable de analizar las circunstancias del proyecto y de establecer recomendaciones para la decisión. Este proceso supone una discusión abierta de los términos de la actuación, lo que conlleva la articulación de mecanismos de participación pública de gran complejidad y duración.

La elección del nivel de partida para la EIA, decidida *ad hoc* por la administración ambiental, puede cambiar en función de las evidencias que se vayan obteniendo a lo largo del proceso. En otros términos, lo que comienza como un “screening” puede acabar como un “review panel” si las circunstancias así lo aconsejan.

Refuerzo de las etapas del proceso

Son numerosos los sistemas de EIA que, complementariamente a lo anterior, han planteado mejoras puntuales en algunas de las etapas del proceso. Las soluciones adoptadas son muy numerosas, y también muy variadas en alcance. Sirvan los tres ejemplos siguientes para ilustrar la naturaleza de los cambios de estos últimos años.

a) Refuerzo del alcance de la EIA (“scoping”)

Una de las principales debilidades de la EIA a nivel internacional deriva del escaso desarrollo de los procedimientos para la determinación del alcance de la evaluación, aspecto ya identificado por Sadler (1), como uno de los cuatro puntos débiles que requieren de atención prioritaria. En tal sentido se han movido algunos países industrializados, que han establecido nuevas normas para el “scoping”, inspiradas con frecuencia en el mecanismo desarrollado en los Estados Unidos a partir de la National Environmental Policy Act (NEPA).

El mecanismo ideado en Estados Unidos y emulado en otros sistemas de EIA, parte de la elaboración, por parte del promotor, de un documento preliminar de “scoping” (“Draft Scoping Document”) en el que se describe el proyecto, se identifican los aspectos más relevantes observados hasta el momento, se realiza una

descripción general del proceso a seguir durante el "scoping" (planificación de reuniones, elaboración de informes, etc.) y se realiza una propuesta preliminar de alternativas.

Tras realizar la preceptiva difusión del documento y consulta a otras administraciones, se celebran una serie de reuniones públicas (típicamente audiencias públicas) en las que se aclaran los términos del proyecto y se sugieren posibles contenidos para el EslA. Este período, que suele prolongarse durante meses, da lugar a la confección de un documento final ("final scoping document") que identifica las prioridades y aspectos a abordar en el correspondiente EslA.

b) La consideración "real" de alternativas en la EIA

Probablemente uno de los aspectos que con mayor timidez se ha abordado en las reformas legales de los últimos años en la EIA en el ámbito internacional ha sido el relativo al examen y evaluación de alternativas de actuación. Las regulaciones sobre la cuestión son escasas y suelen insistir en el papel meramente testimonial de tales alternativas, tal como ocurre actualmente en el modelo europeo y, por ende, español. Cabe destacar en tal sentido los esfuerzos realizados en ciertos sistemas como el canadiense, estadounidense, holandés o israelí para introducir de manera genuina la valoración de opciones de proyectos, planes o programas, de acuerdo con los cuales es preceptivo que el promotor analice soluciones de actuación de menor coste ambiental y que éstas sean valoradas y comparadas a lo largo del proceso.

Se expone aquí, por su singularidad, el caso israelí, regulado en las "Planning and Building Regulations" de 1994, revisadas posteriormente en 2003. De acuerdo con este modelo, el proceso de EIA aplicado a infraestructuras de transporte se estructura en dos etapas consecutivas. En la primera es obligado el estudio de soluciones de proyecto, jugando el promotor un activo papel en la búsqueda de opciones que satisfagan los diferentes criterios de valoración, incluyendo el ambiental. En una segunda etapa, una vez resuelta la mejor alternativa de proyecto, se profundiza en la definición geométrica del trazado, los detalles de su ingeniería y en la adopción de medidas correctoras. La normativa israelí abordó en su momento la necesidad de regular este sector debido a su importancia en la EIA (30% del total de evaluaciones), con un novedoso planteamiento que pretendía acelerar la aprobación y ejecución de los planes de carreteras y ferrocarriles, como así ha sucedido.

c) Nuevos planteamientos para la formación en EIA

La formación en EIA, dirigida tradicionalmente a la preparación en distintas disciplinas técnicas y científicas de los técnicos responsables de redactar los EslA, puede experimentar en los próximos años algunos cambios relevantes. En algunos sistemas de EIA se empieza a reconocer que sólo mediante una mejor com-

presión del conjunto del proceso por parte de los distintos actores implicados, y mediante el fomento de su participación pro-activa, pueden producirse mejoras sustanciales en el proceso. Surgen así guías, manuales, cursos y otros recursos formativos destinados a promotores, administraciones implicadas o público. Un buen ejemplo en esta línea lo constituye la reciente *Guía de Buenos Procedimientos y Prácticas (Environmental Impact Assessment: A Guide to Good Practice and Procedures)* adoptada en el Reino Unido en 2006 (5).

Se trata de un documento para conocimiento de los promotores, bien sean públicos o privados, que pretende clarificar su papel a lo largo del proceso, y la influencia de la EIA en el proyecto y su planificación. El texto reúne para ello una larga relación de ejemplos de buenas prácticas, insistiendo en aquellas cuyo éxito depende, en gran medida, de la actitud e implicación del promotor en el proceso:

- Efectos de los casos legales y las sentencias judiciales sobre la práctica en EIA (necesidad de la EIA, fragmentación de proyectos, etc.).
- Necesidad de realizar campañas de campo en el EsIA, con frecuencia en plazos dilatados de tiempo, y su efecto en la planificación del proyecto.
- Incremento futuro de la participación pública en la EIA, y del papel protagonista que ejerce el promotor en la misma, con motivo de la aplicación de la Convención de Aarhus.
- Clarificación de los contenidos que se deben presentar para la decisión del "screening".
- Confección de listas de chequeo para el "screening".
- Interpretación amplia de los proyectos del Anexo II de la Directiva Comunitaria.
- Contenidos a presentar para el documento de "scoping".
- Nuevos métodos de presentación del EsIA (nuevas tecnologías).

Mejoras en la participación pública

La participación pública es uno de los elementos de la EIA que mayores cambios ha experimentado en buena parte del mundo industrializado. También, aunque de manera más tímida, en el resto del planeta. Son numerosos los ejemplos de sistemas de EIA que han profundizado en las prácticas vigentes en los periodos de consulta y participación. Las medidas adoptadas pretenden, en su mayoría, mejorar la transparencia, fomentar mayores niveles de participación y lograr mayor representatividad en el resultado.

a) Definición *ad hoc* de las necesidades de participación

Aunque las diferentes propuestas desarrolladas en el mundo resultan, de nuevo, muy variadas en su naturaleza y alcance, merecen destacarse en particular los siste-

mas que están avanzando hacia la progresiva flexibilización de los procedimientos, mediante una definición *ad hoc* de las necesidades de participación del público en función de la complejidad de la actuación, y de la naturaleza del público implicado.

Este planteamiento conlleva destinar mayores esfuerzos y recursos (se ha estimado en algunos casos que representa hasta el 2% del coste de ejecución del proyecto), al implicar la definición individual de los mecanismos de participación, tarea con frecuencia encomendada al promotor (con o sin la cooperación de la administración competente). En muchos casos, la ejecución de la participación pública pasa por la elaboración previa, por parte del promotor, de un plan de participación pública en las fases iniciales del proceso, en el que se detalla su programación general, las técnicas previstas y el público objetivo. Los ejemplos más notorios en este sentido provienen de algunos de los sistemas con mayor tradición en EIA (Estados Unidos, Canadá, Australia, Francia, Reino Unido, Suiza o Nueva Zelanda, entre otros), a los que en tiempo más reciente se están uniendo progresivamente otros, principalmente en el ámbito europeo (Holanda, Finlandia y Dinamarca).

b) Mejorando la cultura de participación: hacia los medios informales

Los mecanismos existentes de participación han presentado habitualmente el problema de su excesiva rigidez y formalismo. Este es el caso, por ejemplo, de las audiencias públicas, que constituyen hoy día el procedimiento más extendido en el planeta. No son pocos los sistemas de EIA que están evolucionando a otros mecanismos que fomenten mayores niveles de participación, y que faciliten una implicación más pro-activa del público.

Un buen ejemplo lo constituyen los "Community Engagement Plans" desarrollados en los últimos años en ciertas regiones australianas (Australia Occidental, por ejemplo). Se observa aquí la sustitución progresiva de los métodos clásicos por otros más cercanos al ciudadano, como pueden ser reuniones informales, sesiones deliberativas, "focus groups", jurados populares, conferencias de análisis multicriterio o foros de consenso, entre otras. El propósito es, en esencia, la diversificación de los mecanismos de anuncio, información y participación, adaptándolos a la naturaleza de la decisión a adoptar, a la complejidad del caso y, sobre todo, al perfil y necesidades de los distintos sectores del público.

Mejora de los mecanismos de control: revisión independiente

La necesidad de reforzar el control del buen funcionamiento de la EIA ha sido una constante en las últimas décadas en todo el mundo. Estos mecanismos de control, tal como expone Ortolano *et al.* (3), afectan a las distintas etapas del proceso, si bien tienden a insistir en la verificación de las informaciones aportadas por el promotor.

Entre las soluciones de control más eficientes se encuentran aquellas, aún escasas, que implican la revisión independiente de la información generada durante el proceso. Esta tarea es encomendada con frecuencia a grupos de expertos, con una participación ceñida a alguna etapa del proceso. Sirva de ejemplo en tal sentido el modelo holandés, cuya función de control se apoya en la Comisión Holandesa de EIA. Se trata de una institución privada, financiada con fondos públicos, que actúa como comité de expertos independiente en todas las EIAs tramitadas en aquel país (se hace notar en todo caso que la actividad en EIA en Holanda es escasa: aproximadamente 80 EIAs y otras 20 EAEs al año). La Comisión cuenta con una plantilla encargada no sólo de planificar el trabajo de la Comisión (un director, más 17 secretarios técnicos, más un staff de apoyo de 19 de personas), sino sobre todo de poner en marcha los grupos de trabajo creados "ad hoc" para cada EIA en el que participan unos 3-5 expertos independientes, especializados en distintos ámbitos, seleccionados según resulte pertinente entre un pool de unos 400 especialistas.

El papel de estos grupos, controlados por la Comisión, se centra en la verificación del cumplimiento de la legislación sobre EIA y el análisis de la calidad de la información facilitada a la Administración para la decisión. Es responsabilidad de la Comisión confeccionar las directrices del "scoping" y revisar los EsIA, para finalmente establecer una serie de recomendaciones para la decisión.

Conclusiones

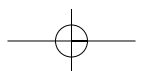
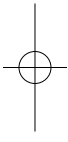
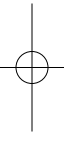
La breve relación de experiencias anteriormente expuesta revela el modo en que otros países industrializados han afrontado la mejora del proceso de evaluación, y su adecuación a los actuales estándares internacionales de buena práctica en EIA. Estas soluciones, dispares en alcance y coste, son el resultado de un importante esfuerzo de revisión crítica, e identificación de posibles problemas o disfunciones en el funcionamiento práctico del proceso, que con frecuencia han conllevado modificaciones legales de diverso calado.

Este conjunto de soluciones son reflejo de la evolución actual en el panorama internacional, caracterizada por la progresiva tendencia a la flexibilización de procedimientos y plazos y su adaptación a la naturaleza y complejidad de la decisión a adoptar, la introducción de elementos para optimizar el ámbito de aplicación de la EIA, el refuerzo de los mecanismos en las etapas crónicamente deficientes (por ejemplo, "scoping" y participación pública), y del papel del promotor en el proceso, o la mejora del control independiente del funcionamiento y las decisiones en la EIA.

España se encuentra, sin embargo, entre el grupo de países industrializados que ha permanecido ajena con frecuencia a estos cambios en el panorama internacional. Los nuevos textos legales sobre EIA adoptados en nuestro país en los últimos años son, debido a su escaso alcance y relevancia práctica, fiel reflejo de esta circunstancia.

Bibliografía

- (1) Sadler, B. (1996): *Environmental Assessment in a Changing World: Evaluating Practice and Improve Performance. Final Report. International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment*, Canadian Environmental Assessment Agency, Hull, Quebec.
- (2) Wood, C. (1995): *Environmental Impact Assessment: A Comparative Review*, Longman Harlow, Essex, UK, 331 pp.
- (3) Ortolano, L.; Jenkins, B., & Abracosa, B. (1987): "Speculations on when and why EIA is effective", *Environmental Impact Assessment Review*, 7, 285-292.
- (4) International Association for Impact Assessment (IAIA) (1999): *Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice*, International Association for Impact Assessment, Fargo, USA.
- (5) Department for Communities and Local Government (UK) (2006): *Environmental Impact Assessment: A Guide to Good Practice and Procedures*, Department for Communities and Local Government, UK.
- (6) Sadler, B. (2006): *Overview of International Experience with EIA*, Nordic EIA Seminar, 22 May 2006, IAIA Stavanger.



ESTRUCTURACIÓN JERÁRQUICA DE LA INFORMACIÓN PARA DETERMINAR LOS USOS DE SUELO ÓPTIMOS EN EL MUNICIPIO DE HUEJOTZINGO, PUEBLA, MÉXICO

Pérez Ramírez, N.¹; Martín Fernández, S.²;
Martínez Falero, E.³ y García Montero, L. G.⁴

¹ Colegio de Postgraduados de México

^{2,3} Departamento de Economía y Gestión Forestal, UPM

⁴ Departamento de Ingeniería Forestal, UPM

Resumen

El deterioro de los suelos es uno de los problemas de mayor importancia de los recursos naturales y del medio ambiente en la mayoría de los municipios de México. Es necesario desarrollar acciones que promuevan la conservación de estos recursos, teniendo en cuenta su valor económico y social. El objetivo de este trabajo es identificar los factores ambientales, económicos y sociales para una asignación óptima de usos del suelo en el municipio de Huejotzingo, en el Estado de Puebla en México.

Estos objetivos o factores principales se estructuraron sucesivamente en subobjetivos hasta alcanzar atributos medibles que permiten la comparación de alternativas de usos de suelo. Se ha recopilado información cartográfica de geomorfología, tipos de suelos, usos actuales de usos, pendiente, vegetación, riesgo de erupción volcánica..., así como información sobre productividad del suelo, beneficio, empleo, costes de transformación de usos, valoración social de los usos de suelo.

