

ANÁLISIS DE LA CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL PARA LA DEFINICIÓN DE CORREDORES DE CARRETERAS. ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS INFORMATIVOS EN ESPAÑA.

LORO AGUAYO, MANUEL. Ingeniero de Montes. manuel.loro@upm.es
Investigador en el Centro de Investigación del Transporte (TRANSyT-UPM).

ARCE RUIZ, ROSA MARÍA. Dr. Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos.
Profesora titular en la ETSI de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.
Investigadora Principal en TRANSyT-UPM.

OTERO PASTOR, ISABEL. Dr. Ingeniera de Montes.
Profesora titular en la ETSI de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid.
Investigadora Principal en TRANSyT-UPM.

*Universidad Politécnica de Madrid. Centro de Investigación del Transporte, TRANSyT-UPM.
Prof. Aranguren s/n, 28040 Madrid, España.*

Palabras clave: Diseño, trazado, carreteras, planificación, Sistemas de Información Geográfica (SIG).

RESUMEN

La decisión más importante cuando se utilizan los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el diseño y planificación de carreteras con el objetivo de reducir su impacto ambiental es la selección de los criterios y variables más importantes, junto con la asignación de los valores de capacidad de acogida que tomaran cada uno de ellos en un análisis multicriterio.

El objetivo de este trabajo es identificar qué variables son aplicadas con mayor frecuencia en los Estudios de Impacto Ambiental, con el objetivo de lograr un completo estado de la cuestión en este ámbito.

Con este fin, se ha realizado una revisión de Estudios Informativos de proyectos de carreteras y autopistas/autovías en fase de consultas previas. El resultado de este trabajo es la identificación de las fortalezas y debilidades de las metodologías de análisis multicriterio más utilizadas y localizar el hueco existente entre las recomendaciones académicas y los trabajos de consultoría ambiental que se hacen en España.

Este artículo resume la primera fase de un proyecto mayor, el proyecto MILL (TRA2010-18311 MILL Modelo de integración del trazado de Infraestructuras lineales en el paisaje basado en SIG), el cual está financiado por el Plan Nacional de I+D+i 2008-2011 CICYT del Ministerio de Ciencia e Innovación.

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 El estudio informativo en los proyectos de carreteras

En la elaboración de un proyecto de una carretera o una autopista/autovía se debe compaginar el diseño de la infraestructura con las diferentes fases del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental establecidos por la legislación (Domínguez, 1996). Además, si esta evaluación se incorpora en las primeras fases del proyecto, su eficacia aumenta y permite obtener enfoques más globales (Arce & Gullón, 2000).

Como síntesis de esta mejora del proceso de planificación y diseño de infraestructuras viarias, desde el Ministerio de Fomento se establece un procedimiento reglado que se denomina Estudio Informativo¹, el cual es incorporado a todos los pliegos técnicos de esta índole, tal y como queda recogido en las "Recomendaciones para la redacción de los Estudios de Carreteras. Estudio Informativo" de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento, 1983).

El objeto del Estudio Informativo es el de definir la alternativa de trazado más adecuada, previo análisis de las ventajas e inconvenientes de cada una de las opciones de las alternativas de trazado. Además de tener en consideración criterios socioeconómicos y funcionales de la infraestructura, los criterios ambientales tienen gran importancia en el Estudio Informativo. Por consiguiente, cuanto mayor sea la calidad de este estudio, mejor será el diseño de la infraestructura desde un punto de vista ambiental y más fácil será su integración ambiental y paisajística posterior.

Actualmente, tanto desde la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento como de las Consejerías autonómicas con competencias en planificación de carreteras, los Estudios Informativos se abordan en tres fases, con escalas y niveles de detalle crecientes, que utilizan el resultado final de cada fase como punto de partida de la siguiente (Ministerio de Fomento, 2009). Estas fases se denominan **A**, **B** y **C**, y su objeto y escalas de trabajo se definen en el esquema de la Figura 1. La organización del Estudio Informativo en estas tres fases permite llevar a cabo un procedimiento de decisión escalonada, desarrollándose en varias etapas donde va aumentándose el grado de detalle y se va definiendo el trazado definitivo.

Durante la primera etapa de la fase A se realiza la caracterización territorial y se define la capacidad de acogida del territorio, proponiéndose los corredores prioritarios por donde debe definirse el trazado, siendo dichas tareas sobre las que se centra esta comunicación. Según Gómez Orea (2003), la capacidad de acogida puede definirse como el grado de idoneidad que presenta el territorio para la implantación de una actividad en función de los requisitos necesarios de dicha actividad (aptitud) y de sus efectos en el medio (impacto). Este análisis es conocido como **modelo impacto-aptitud**.

