

# NUEVO MODELO DE CARTOGRAFÍA DE CALIDAD AMBIENTAL DE ESPAÑA: BIODIVERSIDAD

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

<sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> 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

<sup>3</sup> 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

<sup>4</sup> 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.

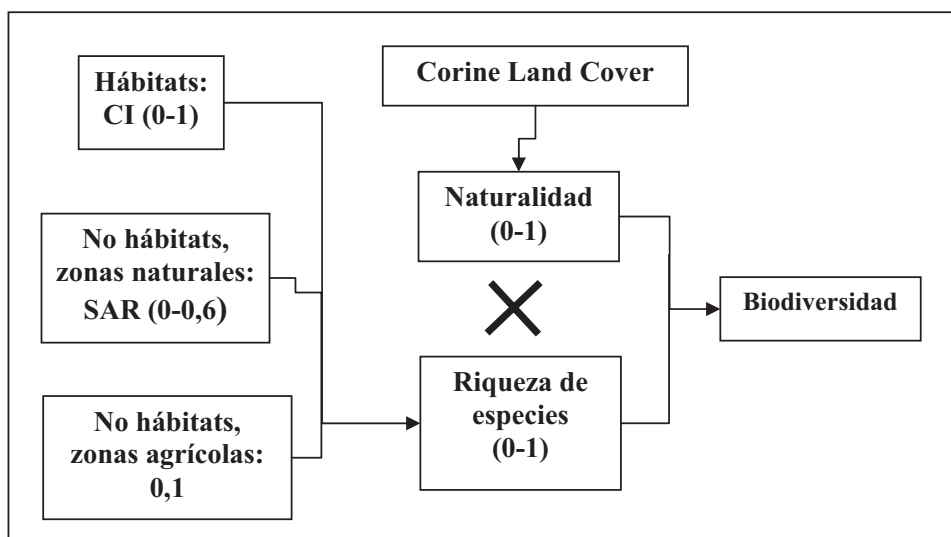
Tanto la precisión del mapa de usos del suelo como la del mapa de hábitats (estimada por los autores) es de 100 m (RMS).

## 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.

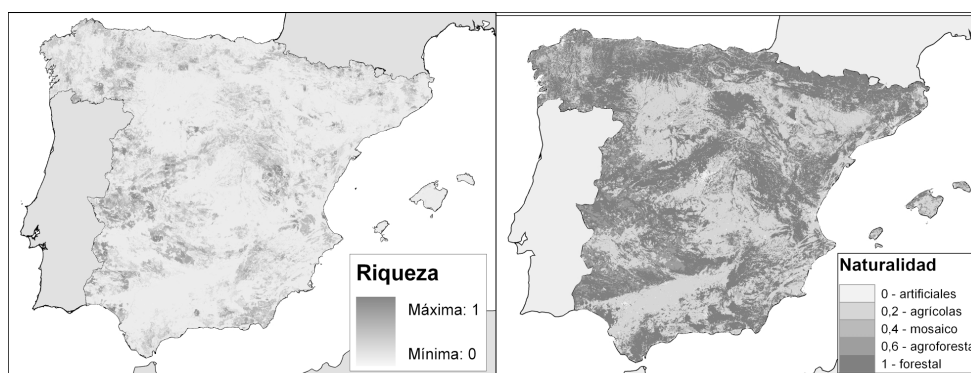


Figura 1. Mapas de riqueza y naturalidad

## 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.

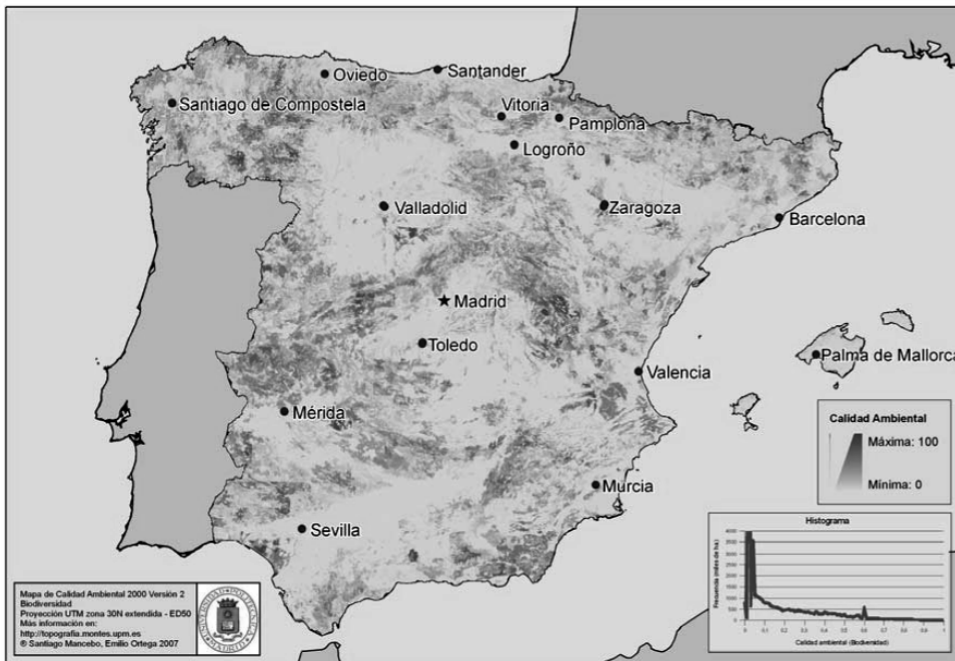


Figura 2. Mapa de calidad ambiental (biodiversidad)

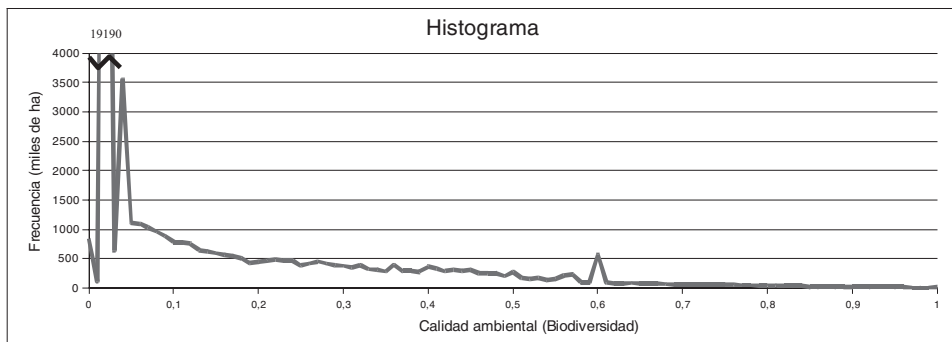


Figura 3. Histograma de calidad ambiental (biodiversidad)

## 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.