Palabras clave: Factores, uso del suelo.

Abstract

The deterioration of the lands is one of the problems of great importance of the natural resources and the environment, in most of the municipalities of Mexico.

It is necessary to develop actions that promote the conservation of these resources, but taking into account their social and economical value. The objective of this study was to identify the environmental, economical and social factors for an optimal assignment of land use in the municipality of Huejotzingo, Puebla State, Mexico.

These main objectives have been broken down in sub-objectives and these in measurable attributes which enable us to compare different alternatives of land use. We have gathered maps of the geomorphology, the soils types, the climate, the current land use, the superficial hydrology, slope, vegetation, volcanic eruption risk, and relational information such as the level of incomes of the farmers, the costs of transformation of the land use, the employment level, the social valuation of the land use, among others

Keywords: Factors, land cover and land use.

Introducción

La Comisión de la Unión Europea (2002) define al suelo como la capa superior de la corteza terrestre que desempeña una serie de funciones clave tanto medioambientales, sociales y económicas que resultan fundamentales para la vida (1).

En México el 64% del territorio muestra algún tipo de degradación (2 y 3). Muchos de estos usos de suelo no son sostenibles. En el país existen 179.020 km² de áreas naturales protegidas, el 58,5% están consideradas como reservas de la biosfera. La transformación en pastizales es el principal proceso de destrucción de todos los tipos de vegetación. Existen tierras de pastoreo en áreas tropicales húmedas que anteriormente fueron selvas; éstas aún se encuentran en expansión, aunque en menor grado que en décadas anteriores (4). Aun cuando la mayor parte de estas transformaciones habrían ocurrido a lo largo de la historia previa a 1970, en las últimas décadas (1970-2002) se han seguido registrando pérdidas importantes (superiores a 1.000 km² anuales) (5). El Estado de Puebla es una entidad con fuertes contrastes, sus regiones tienen grandes diferencias en sus condiciones geográficas y una amplia diversidad en sus recursos naturales y culturales (6). Por su ubicación geográfica estratégica en la república mexicana, ha desarrollado un amplio y moderno sector manufacturero e industrial, principalmente en la región centro-poniente. Sin embargo, en otras regiones coexisten amplios sectores atrasados y poco desarrollados con pequeños y medianos centros de población.

La planificación del uso del suelo se ubica al nivel local, porque incluye varios elementos del medio físico, en ella se realiza un análisis muy detallado de la información y se desarrolla a nivel de una comunidad, un municipio o varios municipios. Es necesario considerar que cada región construya su propia metodología de planificación, ajustada a su realidad natural, económica y social (7).

El municipio de Huejotzingo está ubicado en la región centro-poniente del Estado, tiene una superficie de 188,8 km², su territorio está dominado por el volcán Popocatepetl. En su territorio está ubicado un aeropuerto y es paso de la principal vía de comunicación terrestre al sureste y centro del país. En este municipio se ha desarrollado un amplio sector textil, industrial y comercial cercano a la cabecera municipal. Sin embargo, sigue existiendo un amplio sector agropecuario en la mayoría del territorio, basado en la producción de maíz, frutas, hortalizas y ganadería lechera de bajo rendimiento. Este municipio presenta un fuerte deterioro ambiental y, por tanto, necesita un replanteamiento en los usos actuales del suelo.

El objetivo principal de este trabajo es presentar el análisis de información y estructuración jerárquica de objetivos realizados en el proceso de asignación óptima de usos de suelo en el municipio de Huejotzingo.

Materiales y métodos

Para la asignación óptima de recursos se utilizará el método heurístico de optimización combinatoria Simulated annealing, que asegura obtener aquella asignación con mayor probabilidad de ser la mejor. Para ello el gestor tiene que definir una función de valor de acuerdo a los criterios u objetivos que quiere optimizar. Estos objetivos se descompondrán en subobjetivos y así sucesivamente hasta llegar a los atributos medibles (8).

La actividad o el uso de suelo evaluado optimizará su localización cuando se asigne a un lugar que cuente con la mayor capacidad, el menor impacto posible y las restricciones se cumplan (9). Para realizar el modelo de capacidad y fragilidad de acogida del territorio se van a definir regiones homogéneas para cada uso del suelo propuesto, a partir de la integración de los factores que los determinan. También se debe de considerar la variedad territorial específica de la zona de estudio. En este sentido se ha utilizado la metodología aplicada por Reynolds (2002) en el proceso de integración de la información del sistema de toma de decisiones EMDS (10). En la figura 1 se puede ver un modelo de integración de la información desarrollado por Reynolds para el objetivo de sostenibilidad forestal.

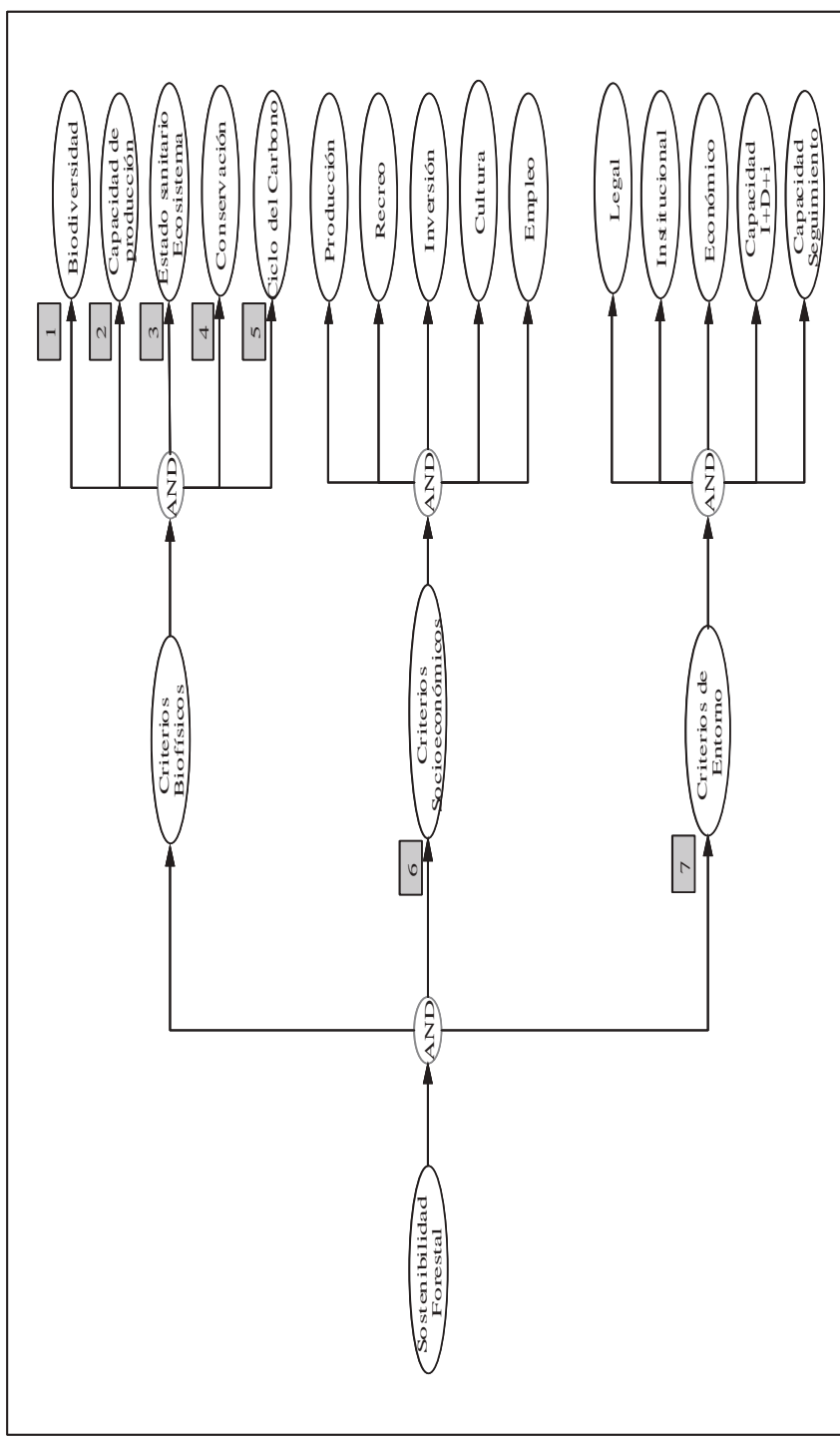


Figura 1. Estructuración jerárquica de la información para el objetivo sostenibilidad forestal (10)

Resultados

En el proceso de asignación óptima de usos del suelo en Huejotzingo se van a maximizar los factores ambientales y socioeconómicos. Esto hizo necesario un diagnóstico previo de las actividades actuales y sus interacciones (ver figura 2).

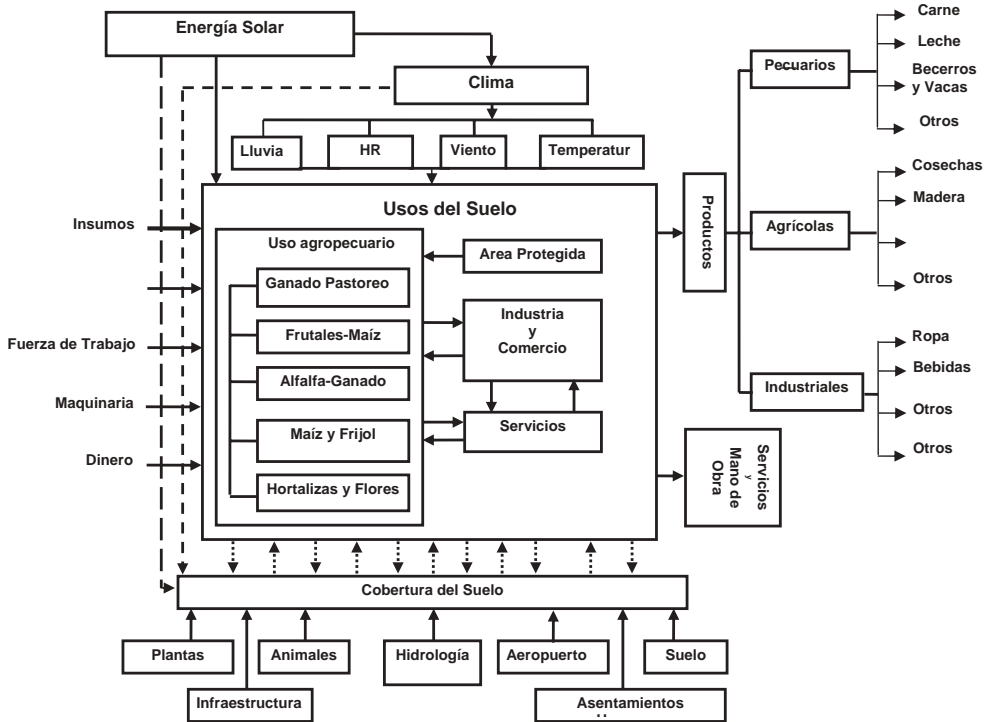


Figura 2. Relación de los usos actuales del municipio de Huejotzingo, Puebla

Las diferencias sociales de Huejotzingo hizo que los criterios de mejora de la formación y de calidad del empleo fueran considerados. La elección de usos agrícolas fue acompañado de una encuesta realizada a la población agrícola para conocer la viabilidad de los existentes y su opinión sobre cultivos a introducir. Un nuevo uso propuesto fue el de turismo rural, ya que es un municipio dominado por el volcán Popocatepelt, y a pesar de la necesidad de restauración de bosques y riberas, el paisaje es de gran belleza. En la figura 3 se puede ver la estructuración de objetivos propuesta.

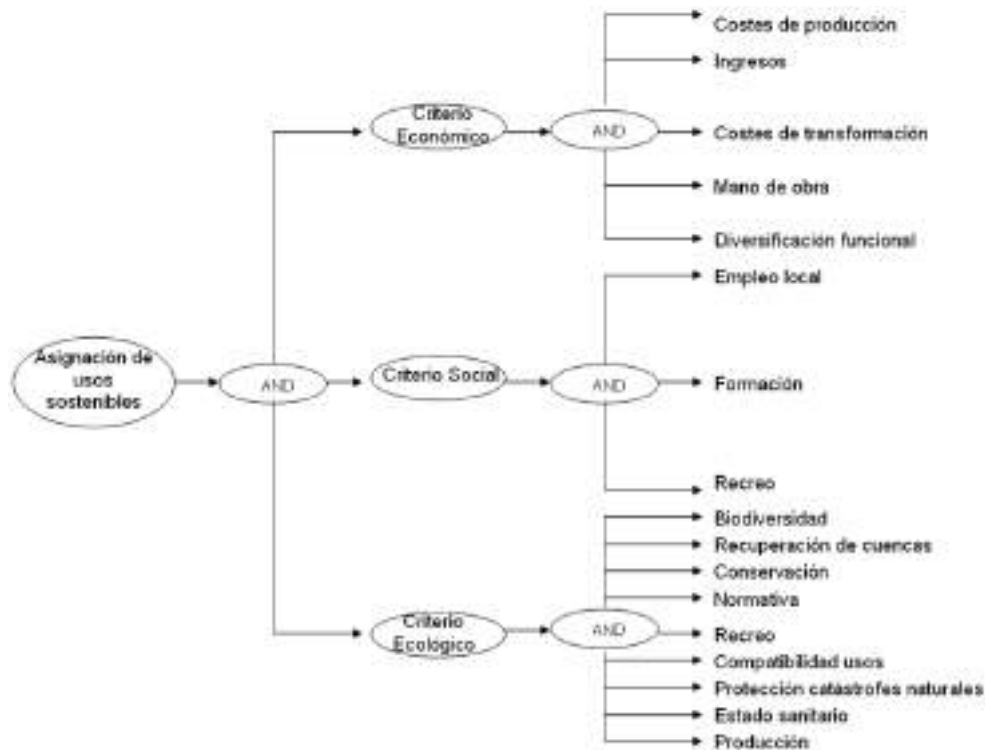


Figura 3. Estructuración jerárquica de objetivos para la asignación óptima de usos de suelo en el municipio de Huejotzingo, Puebla

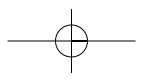
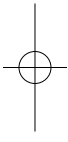
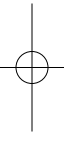
Conclusiones

La estructuración jerárquica de objetivos, según la metodología propuesta, permitió descomponer de una forma sencilla y clara los objetivos generales de optimización (económico, ecológico y social) en atributos medibles. La integración de la información de estos atributos describe las características del problema de optimización planteado y refleja características intrínsecas de la zona de aplicación, como es el caso de la definición de zonas de protección frente a catástrofes naturales, en este caso erupciones volcánicas.