El objetivo de la fase A es definir corredores compatibles con criterios de funcionalidad, medioambientales, territoriales y de tipo constructivo (topografía, geología y geotecnia adecuada). Esta fase tiene gran importancia en el Estudio Informativo, ya que la asignación de valores de capacidad de acogida a los diferentes condicionantes territoriales permite

¹ El Art. 7 de la Ley 25/1988, de 29 de julio, de carreteras dice del Estudio Informativo: "Consiste en la definición, en líneas generales, del trazado de la carretera, a efectos de que pueda servir de base al expediente de información pública que se incoe en su caso".

definir aquellas zonas en las que la implantación de una infraestructura de estas características tendrá una repercusión ambiental mínima (Gómez Orea, 2004). Además, debe buscar la mejor aptitud física del territorio para la construcción de una carretera en función de criterios basados en la reducción de costes (menos movimiento de tierras), de viaje (menos distancia a recorrer), de mejores condiciones constructivas (geotécnicas) o de mayor seguridad vial (reducción de la sinuosidad y de los cambios de rasante).

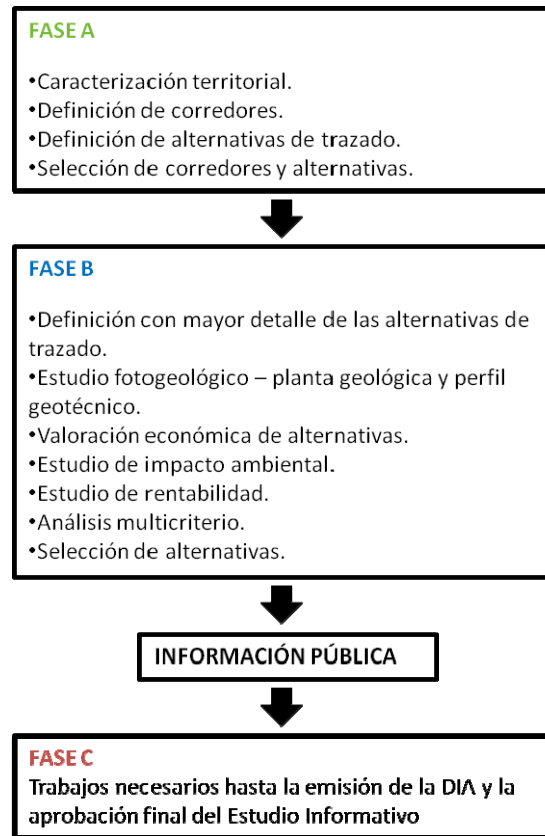


Figura 1. Estructura general del procedimiento de Estudio Informativo de carreteras. Fuente: San Emeterio *et al.* (2008).

Para llevar a cabo la caracterización del territorio se recopila la información temática disponible y se estructura en mapas de síntesis parciales, tal y como establece la normativa de redacción de estudios de esta tipología. Estos mapas son los siguientes:

- Síntesis parcial del medio físico: obtenido como síntesis de topografía, geología, hidrografía, climatología, zonas inestables por movimientos de masa, procesos erosivos, etc.
- Síntesis parcial de protección ambiental: obtenido como síntesis de Espacios Naturales Protegidos, Vegetación, Fauna, Paisaje, etc.
- Síntesis parcial de protección cultural: agrupa los mapas de patrimonio arquitectónico, Bienes de Interés Cultural, vías pecuarias, yacimientos arqueológicos y paleontológicos, etnográficas, senderos con interés recreativo o cultural, etc.
- Síntesis parcial territorial: obtenido como síntesis de aspectos agrícolas (zonas de riego, zonas de secano, infraestructuras de riego, etc.), planeamiento urbano, sociodemografía y otras planificaciones (redes de transporte, de electricidad, etc.).
- Síntesis global, integrando las cuatro síntesis parciales anteriores.

Una vez establecida la síntesis global, se definen unidades homogéneas de tamaño adecuado a la escala de trabajo que permitan identificar los ámbitos de capacidad de acogida admisible de cada uno de los condicionantes estudiados. Para definir la capacidad de acogida del territorio según cada condicionante, se analiza cada uno de los diferentes enfoques sin tener en cuenta el resto ni el grado de interrelación entre sí. Cabe destacar que pese a que los SIG son utilizados de forma mayoritaria en los Estudios Informativos, su uso no pasa de la mera recopilación de mapas temáticos, sin combinarlos ni elaborar nuevos mapas que enriquezcan el conocimiento del medio ambiente y su evolución (Arce *et al.*, 2010). La metodología más frecuente es el establecimiento de diferentes niveles de capacidad de acogida para la construcción de la infraestructura, a cada una de las categorías que aparecen en los mapas temáticos. La base científico-técnica de dicha asignación varía de forma notable de unos proyectos a otros, tal y como se ha concluido en el análisis realizado.

Para poder obtener el mapa de capacidad de acogida final se asigna a cada punto del territorio un valor relativo a su capacidad de acogida que vendrá definido por el valor más restrictivo entre los planos temáticos que lo constituyen (físico, ambiental, territorial y cultural), arrastrándose esa clase hasta el mapa de síntesis global. De esta forma, las zonas críticas o muy sensibles de cualquiera de las variables consideradas pasa al mapa de síntesis global. Esta metodología de Evaluación Multicriterio (EMC) se clasifica dentro de las **técnicas no compensatorias**, donde un valor bajo en un criterio no puede ser compensado o equilibrado por un valor alto en otro criterio. Así, se tienen en cuenta por igual cada uno de los criterios, sin necesidad de realizar operaciones entre los mismos (Jankowski, 1995; Gómez & Barredo, 2005). La ventaja de estas técnicas es que requieren menor conocimiento por parte del evaluador de los condicionantes analizados, ya que no se asigna una capacidad de acogida mayor al territorio por la existencia de determinada combinación de valores en el mismo. Sin embargo, estas técnicas tienen el inconveniente de que pueden recomendar, ocasionalmente, una alternativa comparativamente peor debido a la estrategia reductora que siguen (Gómez & Barredo, 2005).

En este análisis, una buena selección de los criterios e indicadores es crucial para definir los condicionantes territoriales correctamente. Cabe destacar que el Pliego define los condicionantes a tener en cuenta, no así las variables que permiten cuantificarlos ni la metodología para su cuantificación. De esta manera, el proceso de valoración difiere de un Estudio Informativo a otro, y la calidad del trabajo resultante depende del buen hacer del ingeniero que realiza el estudio y del Director del Proyecto (Órgano Sustantivo) que supervisa el mismo.

La inversión pública en este tipo de proyectos es alta, con cifras que rondan desde los 100.000 € hasta los 2 millones de euros (Loro *et al.*, 2011). En los estudios analizados, el precio medio de adjudicación de la redacción del Estudio Informativo ha sido de **23.153 €/km**, ver Tabla 1.

Además del alto coste de estos estudios, sus repercusiones económicas, técnicas, ambientales y sociales son enormes durante la fase de construcción y operación de la infraestructura. Así, una adecuada definición de la capacidad de acogida del medio, desde el punto de vista ambiental, puede permitir reducir sus impactos y las medidas correctoras y compensatorias a aplicar.

1.2 Objetivos de la investigación

Actualmente, dada la situación actual de crisis económica y, por tanto, de reducción de inversión en infraestructuras, y tras unos años de fuerte inversión en la mejora de la red de transportes, se ha considerado interesante hacer una valoración de la calidad del Documento Inicial o Memoria-Resumen con el que se inicia el procedimiento de Estudio Informativo. En la revisión se ha hecho especial hincapié en la valoración de la capacidad de acogida del territorio y en la definición de los corredores de infraestructuras propuestos, con el objetivo de identificar sobre qué criterios se deberían establecer metodologías de cuantificación más concretas en el futuro Pliego de redacción de Estudios Informativos. Actualmente, este pliego se encuentra en fase de revisión por parte de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento).

En esta investigación se ha pretendido fijar cuáles son las variables más utilizadas en este tipo de estudios, qué metodologías se utilizan en su cuantificación, qué escalas de trabajo son utilizadas y cuáles son las principales debilidades desde el punto de vista metodológico. De igual manera, se ha buscado poner en valor aquellos estudios que destaquen por su calidad y ponerlos como ejemplos metodológicos a seguir.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Recopilación de la información analizada

Para la realización de este trabajo de investigación se ha consultado la Memoria-Resumen (Documento Inicial del Procedimiento, DIP) de diversos Estudios Informativos de Proyectos de construcción de carreteras y autovías/autopistas del Ministerio de Fomento durante el periodo 2006-2008.