Por otro lado, en los nodos del grafo se han definido las preferencias entre nodos y atributos. Para cada criterio se tienen que considerar todos los atributos simultáneamente y, a su vez, para la asignación de usos sostenibles todos los criterios.

Bibliografía

- (1) Comisión de las Comunidades Europeas (2002): *Comunicación de la Comisión al Consejo, el Parlamento Europeo, el Comité Económico y Social y el Comité de las Regiones. Hacia una estrategia temática para la protección del suelo*, Bruselas.
- (2) INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) y SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) (1997): *Estadísticas del medio ambiente México. Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente, 1995-1996*.
- (3) SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2003): *Informe de la situación del medio ambiente en México 2002. Compendio de estadísticas ambientales*, México.
- (4) SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) (1997): *Estadísticas del Medio Ambiente. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1995-1996*.
- (5) SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), SEDURBECOP (Secretaría de Desarrollo Urbano, Ecología y Obras Públicas), CUPREDER (Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regionales) y BUAP (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla) (2005): *Programa de ordenamiento ecológico y por riesgo eruptivo del territorio del Popocatepetl y su zona de influencia*. Puebla, Puebla.
- (6) Villa, J. (2005): *Marco conceptual y metodológico para el diseño de políticas públicas para el campo. El caso del Estado de Puebla*, Colegio de Postgraduados Campus Puebla y Colegio de Ingenieros Agrónomos de México A.C. Puebla, Puebla, México.
- (7) Salinas, E. (2004): *La geografía física y el ordenamiento territorial en Cuba*, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, Cuba. gaceta@ine.gob.mx.
- (8) Martín-Fernández, S., y García, A. A. (2005): *Optimisation of spatial allocation of forestry activities within a forest stand. Computers and electronics in agriculture*, Ed. Elsevier, vol. 49, pp. 159-174.
- (9) Luque, A. M. (2003): "La evaluación del medio para la práctica de actividades turístico-deportivas en la naturaleza", *Cuadernos Turísticos*, n.º 12.
- (10) Reynolds, K. M., et al. (2002): *EMDS: Knowledge-based Decision Support for Ecological Assessment*, <http://www.fsl.orst.edu/emds>, USDA Forest Service & PNW Research Station.



LA INTEGRACIÓN DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO: EL CASO DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA (ESPAÑA)

Ruiz Requena, R.

Técnico de Evaluación Ambiental - Gobierno de La Rioja
Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial
Dirección General de Política Territorial
Tel.: +34 941 29 11 00, ext. 4754 - Fax: +34 941 29 17 78
e-mail: larioja@org/politicaterritorial/index.htm

Resumen

La aprobación de la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre Evaluación de los Efectos de Determinados Planes y Programas en el Medio Ambiente (LEAPP) (1), además de incorporar al ordenamiento jurídico español la Directiva 2001/42/CE (2), vino a establecer, con carácter básico dentro del Estado español, el marco de actuación administrativo para integrar en los procedimientos de elaboración de planes/programas la variable ambiental. También conocida como Evaluación Ambiental Estratégica, en la normativa española el legislador optó finalmente por mantener la terminología empleada en el título de la Directiva europea. Quedó así definido el camino para que las Comunidades Autónomas pudiesen desarrollar actuaciones y normativas propias sobre la materia; algo que hasta la entrada en vigor de la LEAPP planteaba incertidumbres por la tardía transposición¹ de la citada Directiva.

¹ La Directiva 2001/42/CE, del Parlamento y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, establecía en su artículo 13 que antes del 21 de julio de 2004 los Estados miembros la incorporarían a su ordenamiento jurídico interno.

Así se entendió desde la Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno de La Rioja, que desde un primer momento optó tanto por integrar la evaluación ambiental en la legislación sectorial en materia de ordenación del territorio y urbanismo como por desarrollar aquellos aspectos que fueran precisos a través de normativa propia.

Palabras clave: Evaluación ambiental, planes generales municipales, informe de sostenibilidad ambiental, memoria ambiental, consultas, participación pública.

Abstract

The approval of the law relating to the assessment of the impacts of plans and programmes in the environment (Ley 9/2006, de 28 de abril) transposed to the Spanish legal frame the European Directive 2001/42/CE and allowed the definition of the administrative outline that comprises environmental issues in the planning and program elaboration. Also known by Strategic Environmental Planning, in the Spanish circumstances the legislator decided to keep the same title terms used in the European Directive. This law opened the leeway to the distinct Autonomous Communities to develop their own regional actions and regulations on the subject, something that was not possible before the approval of the law relating to the assessment of the impacts of plans and programmes in the environment due to the uncertainties caused by the late transposition of the European Directive.

At the Tourism, Environment and Territory Policy Branch of the Regional Govern of La Rioja it was understood from the beginning the need to integrate the environmental assessment in legislation relating to land use planning and urban planning and, at the same time, to develop those aspects that demand the need of specific regional regulation.

Keywords: Strategic environmental assessment, urban plans, environmental sustainability report, environmental report, consultations, public participation.

Introducción

El parlamento de La Rioja aprobó la Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja (LOTUR) (3), vigente desde el 4 de noviembre de 2006. Esta nueva normativa integraba el proceso de evaluación ambiental establecido por la Directiva 2001/42/CE; pues como se indica en su exposición de motivos: "... la principal novedad radica en la forma de atender al cumplimiento de la Directiva 2001/42/CE, de 27 de junio, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente...". Esta inclusión de la Directiva europea fue debida a que ambas leyes, LOTUR y LEAPP, se aprobaron casi simultáneamente, sin posibilidad de adaptación de aquella a esta última. No obstante, la necesaria adaptación terminológica y procedimental se llevó a cabo a través de la Ley de Medidas Fiscales y Administrativas para 2007 (4).

Aunque es posible encontrar en diversas partes del articulado actuaciones relacionadas con el trámite de evaluación ambiental, la LOTUR desarrolla un apartado específico, la Disposición Adicional Quinta: Evaluación Ambiental Estratégica del planeamiento territorial y urbanístico. Este apartado define qué instrumentos de ordenación del territorio y del planeamiento urbanístico deben someterse al proceso de evaluación ambiental.

Como precedente normativo, ya la Ley 5/2002, de 8 de octubre, de Protección del Medio Ambiente de La Rioja (5), establecía en su artículo 6, relativo al régimen de intervención administrativa, el sometimiento al procedimiento de evaluación de impacto ambiental de todos los planes y programas que la Directiva 2001/42/CE establecía.

Objetivos

La presente comunicación muestra de qué manera, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de La Rioja, se ha trabajado con el objetivo de integrar el proceso de evaluación ambiental que establece la LEAPP en la tramitación y aprobación de los instrumentos de ordenación del territorio y del planeamiento urbanístico.

En esta línea, ya la propia LEAPP, en su exposición de motivos, señala que *“... las comunidades autónomas, titulares de competencias como la ordenación del territorio y urbanismo, que implican una actividad planificadora, tendrán un papel relevante en el adecuado cumplimiento de la citada directiva y de su norma de transposición”*.

Se indicará tanto el desarrollo normativo autonómico aprobado hasta la fecha en relación a la materia, como el estado de la cuestión en el momento actual y las perspectivas de futuro. Para ello se utilizará como ejemplo representativo de plan el Plan General Municipal (PGM), por ser ésta la figura de planeamiento urbanístico más común y la que tiene un procedimiento sustantivo más elaborado.

Por otro lado, la LOTUR, además de definir claramente la obligatoriedad de sometimiento a evaluación ambiental de los PGMs y otras figuras de ordenación y planeamiento, establece los criterios orientativos a considerar para el sometimiento o no a dicho procedimiento. Para definir mejor éstos, el órgano ambiental de La Rioja aprobó un texto (8), también específico para el planeamiento urbanístico de desarrollo, en el que se aprueban los criterios para la determinación de la existencia de efectos significativos en el medio ambiente.

Resultados

En el proceso de evaluación ambiental que la LEAPP establece se hace mención especial en *“... asegurar que la evaluación ambiental siempre se realice durante el proceso de elaboración de los planes o programas y antes de la apro-*

bación". Es decir, que durante la elaboración y aprobación de un plan el procedimiento sustantivo y el ambiental se desarrollen parejos. De hecho, es también una de las preocupaciones que la LOTUR destaca en su exposición de motivos: *"Especial mención merece el esfuerzo consistente en integrar dentro del procedimiento de tramitación del planeamiento el correspondiente a la evaluación ambiental de planes y programas de forma que, coordinando las fases de uno y otro se eviten reiteraciones de fases procedimentales o dilaciones adicionales e innecesarias en un procedimiento que ya de por sí es suficientemente complejo."*

Para el caso de los PGMs esta situación se hace un tanto más compleja, si cabe, al ser el órgano sustantivo la Administración Local y el órgano administrativo encargado de su aprobación definitiva la Administración Autonómica. La misma LEAPP establece en su artículo 5.2 que *"En el caso de planes y programas cuya elaboración o aprobación corresponda a las entidades locales, las actuaciones previstas en esta ley corresponderán a la Administración que determine la legislación autonómica"*.

El proceso que a fecha de hoy se lleva a cabo en materia de evaluación ambiental de los PGMs es coparticipado con los Entes Locales de La Rioja. Éstos, como promotores de las actuaciones, son los encargados de elaborar tanto el documento de PGM como su Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA). La LOTUR prevé también la posibilidad de la redacción de un documento de Avance del PGM, pero, en todo caso, con carácter voluntario. Para ayudar a los equipos redactores en la elaboración del ISA el órgano ambiental de la CA de La Rioja aprobó, de conformidad con lo establecido en el artículo 9 de la LEAPP, un Documento de Referencia específico para los planes urbanísticos e instrumentos de ordenación del territorio (6). Éste viene a ampliar el contenido del Anexo I de la LEAPP para este tipo de planes y se consigue disminuir los plazos trámites del procedimiento, toda vez que el Documento de Referencia recoge todos los aspectos a tener en cuenta (amplitud, nivel de detalle y grado de especificación del ISA, así como los criterios ambientales estratégicos e indicadores de los objetivos ambientales y principios de sostenibilidad aplicables) y su formulación venía siendo idéntica para todos los PGMs hasta ese momento.

Una vez elaborados ambos documentos (PGM e ISA) y aprobados inicialmente por el Pleno municipal, se inicia el proceso de Consultas² de los mismos. Para ello se ponen a disposición del público en general (art. 10.1.a), LEAPP), tras publicación del correspondiente anuncio de exposición pública en el *Boletín Oficial de La Rioja (BOR)* y se consulta a las Administraciones públicas afectadas y al público interesado (art. 10.1.b), LEAPP). También en el ámbito territorial de la CA de La Rioja y para los planes objeto de la presente comunicación, el órgano ambiental de la misma llevó a cabo el proceso de identificar a las Administraciones públicas afectadas y al público interesado (art. 9, LEAPP); figurando éstos en

² Siempre y cuando una vez examinado el ISA no se decida lo contrario desde la DGPT por no ajustarse éste al contenido mínimo establecido por el Anexo I de la LEAPP o del Documento de Referencia.

el Anexo de la resolución de aprobación del Documento de Referencia citado anteriormente. El PGM y el ISA pueden ser consultados tanto en las dependencias municipales como en las de la Dirección General de Política Territorial (DGPT) y, desde finales del mes de abril de 2007, también a través de internet (7). Esta exposición pública se unifica para ambos procedimientos: el urbanístico y el ambiental. Estas consultas se llevan a cabo a través de la DGPT, aunque algunos ayuntamientos las realizan con sus propios medios. Sea como fuere, todos los informes y alegaciones recibidos son enviados al ayuntamiento para que los considere e incorpore al PGM. En el caso de que no se hayan producido modificaciones sustanciales en el Plan, se procede a la aprobación provisional de los documentos que lo integran y se remite para su aprobación definitiva a la Comisión de Ordenación del Territorio de La Rioja (COTUR).

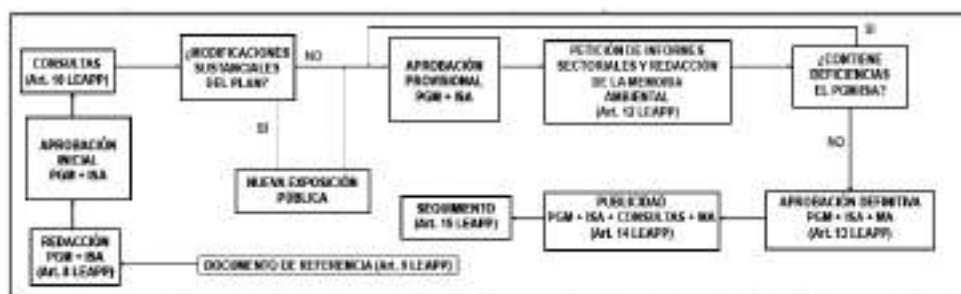


Figura 1. Esquema del procedimiento

Una vez el expediente es registrado en las dependencias autonómicas se continúa con la tramitación de los procedimientos urbanístico y ambiental. En este último caso, la siguiente actuación consiste en la elaboración de la Memoria Ambiental (MA). Ésta es redactada por el Servicio de Urbanismo de la DGPT, pues la propia LOTUR también establece que el órgano competente para realizar la MA es la DGPT; atendiendo así a lo que determina el artículo 12 de la LEAPP: "... será realizada en el ámbito de las Comunidades Autónomas, por el órgano u órganos que éstas determinen...". En ella se analizan (art. 12, EAPP) el proceso de evaluación, el ISA, se evalúa el resultado de las consultas realizadas y cómo se han tomado en consideración y se analiza la previsión de los impactos significativos de la aplicación del PGM, así como las determinaciones finales que deban incorporarse a la propuesta del plan. La aprobación definitiva del PGM no se producirá por parte del Pleno de la COTUR hasta que la MA no haya obtenido el acuerdo del órgano ambiental. Éste introduce previamente en la MA todas aquellas consideraciones que determine necesarias.

Como actuación final desde la DGPT, y una vez aprobados definitivamente todos los documento que componen el PGM (y el ISA se considera uno más), se procede a dar publicidad (art. 14, EAPP) del Plan. Para ello son publicados en el BOR los textos del PGM y de la MA.

Discusión

Las actuaciones referidas en los párrafos anteriores muestran el camino que desde la DGPT del Gobierno de La Rioja se han llevado a cabo para conseguir incorporar la evaluación ambiental a las actuaciones planificadores en materia de ordenación del territorio y planeamiento urbanístico. Entendemos que no es una tarea finalizada, sino que estamos ante un proceso adaptativo y dinámico; entendido como tal no sólo en lo referente a la definición de actuaciones necesarias a introducir en el proceso administrativo, sino también en cuanto a la búsqueda de las metodologías, consensos y colaboraciones necesarias para conseguir los objetivos que la LEAPP en su artículo primero cita, de "... *promover un desarrollo sostenible, conseguir un elevado nivel de protección del medio ambiente y contribuir a la integración de los aspectos ambientales en la preparación y adopción de planes y programas*".

Además, en relación con las actuaciones en colaboración con los ayuntamientos, se viene trabajando para, tal y como establece el artículo 5.3 de la LEAPP, ajustar las actuaciones con los Entes Locales, basándose en los principios de información mutua, cooperación y colaboración en materia de evaluación ambiental de los PGMs.

Estas actuaciones están dirigidas tanto a garantizar la difusión y puesta a disposición del público de la información ambiental como a facilitar la participación de los ciudadanos en los procedimientos para la toma de decisiones sobre asuntos ambientales y son, de hecho, acciones que vienen en buena medida impulsadas, tanto desde el ámbito europeo como del estatal, a través de normativa reciente como pueda ser la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (8).

Bibliografía

- (1) BOE, n.º 102, de 29 de abril de 2006.
- (2) DOCE L 197, de 21 de julio de 2001. Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de julio de 2001, relativa a la evaluación de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- (3) BOR, n.º 59, de 4 de mayo de 2006.
- (4) BOR, n.º 172, de 30 de diciembre de 2006. Ley 11/2006, de 27 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas para el año 2007.
- (5) BOR, n.º 124, de 12 de octubre de 2002.
- (6) BOR, n.º 169, de 23 de diciembre de 2006. Resolución n.º 866, de 18 de diciembre de 2006, del Director General de Calidad Ambiental, por la que se aprueba el Documento de Referencia para los Planes Urbanísticos e Instrumentos de Ordenación del Territorio de La Rioja. Corrección de errores BOR, n.º 6, de 11 de enero de 2007.
- (7) <http://www.larioja.org/politicaterritorial/index.htm>.
- (8) BOE, n.º 171, de 10 de julio de 2006.

EL PAPEL DE LAS ENTIDADES LOCALES EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Sobrini Sagaseta de Ilúrdoz, Í. M.¹, y Jiménez Rayado, A.²

^{1,2} ICMA - Ingenieros Consultores Medio Ambiente, S.L.
Dr. Ramón Castroviejo, 61 - 28035 Madrid - Tel.: 91 373 10 00 - Fax: 91 376 85 50
e-mail: isobrini@icma.es y ajimenez@icma.es

Resumen

La evaluación ambiental es un procedimiento administrativo que se aplica a aquellos planes, programas, proyectos y actividades recogidos en la diversa legislación nacional y autonómica que la regula. Todos ellos tienen un lugar, al fin y al cabo, en ámbitos territoriales concretos, en municipios concretos. Y, sin embargo, el papel de las entidades locales en este procedimiento se limita en la mayoría de los casos, a una participación al nivel del "público interesado", en terminología legal. Los Ayuntamientos son meros consultados en la fase previa, o alegantes en la fase de la información pública. En algunos casos se les solicita informe sobre alguna cuestión específica, durante el procedimiento. Pese a todo, las entidades locales son el nivel más en contacto con el ciudadano, dentro del complicado entramado administrativo oficial que disfrutamos o padecemos, según el caso. Tan sólo en algunas comunidades autónomas (por ejemplo Madrid) se ha reservado un papel de órgano ambiental competente a las entidades locales, y solo para proyectos y actividades por lo general de escasa envergadura, cuya significación ambiental no merece un procedimiento de evaluación de impacto, propiamente dicho.

Palabras clave: Evaluación ambiental de actividades, EAA, EIA, administración local.

Abstract

The Environmental Impact Assessment (EIA) applies to those plans, programs, projects and activities contained in the diverse Spanish national and autonomic legislation which manage them. These projects and activities are settled in a particular place, in a particular city or town. However, the role of local administrations in EIA is almost limited to a simple participation as "interested public", in legal terminology. The town halls are consulted in the previous stage, usually as invoker in public information. In some cases, they must report during this stage. However, the local authorities have the more contact with citizen, among the public Administration. Just a few Spanish regions (Madrid for instance) have reserved to these local entities the role as an important environmental decision-maker, mainly regarding to those projects and activities whose environmental significance is not enough to deserve an EIA.

Key words: Environmental assessment of activities, EIA, Local Administration

Introducción

La Ley 2/2002, del 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid, regula la Evaluación Ambiental de Actividades (EAA). Este procedimiento sustituye al que la anterior normativa (Ley 10/1991) denominaba Calificación Ambiental. Presenta la particularidad de atribuir las competencias de su resolución a las Administraciones locales, bien por si mismas, o bien mediante un órgano mancomunado o consorciado.

Esta descentralización de competencias supone un ahorro de tiempo en el complejo proceso de evaluación ambiental, si bien es cierto que las actividades que se someten a este procedimiento son sólo aquellas con una escasa repercusión sobre el entorno. La EAA significa un mayor control sobre las mismas, en el ámbito local, aquel con mayor detalle de conocimiento, por tratarse de su entorno más próximo.

Procedimiento de evaluación ambiental de actividades

Las actividades sometidas a procedimiento de evaluación ambiental bajo el control de administraciones locales en la Comunidad de Madrid se recogen en el Anexo Quinto de la Ley 2/2002. Las competencias pueden ser transferidas a órganos mancomunados, consorciados u otras asociaciones de conformidad con lo establecido en la legislación local y debidamente comunicado al órgano ambiental de la Comunidad de Madrid.

Este procedimiento se inicia con la *presentación de la solicitud de autorización o licencia junto con el proyecto técnico* en el Ayuntamiento correspondiente (donde se va a desarrollar la actividad). Al mismo tiempo, el promotor o propietario de la actividad debe recabar los informes ambientales preceptivos de otras

administraciones públicas. El proyecto técnico de la actividad debe incluir una Memoria Ambiental, que contenga al menos:

- Localización y descripción de las instalaciones, materia primas utilizadas, procesos productivos, cantidad de agua necesaria para la actividad, energía consumida y los productos y subproductos utilizados.
- Composición de las emisiones gaseosas, una caracterización y estimación de la cantidad y destino de los vertidos y residuos fruto de la actividad, así como los niveles de ruido y vibraciones emitidas y las medidas correctoras a adoptar para prevenir y reducir estos factores.
- Descripción del estado preoperacional y la evolución previsible de las condiciones ambientales durante toda la fase de funcionamiento, cese y desmantelamiento de las infraestructuras propias de la actividad, junto a las técnicas de restauración y programa de seguimiento del área afectada.
- Determinaciones del planeamiento urbanístico vigente en el ámbito de implantación haciendo referencia a los usos permitidos y prohibidos y las condiciones de uso que pudieran relacionarse con la actividad.

Tras la presentación de la solicitud de licencia, la siguiente fase es someter a información pública el proyecto técnico con la memoria ambiental, durante un período de tiempo que en la Comunidad de Madrid se reduce a veinte días.

Si el órgano competente estima que el Informe de Evaluación Ambiental de la actividad debe ser desfavorable, o bien se deben imponer una serie de medidas correctoras no reflejadas en el proyecto inicial, se remite el borrador de Informe al promotor, a fin de que en un plazo de diez días pueda formular las alegaciones que estime oportunas.

El plazo máximo en el que el Ayuntamiento ha de emitir y hacer público el Informe de EAA es de cinco meses, desde la presentación del proyecto (el silencio administrativo se considera negativo). La resolución determinará las condiciones bajo las cuales puede iniciarse la actividad, sin perjuicio de las demás licencias y autorizaciones administraciones que puedan ser necesarias. En todo caso, el Informe de EAA favorable será indispensable para la concesión de cualquier licencia municipal, siendo el contenido de dicho informe vinculante para tales licencias. Una vez tramitada la licencia el promotor se compromete a cumplir todo lo reflejado en el proyecto técnico más las exigencias del Informe de EAA. De nuevo se reserva a los municipios la competencia para realizar las inspecciones y comprobaciones que estime oportunas, además de poder solicitar la asistencia del órgano ambiental autonómico si dichas inspecciones se consideran de muy difícil o imposible ejecución para los recursos locales.

La práctica de la Evaluación Ambiental de Actividades

ICMA (Ingenieros Consultores Medio Ambiente, S.L.) colabora en los últimos años con ayuntamientos de la Comunidad de Madrid en el estudio y pre-

paración de informes de proyectos y actividades sometidos a este procedimiento de evaluación ambiental. Esta colaboración consiste en la realización de estudios pormenorizados de los proyectos y actividades que se presentan a licencia, sometidas a EAA, revisando cada uno de los aspectos ambientales que pueden ser afectadas por su puesta en funcionamiento y las medidas correctoras que se proponen, dentro del marco legal delimitado por la normativa vigente.

La adecuación a la normativa y ante todo el respeto hacia las condiciones del entorno que se pretenden conservar o mejorar, de acuerdo a las políticas municipales, es fundamental a la hora de que la EAA sea favorable.

Tras un análisis previo de la actividad y de la normativa de aplicación a cada caso, se realiza una visita por personal técnico al entorno en el que se va a ubicar dicha actividad. Con la información recopilada se elabora un informe, que sirve de base para que los servicios municipales emitan el Informe de Evaluación Ambiental, que supone la resolución final para la actividad en cuestión, y que recopila los aspectos ambientales potencialmente afectados por la actividad y los condicionantes ambientales bajo los cuales ha de desarrollarse la actividad en el caso de que se determine favorablemente.

Conclusiones

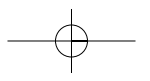
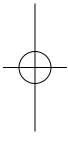
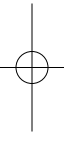
De nuestra experiencia adquirida en los diferentes tipos de EIA podemos concluir que la EAA es una herramienta muy válida para el desarrollo local con criterios de sostenibilidad, más cercana y entendible para el ciudadano de a pie, ya que se agilizan notablemente los procedimientos y posibilita una mayor facilidad para los administrados.

Sin duda se trata de una evaluación "menor", aplicada a actividades de menor incidencia *a priori*, de más simplicidad procedimental y de contenido. Pero en todo caso y por encima de todo, esta técnica de evaluación cumple los requerimientos comunitarios básicos, y permite además su control por instancias superiores. En comparación con el largo proceso de EIA ordinario, la resolución de una EAA apenas supera los cuatro meses, en función de la operatividad del municipio.

Es muy recomendable que en aquellos proyectos o actividades cuya incidencia sea sólo local, sea la administración local la que tenga competencia para decidir sobre su viabilidad ambiental, llevando a cabo un mayor control y vigilancia ambiental de las actividades que van a afectar a su territorio. Bajo esta premisa, la EAA resulta una herramienta útil, siempre mejorable, que pretende fomentar un desarrollo local sostenible, alejado de la imagen de desarrollo agresivo, especulativo y regido por intereses políticos de estas administraciones en las últimas décadas. Y si no es así, los ciudadanos tienen la posibilidad cada cuatro años de cambiar a los gestores municipales que deciden sobre aquellos proyectos que les son más próximos.

Bibliografía

- Granados, E. C. (1997): *Gestión integral del medioambiente en la administración local*, Centro de Estudios Municipales y Cooperación Internacional, Granada.
- (2003): *Conclusiones de las I jornadas sobre la Evaluación de Impacto Ambiental en la Administración*, Consellería de Medio Ambiente, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- Lorca, M. P., y Sobrini Sagaseta de Ilúrdoz, I. (1997): *Avances en evaluación de impacto ambiental y ecoauditoría*, Ed. Trotta, Serie medio ambiente, Madrid.
- Alonso Gómez, L. M., y Pardo, J. E. (1996): *Derecho del medioambiente y administración local*, Ed. Civitas, Madrid.
- Pardo, J. E. (2006): *Derecho del medio ambiente y administración local*, Fundación Democracia y Gobierno Local, Barcelona.
- Ley 2/2002, del 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid.



BLOQUE V

GOBERNANZA, PARTICIPACIÓN PÚBLICA

PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: SABER HABLAR Y SABER ESCUCHAR

Iglesias Merchán, C.

Departamento de Medio Ambiente, AEPO Ingenieros Consultores, Grupo Acciona
Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental
Tel.: 91 378 96 60 - Fax: 91 323 26 44
e-mail: ciglesias@aepo.es

Resumen

El modelo español de Evaluación de Impacto Ambiental de actividades y proyectos contempla dos fases trascendentales de participación pública, para permitir y lograr involucrar al público en la toma de decisiones.

Sin embargo, se advierte una sensación generalizada de escasa implantación y desarrollo de una verdadera cultura de participación pública.

En este trabajo se trata de aportar una dosis de optimismo, invitar a la participación pública y al uso de las herramientas que la legislación ofrece. Para ello se presentan dos casos reales, un tramo de alta velocidad ferroviaria entre Valladolid y Burgos, promovida por la administración del Estado, y el de un tramo de autovía en Toledo, promovida por una administración regional.

En ambos casos, pese a la escasa participación del público en general, se introdujeron modificaciones a los trazados inicialmente planteados, como consecuencia de la consideración de alegaciones e informes. En el primer caso derivados de la fase de consultas previas, y en el segundo caso como resultado del proceso de información pública.

Palabras clave: Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), información pública, participación pública, Estudio de Impacto Ambiental (EslA).

Abstract

The Spanish model for activities and projects Environmental Impact Assessment contemplates two transcendental public participation phases to allow and obtain the public's participation on the decisions making.

Nevertheless it is noticed a limited level of development and implementation of a true public participation culture.

This paper tries to give an optimism dose, an invitation to public participation, using the tools offered by The Law.

Two real cases are presented, a high speed rail line developed by the State Administration, located between Valladolid and Burgos, and a highway located in Toledo and developed by a Regional Administration.