Esta Memoria – Resumen se redacta para ser consultada por el Órgano Ambiental y el público interesado durante la fase de consultas previas del procedimiento Evaluación de Impacto Ambiental, tal y como establece el art. 13 (iniciación y consultas) del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental R.D.L. 1/2008. En ella se incluye la descripción del territorio de la zona de estudio (incluyendo la información complementaria aportada por la Administración) y los corredores considerados, ver Figura 2. Estas memorias son descargables desde la página del Órgano Ambiental.

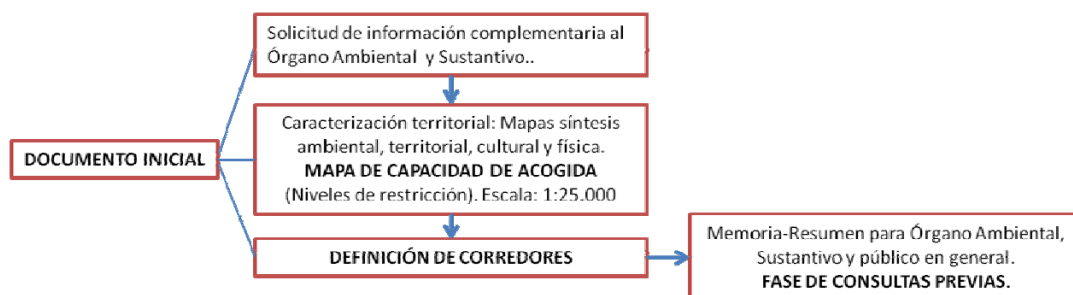


Figura 2. Contenido del Documento Inicial de la fase A en relación al procedimiento del Estudio Informativo. Fuente: elaboración propia.

Las Memorias-Resumen fueron seleccionadas en base a su disponibilidad en la página del MARM². En total se han revisado 22 memorias, junto con la cartografía donde se justifica detalladamente la capacidad de acogida de las áreas de estudio (generalmente, una zona de estudio o *buffer* de **10 a 30 km** en torno a la línea recta que une el punto de origen y destino) y los corredores establecidos (con un ancho medio de 1 a 5 km). En la Tabla 1 se describe las características de los Estudios Informativos consultados. Tal y como puede verse, pese a que aparecen tres tipos de actuaciones (nuevos trazados, conversión de carreteras a autopistas o ampliación del ancho de la autopista), todas ellas deben seguir el mismo procedimiento de Estudio Informativo, tal y como establece la legislación vigente, por tanto, es viable su evaluación conjunta.

En cada una de las memorias consultadas se ha recogido la siguiente información:

- Fuentes de información consultadas, especialmente de carácter cartográfico.
- Criterios utilizados en la definición de los condicionantes analizados.
- Metodologías utilizadas para la asignación de valores de capacidad de acogida en función de dichos criterios.
- Calidad de las justificaciones dadas en el análisis.

² Consulta pública en la web del Ministerio de Medioambiente, Rural y Marino (MARM):
http://www.mma.es/secciones/evaluacion_ambiental/eval_impacto_proyectos/proyectos_curso_tipo/index.jsp

Tabla 1. Características de los Estudios Informativos estudiados.