In both cases, despite the low public participation rates, there were introduced very important modifications on the initial projects, because of the scoping phase, in the first case, and the public information process in the second case.

Keywords: Environmental Impact Assessment (EIA), public participation, environmental impact study.

Introducción

El modelo español de Evaluación de Impacto Ambiental de actividades y proyectos contempla dos fases trascendentales de participación pública para permitir y lograr involucrar al público en la toma de decisiones (figura 1).



Fuente: J. E. Malo (basado en Morgan, 2001)

Figura 1. Modelo español de EIA

Existe una serie de aspectos sobre la participación pública en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental que, repetidamente, son recogidos en las conclusiones de diversos congresos y conferencias y se califican como deficientes o mejorables, tanto en su funcionamiento como en sus resultados. Lo que origina dificultades para la implantación y desarrollo de una verdadera cultura de participación pública (2 y 3).

Objetivos

El objetivo de esta comunicación es aportar una dosis de optimismo, invitar a la participación pública y al uso de las herramientas que la Legislación ofrece. Para ello se ha optado por divulgar las particularidades más destacables de dos casos reales y recientes de grandes infraestructuras de transporte.

El primero de los casos trata de un tramo de alta velocidad ferroviaria de aproximadamente 100 km de longitud que discurre entre las ciudades de Valladolid y Burgos, promovida por la Administración del Estado a través del Ministerio de Fomento. El segundo caso es el del estudio informativo de un tramo de autovía de unos 60 km de longitud en la provincia de Toledo, promovida por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, a través de la Consejería de Obras Públicas.

En ambos casos, pese a la escasa participación del público en general, se introdujeron modificaciones a los trazados inicialmente planteados, como consecuencia de la consideración de alegaciones e informes. En el primer caso derivados de la fase de consultas previas, y en el segundo caso como resultado del proceso de información pública.

Discusión

CASO 1: Corredor Norte-Noroeste de Alta Velocidad

El Corredor Norte-Noroeste de Alta Velocidad se encuentra incluido dentro del Plan de Infraestructuras 2000-2007 del Ministerio de Fomento.

A su vez, la construcción de líneas de ferrocarril para tráfico de largo recorrido se encuentra entre los supuestos incluidos en el Anejo I del Real Decreto-Ley 9/2000, de modificación del Real Decreto 1302/86, de Evaluación de Impacto Ambiental (4), de aplicación en noviembre del año 2000, momento en que se elaboró la Memoria Resumen.

Por tanto, en este caso, el promotor y órgano sustantivo era la Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento y el órgano ambiental la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, posteriormente la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático, del Ministerio de Medio Ambiente.

Inicialmente, la Memoria Resumen se refería al tramo Valladolid-Palencia-Burgos, y de los 74 organismos e instituciones consultadas, aproximadamente un tercio respondieron a las Consultas Previas. De esta fase merece la pena destacar el alto grado de participación registrado por parte de los organismos regionales, en este caso los de la Junta de Castilla y León, pues respondieron un 70% de los organismos autonómicos consultados.

En esta fase de enfoque temprano de los principales condicionantes ambientales se desveló la importancia de algunos de ellos, como la presencia de una colonia estable de martinete (*Nycticorax nycticorax*) en las riberas del río Pisuega, graves condicionantes hidrogeológicos a lo largo de todo ámbito de estudio, la petición del Ayuntamiento de Venta de Baños para que la línea de alta velocidad pasase por esta localidad, las inquietudes de varios municipios ante la posible afección a sus desarrollos urbanísticos, la existencia de numerosas vías pecuarias, enclaves de relevancia ambiental como el paraje de los Cortados de Cabezón, etc.

Tras una primera fase del estudio informativo en la que se compararon nueve alternativas de trazado, en el tramo Valladolid-Palencia-Burgos, el Ministerio de Fomento abordó una segunda fase en la que dividió este tramo en dos nuevos estudios informativos: el correspondiente al tramo Valladolid-Burgos y el del tramo Venta de Baños-Palencia.

De esta manera se sometieron a información pública dos estudios informativos distintos, pero estrechamente relacionados, pues las alternativas de uno estaban unívocamente relacionadas con las del otro.

Tras los correspondientes períodos de información pública se presentaron 350 alegaciones en el caso del tramo Valladolid-Burgos, sobre una población total aproximada de 21.000 habitantes de los municipios afectados. En el tramo Venta de Baños-Palencia se presentaron 24 alegaciones y los municipios afectados sumaban aproximadamente 10.000 habitantes. Lo más destacable de esta fase es que se descubrieron varias afecciones sobre elementos del medio socioeconómico no identificadas previamente.

Posteriormente, en el verano del año 2005, el Ministerio de Medio Ambiente solicitó al promotor un nuevo estudio de afecciones sobre Red Natura 2000, entre otros motivos por las notables modificaciones que se habían introducido en el diseño de esta red de espacios naturales protegidos en el ámbito de Castilla y León desde el año 2000. Además, dicho estudio de afecciones debía analizar conjuntamente las alternativas completas de los dos estudios informativos, el del tramo Valladolid-Burgos y el del tramo Venta de Baños-Palencia. A la vez, el Ministerio de Medio Ambiente solicitó un informe paralelo a la Junta de Castilla y León sobre la afección a sus espacios naturales protegidos.

Finalmente, el órgano ambiental hizo pública la Declaración de Impacto Ambiental (5), única para los dos estudios informativos, considerando ambientalmente viables las alternativas que en ellos se recomendaron, tras haber incluido numerosas modificaciones en el número de alternativas y en sus trazados a lo largo de todo el procedimiento.

Por último, se publicó la aprobación definitiva de los dos estudios informativos (6), si bien en estas Resoluciones se recogió la necesidad de añadir una serie

de modificaciones en el trazado de las alternativas seleccionadas, para minimizar o evitar algunas de las afecciones desveladas durante la fase de información pública.

CASO 2: Autovía de Los Viñedos (tramo Toledo-Consuegra)

La Autovía de Los Viñedos se encontraba incluida en el Plan de Proyectos 2000 de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha sobre su red de carreteras, siendo su promotor (y órgano sustantivo) la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Esta actuación debía ser sometida al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, como indica el punto 10 del anejo 1 de la Ley 5/1999 de Evaluación de Impacto Ambiental (7) de Castilla-La Mancha, siendo el órgano ambiental la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.

El procedimiento de evaluación de impacto ambiental se inició en febrero del año 2001, con la recepción de la Memoria Resumen en la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.

La Autovía de Los Viñedos quedó dividida para su fase de estudio informativo en dos tramos: Toledo-Consuegra y Consuegra-Tomelloso.

El Estudio Informativo del tramo Toledo-Consuegra, a su vez, se tramificó en tres subtramos, discurriendo el primero de ellos entre Toledo y Almonacid de Toledo.

En las Consultas Previas quedó manifiestamente claro, por parte de la mayoría de los consultados, la predilección por una opción que consistía en duplicar una carretera autonómica que ya existía, la carretera CM-400.

En el subtramo I (Toledo-Almonacid de Toledo) se plantearon tres alternativas de trazado, y la opción de duplicar la carretera CM-400 coincidía con la Alternativa Centro. En el estudio de impacto ambiental se desarrolló una metodología semi-cuantitativa, y los resultados finales no revelaron grandes diferencias entre las tres alternativas de este subtramo desde el punto de vista ambiental. Todas ellas obtuvieron la misma valoración cuantitativa y cualitativa, su impacto se consideró compatible-moderado.

Sin embargo, el análisis multicriterio, en el que, además de los aspectos ambientales, se tenían en cuenta los aspectos funcionales de los distintos trazados y los económicos de cada alternativa, reveló la superioridad de la Alternativa Centro sobre las otras dos. Por lo que se proponía la Alternativa Centro como la idónea para desarrollarla a nivel de proyecto.

Tras el período de información pública tan sólo se recibieron 18 alegaciones, de las que 12 correspondían a particulares. Pese a la escasa participación, el proceso de información pública reveló una clara oposición por la alternativa recomendada en el Estudio Informativo. Quedó de manifiesto la oposición de los particulares a la Alternativa Centro y la preferencia de las entidades locales por la Alternativa Oeste.

El Órgano Ambiental reflejó dichas circunstancias en la Declaración de Impacto Ambiental (8) al recomendar, desde el punto de vista ambiental, una alternativa distinta de la recomendada por el Estudio Informativo.

Tras una serie de reconsideraciones, el promotor (y órgano sustantivo) se mostró receptivo a los cambios y, tras analizar los datos y alternativas estudiadas, finalmente aprobó la alternativa con menos rechazo social que cumplía los objetivos, la Alternativa Oeste (9).

Conclusión

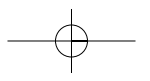
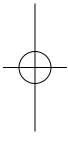
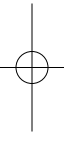
La eficiencia de la Evaluación de Impacto Ambiental como herramienta para invitar a la participación pública indudablemente depende de la profesionalidad de todos los que participan en un procedimiento de esta complejidad. Sin embargo, en gran medida está condicionada por la voluntad y transparencia de los promotores y órganos sustantivos.

Se considera importante reconocer y divulgar los casos de buena práctica, aunque sea una obligación de quienes participan en ellos, porque contribuyen a mejorar y, sobre todo, a fortalecer las herramientas que la legislación ofrece.

Bibliografía

- (1) <http://www.uam.es/departamentos/ciencias/ecologia/asignaturas/EIA/La%20evolucion%20del%20Impacto%20Ambiental.pdf>.
- (2) <http://www.mma.es/secciones/agenda/pdf/conclusionescnea.pdf>.
- (3) http://medioambiente.xunta.es/pdf/autorizacionIntegrada/conclusions_traducidas.pdf.
- (4) BOE (2000): Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de octubre, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental. BOE, n.º 241, de 7-10-00.
- (5) BOE (2006): Resolución de 14 de julio de 2006, de la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático, por la que se formula declaración de impacto ambiental sobre la evaluación del estudio informativo del proyecto "Corredor Norte-Noroeste de alta velocidad, tramos: Valladolid-Burgos y Venta de Baños-Palencia", promovido por la Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento. BOE, n.º 185, de 04-08-06.
- (6) BOE (2006): Resolución de la Secretaría de Estado de Infraestructura y Planificación por la que se aprueba el expediente de información oficial y pública del estudio informativo del "Corredor Norte-Noroeste de alta velocidad. Tramo Valladolid-Burgos". Resolución de la Secretaría de Estado de Infraestructura y Planificación por la que se aprueba el expediente de información oficial y pública del estudio informativo del "Corredor Norte-Noroeste de alta velocidad. Tramo Venta de Baños-Palencia". BOE, n.º 253, de 23-10-06.
- (7) DOCM (1999): Ley 5/99, de 8 de abril, de Evaluación del Impacto Ambiental. DOCM, n.º 26, de 30-4-99.

- (8) *DOCM* (2002): Resolución de 12-04-2002, de la Dirección General de Calidad Ambiental, sobre la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto denominado: Autovía CM-400. Tramo: Toledo-Consuegra, cuyo promotor es la Dirección General de Carreteras y Transportes de la Consejería de Obras Públicas de Castilla-La Mancha. *DOCM*, n.º 65, de 27-05-02.
- (9) *DOCM* (2002): Resolución de 21-06-2002, de la Consejería de Obras Públicas, por la que se aprueba el estudio informativo de la autovía CM-400 de Toledo a Tomelloso, Autovía de Los Viñedos. Tramo: Toledo-Consuegra, expediente: CV-SP-01-080. *DOCM*, n.º 83, de 08-07-02.



EL MODELO ESPAÑOL DE PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: EL LARGO CAMINO HACIA AARHUS

Martínez Orozco, J. M.

Departamento Ingeniería Civil - Universidad Europea de Madrid
Tajo, s/n. - 28670 Villaviciosa de Odón (Madrid)
Tel.: 91 211 56 21 - Fax: 91 616 82 65
e-mail: jmiguel.martinez@uem.es

Resumen

El Convenio de Naciones Unidas sobre "Acceso a la Información, Participación Pública en la Toma de Decisiones y Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales", adoptada en 1998 en la ciudad danesa de Aarhus y firmado, entre otros, por la Unión Europea y por España, introduce diversas novedades en el ámbito de la participación pública que afectan a los mecanismos que operan en la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en España. La aplicación del Convenio se concreta en España finalmente en la Ley 27/2006, marco jurídico de desarrollo que resuelve al tiempo algunas de las deficiencias del actual procedimiento. En el presente trabajo se discute la pertinencia de las disposiciones que, en relación con la modificación del proceso de EIA, recoge el nuevo texto, valorando su alcance y complementando dicha valoración con la exposición de ejemplos que describen la práctica en otros países, más acordes con los requerimientos del Convenio.

Palabras clave: Convención de Aarhus, EIA, España, participación pública.

Abstract

The UN Convention on "Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters" (adopted in 1998 in the Danish city of Aarhus, and signed by the European Union and Spain) introdu-

ces a wide range of new provisions affecting public consultation and participation procedures in the Spanish EIA system. The Convention has been implemented in Spain through the Law 27/2006. This law tries new approach to solve current deficiencies in public participation in EIA. In this study, an evaluation of the extent of these new provisions is undertaken. This evaluation is complemented with a description of certain case-studies on public participation mechanisms undertaken in other industrialized countries which are in accordance with the Aarhus Convention framework.

Keywords: Aarhus Convention, EIA, Public Participation, Spain

Introducción y objetivos

El Convenio de Naciones Unidas sobre "Acceso a la Información, Participación Pública en la Toma de Decisiones y Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales", adoptado en 1998 en la ciudad danesa de Aarhus, es un texto que vincula los derechos humanos con los derechos ambientales, centrándose en las interacciones que han de producirse entre el público y las autoridades en un contexto democrático (1). El texto del Convenio se desarrolla en torno a tres ejes básicos: (i) acceso a la información ambiental, fundamentado en la premisa de que cualquier ciudadano tiene el derecho a conocer el estado, políticas y medidas sobre medio ambiente; (ii) participación pública, facilitando mecanismos para que el público pueda incorporarse a los procesos de decisión que afecten al medio ambiente, y (iii) acceso a la justicia, garantizando el derecho a recurrir a la justicia en caso de vulneración de la ley.

En 2003, la Unión Europea adoptó dos Directivas relativas a los dos primeros pilares del Convenio (Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE, sobre acceso a la información y participación pública, respectivamente). España, firmante desde 1998 del acuerdo, legisla finalmente mediante la Ley 27/2006, "por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente". Sin duda, las novedades más relevantes del texto del Convenio, en relación con su aplicación a la EIA en España, son las referidas a la participación pública. Entre ellas: (i) la obligación de las administraciones de facilitar cauces para una activa participación pública en los procesos de decisión de las actuaciones, (ii) la disposición de plazos e información sobre el proyecto y la decisión a adoptar en forma adecuada para el público, utilizando distintos mecanismos para ello, (iii) la obligación de facilitar suficientes oportunidades para que el público pueda emitir comentarios y opiniones, y que los mismos sean considerados en la decisión, y (iv) la obligación de informar al público de la decisión adoptada y su justificación y de la consideración de los resultados del proceso de participación en dicha decisión.

En el presente trabajo se discute la pertinencia de las disposiciones que, en relación con el proceso de EIA, recoge la Ley 27/2006, valorando su alcance real y exponiendo ejemplos de experiencias de gestión de los procedimientos de participación pública en otros países industrializados, caracterizados por la afinidad respecto de las determinaciones de Aarhus.

Los cambios de la Ley 27/2006

El modelo español de comunicación y participación pública ha sido cuestionado con frecuencia por su escasa transparencia, la inaccesibilidad de la información, los plazos inadecuados o las dificultades para incorporar a los distintos sectores afectados (2). Los procedimientos previstos en la legislación española se encuentran, de hecho, entre los de menor desarrollo no sólo en la UE (3), sino incluso en el mundo desarrollado (4). La nueva Ley pretende resolver algunas de estas deficiencias, mediante lo siguiente:

- Consagra las etapas de alcance de la evaluación ("scoping") y de revisión del EsIA (información pública) como los momentos para la participación pública.
- Modifica la duración de estas etapas, estableciendo un período de tres meses durante el "scoping" y de al menos un mes en la información pública.
- Los medios de convocatoria y las modalidades de participación, durante la información pública, serán establecidas por el órgano sustantivo. No introduce cambios sustanciales en el formato del "scoping" en relación con la participación del público.
- Respecto de la información disponible: en el "scoping" será el "documento inicial", sustituto de la "memoria resumen"; en la información pública se expondrán el EsIA y el proyecto, y se identificará al órgano competente y a aquellos con información relevante o en los que presentar observaciones, alegaciones y consultas, así como la naturaleza de las decisiones a adoptar.
- Finalmente, en relación con la influencia del público en la decisión, señala que "deberán tomarse en consideración por el promotor en su proyecto, así como por el órgano sustantivo en la autorización".

Pese a las mejoras que introduce la Ley en el acceso a la información ambiental (reguladas en el Título II), éstas se ciñen básicamente a la disponibilidad del EsIA. Por el contrario, no recoge medidas para mejorar la transparencia del conjunto del proceso, más allá de la disposición de información durante los períodos de "scoping" e información pública. En contraste con la práctica en otros países de nuestro entorno, la norma insiste en el papel "pasivo" del promotor a lo largo del procedimiento, limitándolo a una función de mero "facilitador" de información. No introduce medida alguna para fomentar mayores niveles de participación, ni incorpora elementos para controlar la representatividad de los sectores del público. Pero, sin duda, es la absoluta imprecisión de la norma en relación con las posibles modalidades de anuncio y participación, cuya definición queda en manos de la administración sustantiva, la que puede resultar más determinante en la aplicación de la norma.

El camino hacia Aarhus: otros modelos de participación pública

Lo que se expone a continuación son tres ejemplos que revelan otras formas de incorporar al público a los procesos de decisión, en línea con las demandas recogidas en el texto de Aarhus. Se ha optado para ello por un proyecto tipo, las grandes presas, que debido a su envergadura y controversia suelen requerir complejos mecanismos de participación. Los ejemplos elegidos, procedentes de Francia, Canadá y Estados Unidos se describen brevemente a continuación:

a) El principio de “democracia de proximidad”: La presa de Charlas (Francia)

El principio de participación pública aplicado a la presa de Charlas (Alta Garona francesa) es consecuencia de la Ley de Protección Ambiental de 1995 (posteriormente reforzada por la Ley de “Democracia de Proximidad” de 2002). La Ley regula la participación pública en la elaboración de los proyectos, estableciendo la posibilidad de celebrar “debates públicos”. El proceso es controlado por la Comisión Nacional de Debate Público (CNDP), autoridad administrativa independiente encargada de velar por el respeto a la participación del público en la elaboración de los proyectos, las condiciones y calidad de la información aportada por el promotor y, en su caso, la búsqueda de soluciones de concertación con el público. Habitualmente la CNDP confía estas tareas a una comisión creada *ad hoc* para cada proyecto, conocida como Comisión Particular de Debate Público (CPDP).

En el caso de Charlas (figura 1), la asociación “France Nature Environnement” solicita a la CNDP, en 1997, la realización de un debate público. Tras un largo período sin avances significativos, la CNDP solicita al promotor la celebración del debate, y se designa la Comisión Particular, compuesta por siete miembros más el presidente. El debate se concretó finalmente en una serie de 10 reuniones públicas en los seis departamentos franceses afectados. A los mismos asistieron un total de 4.214 participantes. La organización del debate exige dotarse de una amplia relación de medios, entre los que destacan (5) (figura 1):

- Los trabajos preparatorios para fomentar la participación (conferencias de prensa, artículos de prensa, anuncios en medios locales, foros, seminarios sobre el agua, etc.).
- La confección de un “Dossier du debat”, base del debate, remitido a 3.200 destinatarios.
- La diversificación de medios informativos: sitio web (media 1.000 visitas/mes), difusión de 4 números de un “Boletín del debate” con la actualidad de las reuniones y de una “Carpeta de debate” que extracta lo más relevante del proceso (difusión de 10.000 ejemplares).

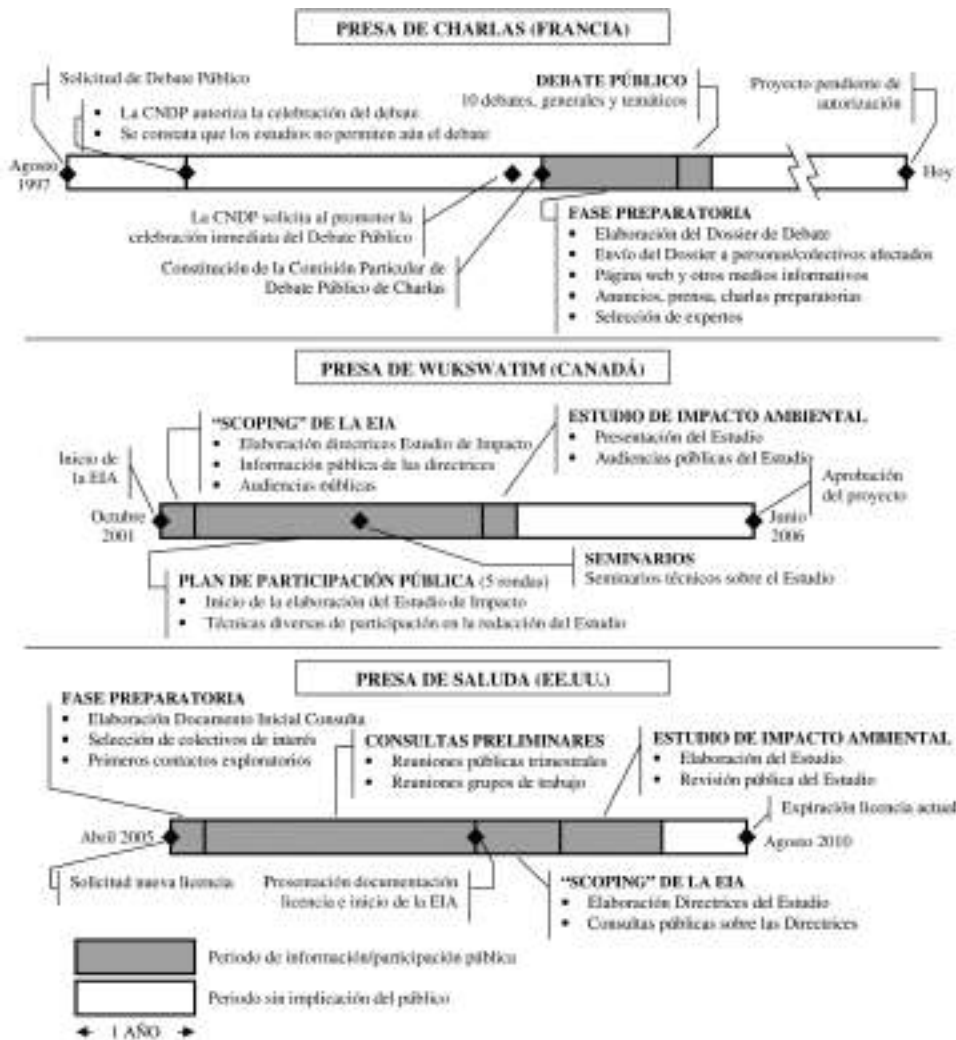


Figura 1. Desarrollo del proceso de información y participación pública en los tres casos internacionales estudiados

- Y, finalmente, con el propósito de conducir las reuniones, consensuar contenidos y dotarlos de credibilidad, la CPDP incorporó a 29 expertos y personalidades cualificadas en diferentes ámbitos profesionales (institutos de investigación, universidades, etc.).

El conjunto del debate público perseguía estimular a los participantes para que se posicionaran respecto al proyecto y profundizaran en tres cuestiones básicas: ¿por qué el proyecto y por qué en Charlas?, ¿cómo es el proyecto?, ¿qué conse-

cuencias tiene? A fecha de hoy, el promotor continúa en el proceso de reunir la necesaria información para dar respuestas a algunas de las cuestiones suscitadas en el debate.

b) La tradición anglosajona de participación: La presa de Wukswatim (Canadá)

En el modelo canadiense los mecanismos de participación pública se vinculan a la EIA del proyecto, siendo preceptivo anticipar todo lo posible la consulta y garantizar la participación en toda la EIA. En el caso de Wukswatim, la dinámica fue la siguiente (figura 1):

- Una primera consulta sobre las "Directrices para la elaboración del EsIA", controlada por la "Manitoba Clean Environment Commission", que dispuso las Directrices en un Registro Público para facilitar el acceso, insertando al tiempo anuncios en la prensa local solicitando comentarios (plazo 90 días). Posteriormente se realizaron cuatro reuniones públicas en la provincia. El resultado son unos "Términos de Referencia" del EsIA.
- Un plan de participación pública ("Proponent's Public Involvement Program"), desarrollado por el promotor (6), con el que acceder a los distintos segmentos del público mediante oportunidades suficientes para recibir la información y recabar su opinión. El plan se desarrolló en cinco rondas durante un período de dos años, aplicándose diversas técnicas de información y participación (reuniones con representantes públicos y afectados, cartas, sitios web, boletines, foro para las ONGs, jornadas de puertas abiertas).
- Un programa de consulta, complementario al anterior, diseñado específicamente para la Federación Métis de Manitoba, grupo étnico local que resulta especialmente desfavorecido por el proyecto. El promotor financió a dicha federación para que elaborara un informe sobre los posibles efectos en esta población.
- Dos seminarios técnicos sobre el EsIA, en los que se discutió el contenido del estudio y se plantearon cuestiones sobre las alternativas del proyecto.
- Un período posterior de audiencias públicas, de nuevo sobre la base del EsIA, organizado por la "Manitoba Clean Environment Commission", en el que se discute la necesidad del proyecto y las posibles alternativas, así como sus efectos ambientales, socioeconómicos y culturales. Se celebraron 32 días de audiencias públicas en tres localidades distintas.

Complementariamente el promotor solicitó a un centro de investigación (Instituto Pembina, organización de independencia reconocida por las partes), la elaboración de un informe sobre algunas alteraciones y una comparación con otras posibles opciones para la actuación.

c) Control público en la explotación del proyecto: la presa de Saluda (Estados Unidos)

El salto hidroeléctrico de Saluda (Carolina del Sur, Estados Unidos) presenta la singularidad de tratarse de un proyecto en servicio, para el cual el promotor ha de solicitar nueva licencia de explotación al expirar la actual en agosto de 2010. De acuerdo con los requerimientos de la Comisión Federal Reguladora de la Energía, la nueva licencia exige un proceso de consulta a la población afectada y a colectivos de interés. Según el calendario previsto por el promotor, el proceso, aún en desarrollo, se articula en tres etapas (figura 1):

- Una primera fase de consultas preliminares, con la presentación de la solicitud de autorización y de un "Documento Inicial de Consulta" (7) que proporciona información sobre el proyecto y los recursos existentes en el área. El documento fue distribuido a las agencias nacionales y federales, a la población afectada y a cualquier persona interesada en distintos soportes. Se inicia entonces un largo proceso de consulta de más de dos años sobre el proyecto y sus consecuencias. El trabajo se organiza en reuniones públicas abiertas de carácter trimestral, que se nutren de los resultados obtenidos por unos grupos de trabajo temáticos con representación pública, asesorados a su vez por comités técnicos compuestos por expertos independientes y representantes de las agencias federales implicadas, encargados de elaborar diferentes informes.
- La finalización de este período de consulta coincide con la presentación ante el organismo regulador de la documentación para la licencia y el inicio de la EIA, basada en el "Documento de scoping", elaborado por el promotor, en el que se recogen los aspectos identificados en la fase previa. Una vez obtenidos los comentarios del público, fundamentalmente a través de reuniones informales y audiencias públicas, la Comisión fija los contenidos a incluir en el EsIA.
- La tercera etapa, entre marzo y noviembre de 2009, se ciñe fuertemente al proceso de elaboración del EsIA y a la revisión, por parte de la Comisión Reguladora y del público, de los contenidos finales de dicho estudio.

Conclusiones: oportunidad y posibilidades del convenio de Aarhus en España

La práctica actual de comunicación y participación pública en el proceso de EIA en España previsiblemente no experimentará cambios sustanciales con la aplicación de la Ley 27/2006. La nueva norma apuesta por la continuidad de un modelo caracterizado por la ausencia de plan alguno para fomentar la participación y el diálogo, adoleciendo además de una grave imprecisión en aspectos clave del proceso. Esta situación contrasta notablemente con otros modelos de participación aplicados en países industrializados e ilustran posibles fórmulas alternativas para lograr la incorporación pro-activa del público al proceso de decisión, acordes con

los requerimientos del Convenio de Aarhus. Estos requerimientos se concretan en la formalización de un esquema general de trabajo caracterizado por:

- La elaboración de un plan de comunicación y participación pública, preparado con antelación suficiente respecto al calendario del proyecto y diseñado *ad hoc* en función no sólo de las características, dimensiones y calendario del proyecto, sino de la naturaleza y peculiaridades de los sectores del público implicados.
- La incorporación de comisiones independientes encargadas de velar por la marcha del proceso y la inclusión de expertos reconocidos, generando credibilidad y confianza.
- La existencia de oportunidades para la incorporación del público desde una fase inicial, proporcionando medios adecuados de anuncio e información accesible, comprensible y cercana, y empleando una batería de técnicas de consulta que permita anticipar comentarios e intereses, con plazos suficientes y adaptadas a los segmentos del público.
- La existencia de mecanismos de participación en varias etapas del proceso –caso de los modelos americanos aquí descritos–, tanto en su fase inicial como en el momento de formular alternativas, o en la elaboración y revisión del EsIA.
- La adopción de un enfoque adaptativo, que implica flexibilizar el programa de participación en función de lo que resulte necesario y viable, adecuándolo a lo largo del proceso en respuesta a los temas y preocupaciones de cada momento.

Bibliografía

- (1) UNECE (2000): *The Aarhus Convention: An Implementation Guide*, UNECE, United Nations, Geneva, pp. 1-186.
- (2) De Stefano, L., y Schmidt, G. (2004): *La participación pública en las cuencas piloto de la estrategia común de implementación de la Directiva Marco del Agua*, IV Consejo Ibérico en Gestión y Planificación de Aguas, 8-12 de diciembre de 2004, Tortosa, pp. 1-10.
- (3) European Comisión (2000): *Workshop Report: Public Participation and Consultation in EIA and SEA*, European Commission, Brussels, Belgium, pp. 1-23.
- (4) Martínez Orozco, J. M. (2006): *El Sistema Español de Evaluación de Impacto Ambiental: Nuestra Posición en el Mundo*, Libro de Actas III Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Pamplona, abril 2005), Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental, pp. 45-53.
- (5) Commission Participière du Débat Public (2004): *Project de Reservoir de Soutien d'Etiage de Charlas. Compte Rendu et Bilan du Débat Public de Charlas*, Commission Participière du Débat Public, Garonne, France, pp. 1-64.
- (6) Nisichawayasihk Cree Nation and Manitoba Hydro (2002): *Public Involvement Plan for the Wuskwatim Generating Station and Transmission Projects*, Manitoba Hydro, Manitoba, Canada, pp. 1-14.
- (7) SCEG (2005): *Saluda Hydro Initial Consultation Document*, South Carolina Electric and Gas Company (SCEG), Columbia, South Carolina, USA, pp. 1-190.

EL PAPEL DE LOS PROCESOS DE PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN LA VALIDACIÓN DE METODOLOGÍAS DE IMPACTO PAISAJÍSTICO

Tejedo Sanz, P.¹; López Santiago, C.² y Benayas del Álamo, J.³

¹ Departamento de Ciencias Exactas y Biología Ambiental
Universidad SEK - 40003 Segovia (España)

² Departamento de Ecología - Universidad Autónoma de Madrid - 28049 Madrid (España)
Dirección de contacto: e-mail: pablo.tejedo@ie.edu
Tel.: 921 41 24 10 (ext. 67) - Fax: 921 44 55 93

Resumen

La valoración del impacto visual de una infraestructura es una labor compleja que se encuentra permanentemente influida, en mayor o menor medida, por las preferencias escénicas de la persona encargada de dicha tarea. Para solventar esta limitación, las metodologías destinadas a evaluar el impacto paisajístico de un proyecto deben elaborarse de forma que se reduzca la influencia de las opiniones subjetivas de los técnicos que las aplican a su mínima expresión. Se presenta un estudio completado en 2006 en el que se utilizó un proceso de participación pública basado en el uso de colecciones de imágenes para analizar las características de la pérdida de calidad paisajística asociada a las instalaciones de radiocomunicación. Las conclusiones de esta investigación ayudaron a revisar y mejorar una metodología de impacto paisajístico específica para antenas de telefonía móvil. Los resultados nos muestran que no siempre el criterio de los expertos coincide con el del público. Conocer los puntos de coincidencia y conflicto entre estos dos colectivos es fundamental tanto para realizar una correcta selección de las variables que compondrán una metodología de impacto paisajístico, como para establecer sus pesos relativos finales.

Palabras clave: Procesos de participación pública, metodología, impacto paisajístico, instalaciones de radiocomunicación, preferencias escénicas, colecciones de pares de imágenes.

Abstract

The assessment of visual impact from an installation is a complex labour influenced by subjective preferences of the engineer responsible to put it into practice. To settle this restriction, visual impact methodologies should be as objective as possible. We present a study from 2006 in which we used a public participation process to examine the loss of landscape quality by radiocommunication installations. This investigation helped us to revise and improve a visual impact methodology applied to aerials. Data shows that expert criteria are not always similar to public opinions. It is important to know the conflict and agreement points between these collectives to make the selection of variables and to establish its weight in the methodology.

Keywords: Public participation process, methodology, visual impact, radiocommunication installations, landscape preferences, pairs of pictures collections.

Introducción y objetivos

El importante avance experimentado en España por el sector de las telecomunicaciones en los últimos años está obligando a las empresas del sector a ampliar y mejorar las redes existentes. Uno de los limitantes de esta expansión ha sido la existencia de vacíos legales en lo relativo a la valoración del impacto paisajístico producido por las instalaciones de radiocomunicación (desde ahora, IdR). Esta cuestión ha dado lugar, en ocasiones, tanto a situaciones de inseguridad jurídica y cierta arbitrariedad en la concesión de licencias, como a la exigencia de requisitos excesivos como condición previa a la oportuna autorización. La inmensa mayoría de las metodologías encaminadas a valorar el impacto ambiental de este tipo de infraestructuras abordan de una forma deficitaria la pérdida de calidad paisajística provocada, por lo que este tipo de estudios no se han planteado adecuadamente en nuestro país hasta la fecha. Ante esta situación la Fundación Entorno, con el apoyo financiero del Ministerio de Ciencia y Tecnología, inició en el año 2003 la elaboración de una *Metodología de Evaluación de Impacto Paisajístico de Instalaciones de Telefonía Móvil*. Esta tarea se enmarca dentro de la promoción de Iniciativas Tipo II, mecanismo contemplado en la *Cumbre de la Tierra de Johannesburgo 2002*, dirigido a lograr una actuación coordinada entre gobiernos y sector privado para alcanzar soluciones que fomenten el desarrollo sostenible. Para asegurar el éxito del proyecto se buscó la colaboración de diversas empresas pertenecientes al sector de las telecomunicaciones, como Ericsson España y Telefónica Móviles España, las cuales participaron en el desarrollo de los trabajos aportando sus conocimientos y experiencia práctica. El despacho de abogados Jiménez de Parga prestó asesoría jurídica en lo relativo al marco jurídico sobre evaluación de impacto visual y la autorización de instalaciones de telecomunicaciones. Por último, el equipo redactor de esta comunicación aportó su experiencia en el área de paisajismo.

Bajo este escenario se inició un proceso culminado en 2006 en el que se realizó un trabajo secuencial que atravesó cuatro grandes fases. El primer paso consistió en una revisión exhaustiva de las metodologías destinadas a valorar el impacto paisajístico de diferentes empresas del sector de las telecomunicaciones para detectar puntos débiles y fuertes de las mismas. Los resultados fueron presentados a un amplio panel de expertos formado por profesionales de las instituciones anteriormente mencionadas con objeto de, en una segunda fase, seleccionar un conjunto de variables y factores de ponderación a partir de los cuales evaluar el impacto paisajístico de las antenas de telefonía móvil. Mediante un proceso de participación pública en el que se involucró a expertos en paisaje, técnicos en telefonía móvil y estudiantes universitarios (182 sujetos en total) se determinaron las variables más influyentes a la hora de percibir la pérdida de calidad paisajística provocada por la presencia de las antenas de telefonía móvil, lo cual permitió ajustar la propuesta redactada en la fase anterior. Finalmente, miembros de Telefónica Móviles España aplicaron la metodología en situaciones reales para evaluar el impacto paisajístico de diferentes IdR, experiencia que permitió pulir y conferir mayor integridad al proceso en su conjunto, quedando comprobada la operatividad del instrumento diseñado.

La incorporación de los procesos de participación pública en los estudios de paisaje es una cuestión habitual que se plantea en el ámbito de la evaluación ambiental (1). Las preguntas que subyacen detrás de este debate son dos: ¿es suficiente la valoración hecha únicamente por los expertos y técnicos consultados a tal fin?, ¿son sus valoraciones representativas de las del público? Recordar que se entiende por *experto* cualquier profesional con aptitudes para el estudio y gestión del paisaje, por lo que esta definición englobaría tanto a los *paisajistas* como a los *investigadores* dedicados a la ordenación del territorio y los recursos naturales, así como a los *gestores* y que gestionan, a medio y largo plazo, el control de los cambios en el paisaje (1). La relevancia de la opinión del público es negada por determinados autores que consideran la existencia de patrones generales de preferencias escénicas que permiten a los expertos realizar valoraciones representativas sin necesidad de recabar la opinión de la sociedad (2). No obstante, numerosos estudios han detectado que en los programas para la conservación del paisaje las valoraciones de los expertos no se corresponden exactamente con las preferencias del público (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 1). Paralelamente hemos de considerar que en los últimos años se observa una tendencia manifiesta hacia la promoción de la participación pública en las etapas iniciales de los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (durante la fase denominada "scoping" o focalización), lo cual permite abordar nuevas perspectivas y soluciones. Recordar en este sentido que el *Comité para el Medio Ambiente, Planificación Regional y Autoridades Locales del Consejo de Europa sostiene que "el éxito de cualquier decisión para la protección ambiental depende de la comprensión y aceptación de todos los grupos implicados como autoridades locales, empresarios e industriales y público"* (10). Dentro de las numerosas ventajas que supone la incorporación de la participación pública en un proceso de elaboración de una nueva metodología de evaluación de impacto paisajístico destacamos dos: por un lado, la posibilidad

que brinda de detectar patrones en la valoración del impacto visual de las IdR por parte de diferentes colectivos, y, por otro, su aplicación directa en la validación y enriquecimiento de la propuesta realizada.

Los trabajos realizados permitieron elaborar una metodología de gran solidez basada en criterios netamente paisajísticos que minimiza en lo posible la dependencia de sus resultados respecto a las valoraciones y opiniones subjetivas de los técnicos encargados de su aplicación, principal debilidad de las metodologías que existen en la actualidad. La presente comunicación se centra en la segunda de estas fases, el proceso de participación pública destinado a revisar y ponderar las variables paisajísticas consideradas en la metodología, mostrando los fundamentos de esta investigación, así como algunos de los principales resultados obtenidos.

Materiales y métodos de la investigación

Los seres humanos obtenemos a través del sentido de la vista la mayor parte de la información necesaria para llevar a cabo nuestra actividad biológica y etológica de adaptación al entorno (11). Por ello se seleccionó como herramienta de trabajo las colecciones de pares de escenas (12, 13, 14 y 15), las cuales permiten analizar las preferencias paisajísticas de una muestra de individuos en base a una elección forzada entre dos imágenes en función de una cuestión que se plantea. En nuestro caso, el enunciado planteado ante cada par de imágenes fue siempre el mismo: *“Seleccione la imagen en la que considere que la instalación tiene un menor impacto visual sobre el entorno”*. Esta metodología ha sido aplicada en diversos estudios previos (16, 17, 18, 19, 20, 21, 1, 22, 23, 24, 25, 14 y 26) y posee múltiples ventajas, ya que permite la jerarquización de preferencias, posibilita la representación gráfica de las medias ponderadas de las elecciones de diferentes colectivos (pueden compararse así fácilmente sus preferencias escénicas) y es útil para la toma de decisiones en intervenciones paisajísticas y/o planificaciones territoriales al permitir el uso de pruebas estadísticas inferenciales de uso común. A través de este instrumento se pretendía establecer qué tipologías de paisajes son más sensibles respecto a las IdR, es decir, en qué tipo de paisajes este tipo de infraestructuras son percibidas como más impactantes. La segunda meta planteada era conocer las variables que influyen de forma determinante a la hora de valorar la reducción de la calidad escénica de un entorno debido a la presencia de una IdR. Un tercer aspecto clave era la ponderación cuantitativa de determinadas variables con una cierta carga de subjetividad utilizadas en la metodología mediante las preferencias escénicas detectadas en la muestra, de tal forma que su peso específico final en la valoración no se sustentara únicamente en las opiniones del panel de expertos creado.

La colección de imágenes diseñada constaba de 40 pares de escenas, los cuales fueron distribuidos en dos bloques, con el único objetivo de permitir una pequeña pausa que evitara la fatiga del individuo encuestado. El tiempo de visualización de cada par se estableció en 15 segundos tras diversas pruebas de valida-

ción. Se aplicó un diseño de muestreo por cuotas (método no probabilístico), en función de tres categorías: estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid que representaban al *público en general* (118 sujetos), *técnicos en telefonía móvil* de Ericsson España y Telefónica Móviles España (33) y, finalmente, *expertos en paisaje* de las diferentes universidades públicas de la Comunidad de Madrid (31). En el primer caso, la elección se basó en la accesibilidad del colectivo para el equipo investigador, aplicando un *muestreo no probabilístico de conveniencia* (22). Al contrario de lo que puede parecer, esta decisión no sesga los resultados, ya que al estimar porcentajes, lo que determina la precisión del estudio es el tamaño absoluto de la muestra, no el tamaño relativo a la población, cuando la muestra es sólo una pequeña parte de la población (23). En total se entrevistó a 182 sujetos, lo cual permite utilizar, tanto con la muestra en su conjunto como a las diferentes sub-muestras, la práctica totalidad de los métodos paramétricos y no paramétricos habituales en este tipo de estudios.

Resultados

La evaluación de las preferencias escénicas de la muestra se realizó mediante el uso de *Perfiles de Valoración*. Se construyen en función de los factores personales de los entrevistados y son una forma sencilla, inmediata y fácilmente interpretable de comparar distintos estilos de elección vinculados a diferentes factores escénicos (24), lo que facilita la detección de similitudes y conflictos entre las preferencias de diferentes colectivos o sub-muestras. En nuestro caso, los perfiles de valoración muestran que las opiniones de los expertos en paisaje y los técnicos en telefonía móvil no difieren en gran medida de los de la población en general (representados por los estudiantes universitarios) para las principales variables analizadas.

Se detectó un consenso general en cuanto a los patrones de apreciación del impacto sobre las unidades de paisaje, claramente asociado con una tendencia a preservar las áreas menos intervenidas. Se penalizaban las alteraciones de paisajes naturales o escasamente transformados frente a los muy intervenidos, degradados y excesivamente urbanizados. Esta tendencia ha sido evidenciada por multitud de estudios previos (16, 17, 18, 19, 21, 1, 24, 25, 14 y 28). Las zonas de viviendas colectivas e industriales son las menos afectadas, mientras que el suelo rústico (terrenos no urbanizados, tal y como establece la legislación sectorial) y las zonas de viviendas unifamiliares son las que pierden mayor calidad paisajística debido a la presencia de las IdR. Respecto a la propuesta metodológica, estos resultados permitieron construir un "*ranking de impacto*" de menor a mayor degradación paisajística en función del tipo de unidad de paisaje fundamental en la que se ubique la infraestructura. Por otro lado, la realización de un *Análisis de Componentes Principales* permitió identificar esta variable como la más utilizada por el conjunto de los sujetos encuestados en su proceso de percepción, por lo que en la ponderación global de la metodología definitiva se decidió asignarle el mayor peso relativo.

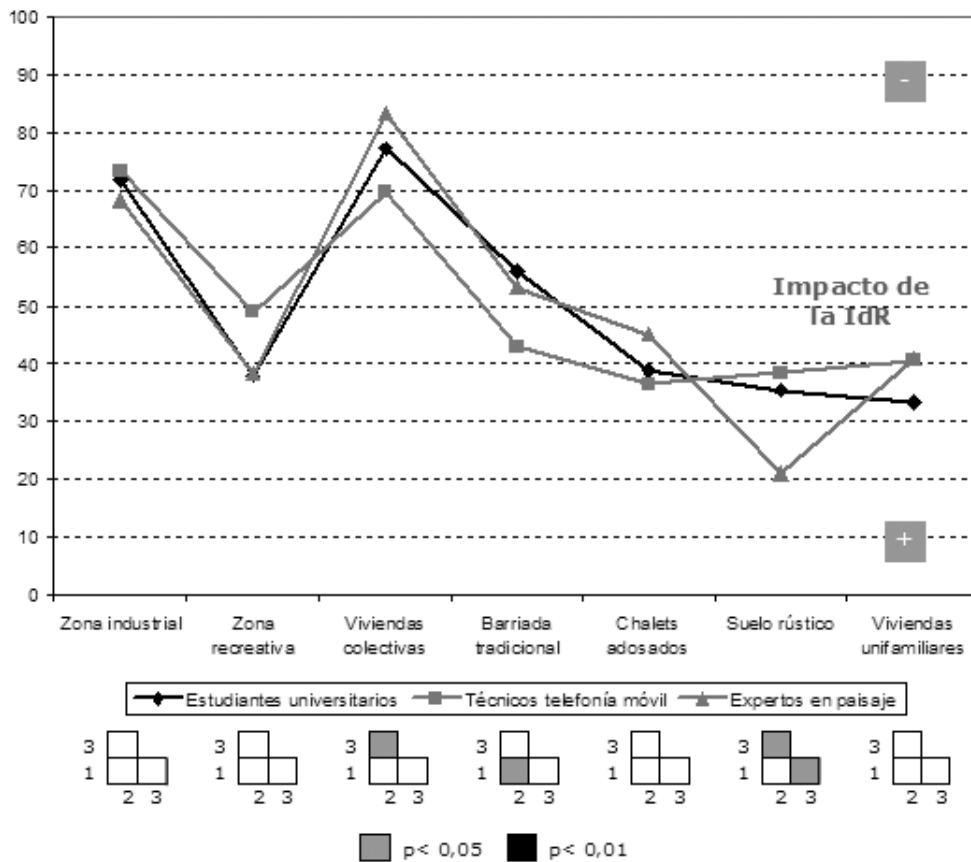


Figura 1. Perfiles de valoración para el factor Grupo de análisis y la variable Caracterización Urbanística. La significación de las preferencias para la Caracterización Urbanística se ha determinado con la prueba de Kruskal-Wallis

En cuanto a la compatibilidad visual de las antenas respecto a la matriz paisajística en la que se ubiquen, se detectó que la pérdida de calidad paisajística de un entorno debido a la presencia de una IdR se debe más a las propias características del paisaje circundante que a los elementos de la instalación (*Complejidad, Tipo de Soporte, etc.*). Por lo tanto, la elección de un buen emplazamiento es prioritaria para reducir la pérdida de calidad paisajística debida a una infraestructura de este tipo, por encima incluso de las características de la propia IdR. Se detectó así mismo que las antenas balizadas eran percibidas como más impactantes, aunque por un estrecho margen (6,6%). La mimetización cromática es una medida que se percibe positivamente, pero que se encuentra totalmente subordinada a otras como la localización o la vegetación del entorno. La escasa complejidad de la IdR era valorada positivamente, con una frecuencia de elección elevada (por encima de los $\frac{3}{4}$). Existe también una clara preferencia hacia localizaciones

donde aparece una única antena, aunque ésta sea compleja o no esté mimetizada, frente a aquellas instalaciones donde se ubican varios soportes, aunque estén mimetizados o posean baja complejidad. Por último, se valora positivamente que dos antenas próximas se ubiquen lo más juntas posible. Todos estos resultados fueron tenidos en cuenta para definir las variables en la metodología y establecer su peso relativo.

Discusión y conclusiones

Se ha encontrado un fuerte consenso en las variables escénicas manejadas por el conjunto de los sujetos encuestados para valorar el impacto de las IdR. Esto se debe a que la valoración del paisaje se sustenta en la gran mayoría de los casos en esquemas y patrones perceptivos similares. No obstante, existen ciertas discrepancias en los resultados obtenidos que nos llevan a aconsejar encarecidamente la incorporación de procesos de evaluación participativa en el desarrollo o revisión de propuestas metodológicas destinadas a evaluar un elemento tan subjetivo como es el paisaje. El principal riesgo que corremos al considerar únicamente la valoración de los expertos es la posibilidad de introducir un importante sesgo hacia unos atributos concretos que muchas veces no son manejados por el público en general. El *criterio de expertos* no siempre se corresponde con el del público, el cual es finalmente el beneficiado o perjudicado por las decisiones de los primeros.

En cuanto al impacto visual generado por las IdR, la muestra encuestada ha conferido un mayor peso relativo a las características del paisaje circundante al emplazamiento que a los elementos de la propia infraestructura. También es relevante el hecho de que se le de más importancia al número de IdR presentes que a la complejidad de las mismas, lo cual se traduce en una valoración más positiva de una única instalación, aunque sea compleja, que varias IdR aunque presenten un menor número de radioenlaces y antenas. Ambos resultados apuntan en una misma dirección: es necesario mejorar y reforzar los estudios estratégicos destinados a evaluar la capacidad de acogida de un territorio para albergar una red de telefonía móvil. Estos resultados parecen apoyar ciertas iniciativas que han surgido en los últimos años, las cuales pretenden obligar a los operadores de telefonía móvil a ponerse de acuerdo para compartir los mismos soportes. Se evita con ello la proliferación de varios soportes en las mismas localizaciones, lo cual incrementa notablemente el impacto visual total (esta sinergia negativa no suele considerarse al evaluar el impacto paisajístico de cada instalación por separado). No obstante esta posibilidad, que *a priori* parece muy interesante, conlleva una serie de importantes dificultades en su aplicación, como pueden ser la preferencia de elección de altura para ubicar las antenas y los radioenlaces, o el hecho de tener que compartir el mantenimiento de los equipos comunes. Llegados a este punto la responsabilidad debe recaer en las diferentes administraciones implicadas, las cuales habrán de establecer en un futuro inmediato las "reglas del juego" que permitan a los operadores de telefonía móvil acogerse a esta opción. Será necesario favore-

cer la creación de redes de comunicación compartidas que impliquen un menor sacrificio paisajístico, pero que no por ello sean menos eficaces.

Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto *Oportunidades para reducir el Impacto Visual de las Antenas de Telefonía Móvil*, patrocinado por la Fundación Entorno y el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Agradecemos enormemente todas las aportaciones realizadas por los miembros del equipo técnico creado para desarrollar dicho proyecto: Noemí Grandío, Silvia Guzmán y Jesús Aísa, de Telefónica Móviles España; Alfredo Fernández y David Prieto, de Ericsson España; María Artola y Esther Sebastián, del Despacho de abogados Jiménez de Parga; Felipe Reyes, de la UAM, y, por último, Raquel Aranguren, Blanca Bonilla y César Muñoz, de la Fundación Entorno. Sin su contribución esta investigación no habría sido posible. No obstante, debemos apuntar que las opiniones aquí expresadas corresponden únicamente a los propios autores.

Bibliografía

- (1) Múgica de la Guerra, M. (1993): *Modelos de demanda paisajística y uso recreativo de los espacios naturales*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Tesis doctoral.
- (2) William, A. T., y Lavalle, C. D. (1990): "Coastal landscape evaluation and photography", *Journal of Coastal Research*, 6 (4): 1011-1020.
- (3) McCool, S. F.; Benson, R. E., y Ashor, J. L. (1986): "How the public perceives the visual effects of timber harvesting: An evaluation of interest group preferences", *Environmental Management*, 10 (3): 385-391.
- (4) Tannery, T. A. (1987): "Public opinion and interest group positions on open space issues in Albuquerque, New Mexico, USA: Implications for resource management", *Environmental Management*, 11 (3): 369-373.
- (5) Blankson, E. J., y Green, B. H. (1991): "Use of landscape classification as an essential prerequisite to landscape evaluation", *Landscape and Urban Planning*, 21 (3): 149-162.
- (6) Willis, K. G., y Garrod, G. D. (1992): "Assessing the value of future landscapes", *Landscape and Urban Planning*, 23 (1): 17-32.
- (7) Knutson, M. G.; Leopold, D. J., y Smardon, R. C. (1993): "Selecting islands and shoals for conservation based on biological and aesthetic criteria", *Environmental Management*, 17 (2): 199-210.
- (8) Sheehan, M. R. (1994): "Desert riparian areas: Landscape perceptions and attitudes", *Environmental Management*, 18 (3): 413-421.
- (9) Gregory, K. J., y Davis, R. J. (1993): "The perception of riverscape aesthetics: An example from two Hampshire rivers", *Journal of Environmental Management*, 39 (3): 171-18.
- (10) Consejo de Europa EREC 1284 (1996): *European environment policy (23/1/1996)*, Comité para el Medio Ambiente, Planificación Regional y Autoridades Locales, Asamblea del Consejo de Europa.

- (11) Ornstein, R., y Carstensen, L. (1991): *Psychology. The study of human experience* (3.ª edición), Harcourt Brace Jovanovich (H.B.J.), Inc., Florida.
- (12) Brown, T. C., y Daniel, Y. C. (1987): *Modelling Forest Scenic Beauty: Concepts and Application to Ponderosa Pine*, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Research Paper RM-256. Rocky Mountain and Range Experiment Station Fort Collins, Colorado, 80526: United States Department of Agriculture, Forest Service.
- (13) Andersson, T. (1994): "Ideals and conceptions of forest: An experimental study of conceptual deliberation", *Communication and Cognition*, 27 (4): 397-428.
- (14) Requena Moreno, S. (1998): *La valoración del paisaje por público y expertos. Aplicaciones a la participación ciudadana en la gestión ambiental*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Tesis Doctoral.
- (15) Daniel, T. C. (1990): "Measuring the Quality of the Natural Environment", *American Psychologist*, 45 (5): 633-637.
- (16) Sancho-Royo, F. (1974): *Actitudes ante el paisaje*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla.
- (17) Maciá, A. (1979): *Factores de personalidad y preferencia en la elección de paisajes*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Filosofía y Letras. Tesis Doctoral.
- (18) Abelló, R. (1984): *Valoración de aspectos visuales del paisaje*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Tesis doctoral.
- (19) Ruiz, J. P. (1985): *Percepción y gestión del ecosistema pastoral por los ganaderos de la Sierra de Madrid*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Tesis Doctoral.
- (20) Gallardo, D. (1990): *Las raíces biológicas de la estética del paisaje*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Tesis doctoral.
- (21) Benayas, J. (1992): *Paisaje y educación ambiental. Evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Tesis doctoral.
- (22) Kloter, P.; Cámara, D.; Grande, I., y Cruz, I. (2000): *Dirección de Marketing*, Edición del Milenio, 10.ª edición, Pearson Educación, S.A., Madrid.
- (23) Freedman, D.; Pisani, R.; Purves, R., y Adhikari, A. (1993): *Estadística*, 2.ª edición, Antoni Bosch (editor), Barcelona.
- (24) López, C. (1994): *Lo universal y lo cultural en la estética del paisaje. Experimento transcultural de percepción del paisaje*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Tesis doctoral.
- (25) Ormaetxea, O. (1995): *La valoración de la calidad del paisaje vasco-atlántico por la población. Métodos para su consideración objetiva*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Tesis doctoral.
- (26) Perdomo, B. (1997): *Interacción entre el Parque Nacional "El Ávila" y la ciudad de Caracas (Venezuela) Uso público y potencial, preferencia paisajística y valoración de las actividades de ocio*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Tesis doctoral.
- (27) Pittevil Stolk, G. (1998): *Valoración ambiental de pobladores y visitantes para la gestión sostenible de áreas protegidas. El caso de Morrococoy-Cuare, Venezuela*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Tesis doctoral.
- (28) De la Fuente, G. J. (2002): *Análisis de escenarios paisajísticos y medidas de calidad escénica. Estudio de casos: la Sierra de Guadarrama (Madrid, España) y la Precordillera Andina (Santiago, Chile)*, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Tesis Doctoral.