Nº ID	Importe de adjudicación	Año de realización	Actuación	Nombre	Longitud aprox. (km)	Consultora	Zona
1	2.367.601,70 €	2006	Nuevo trazado	Autovía Ruta de la Plata (A-66)-Huelva. Carretera EX-101 y N-435	175	UTE EUROESTUDIOS – ETT, S.A	Andalucía
2	1.222.965,38 €	2006	Conversión en Autovía	Autovía del Nordeste A-2. Tramo Alfajarín- Fraga	91	INOCSA INGENIERIA, S.L.	Aragón
3	936.415,05 €	2007	Nuevo trazado	Autopista de conexión A1 (Madrid) y A2(Guadalajara)	50	PROSER SA	Madrid y Guadalajara
4	709.500,00 €	2008	Aumento de nº de carriles	Autovías A-66 (Oviedo-Serín) y A-8 (Gijón-Avilés)	50	SENER	Asturias
5	110.220,00 €	2006	Aumento de nº de carriles	Circunvalación de Valencia, A7	14	UTE ASURINSA SL SEG SL	Comunidad Valenciana
6	450.686,80 €	2006	Conversión en Autovía	CN-442. Tramo: río tinto – intersección con H-620	7	OMICROM AMEPRO	Andalucía
7	510.162,71 €	2006	Nuevo trazado	N-332. Tramo: Oliva - Gandía.	10	IBERINSA	Comunidad Valenciana
8	Información no disponible	2006	Nuevo trazado	Circunvalación de Murcia MU-30. Tramo: autovía del Reguerón	14	UTE TYPESA - INGECONSULT S.A.	Murcia
9	935.221,00 €	2007	Nuevo trazado	A-63. Tramo: La Espina - Canero	30	FULCRUM	Asturias
10	366.022,21 €	2006	Nuevo trazado	Autovía A-2. Tramo: Variante de Guadalajara	30	EPTISA	Madrid y Guadalajara
11	Información no disponible	2006	Aumento de nº de carriles	Autovía A-3. Tramo: Buñol-Valencia.	22	INCOYDESA	Comunidad Valenciana
12	Información no disponible	2007	Nuevo trazado	Acceso al Aeropuerto de Peinador desde la AP-9	2	CIESA	Galicia
13	262.908,09 €	2008	Aumento de nº de carriles	N-603. Tramo: San Rafael – Segovia	35	INCOYDESA	Madrid
14	144.198,88 €	2007	Nuevo trazado	N-631. Tramo: Montamarta – Mombuey	55	INCOSA	Castilla y León
15	135.265,01 €	2007	Nuevo trazado	N-420. Tramo: Utrillas-Intersección con N-211.	3	Información no disponible	Castilla y León
16	Información no disponible	2007	Aumento de nº de carriles	N-338. Acceso al aeropuerto de Alicante.	5	INGECONSULT	Comunidad Valenciana
17	99.775,20 €		Nuevo trazado	Variante de la Calanda en la N-211 de Guadalajara a Alcañiz y Lérida y N-420 de Córdoba a Tarragona.	5	ATICA SL	Aragón
18	Información no disponible	2006	Nuevo trazado	N-330, Variante del puerto de la Chirrichana	8,7	TYPESA	Comunidad Valenciana
19	1.734.472,00 €	2006	Conversión en Autovía	N-211. Tramo: Alcolea del Pinar–Monreal del Campo.	112	AYESA	Guadalajara y Teruel
20	138.978,20 €	2006	Nuevo trazado	N-211. Tramo: Guadalajara- Alcañiz y Lérida. N-240. Tramo: Variante de la Mata de los Olmos (Teruel).	6	ATICA SL	Aragón
21	307.009,00 €	2008	Nuevo trazado	N-VI. Madrid- A Coruña. Variante de San Rafael.	10	OFITECO	Segovia
22	157.808,00 €	2007	Nuevo trazado	N-330. Variante de Ayora	7	TYPESA	Comunidad Valenciana

3 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el análisis realizado.

3.1 Valoración asignada para la determinación de la capacidad de acogida del territorio

Los criterios utilizados en los estudios analizados se han agrupado según las cuatro tipologías de mapas de síntesis parcial: físico, ambiental, territorial y cultural, tal y como se indicó en el apartado 1.1.

En las figuras siguientes se indica el grado de restricción media que se ha asignado a cada una de las variables utilizadas en la obtención de cada uno de los mapas de síntesis parcial (barra de la izquierda, en color más oscuro). La escala utilizada va de 0-100, siendo 0 el menor nivel de restricción introducido por el condicionante (mayor capacidad de acogida del territorio para albergar una carretera) y 100 el de mayor nivel de restricción (menor capacidad de acogida del territorio).

Junto al valor de restricción, se muestra el nivel de utilización o frecuencia de uso de dicha variable en los diferentes estudios. Pese a que muchas de las variables son usadas según su presencia en el territorio analizado, la mayoría de ellas son muy comunes y sirven de muestra de la tipología de elementos que pueden evaluarse junto en función del nivel de restricción asignado.

Condicionantes físicos

En primer lugar se presentan los porcentajes promedio de las variables relacionadas con las restricciones físicas, ver Figura 3. Tal y como puede verse, las variables más utilizadas son las **pendientes** (directamente relacionado con un mayor movimiento de tierras), la **capacidad portante del suelo** (calidad geotécnica del suelo para la construcción de la carretera) y el **riesgo de inundación**. Los rangos de utilización de estas variables van del 63-75% del total de las memorias consultadas. Dada la diversidad de intervalos de pendientes establecidos en los diferentes estudios, no se ha podido establecer unos intervalos claros en la definición de la capacidad de acogida que permitiera compararlos entre sí. Lo mismo ocurre con la variable de capacidad portante del suelo o con el riesgo por inestabilidad de laderas.

En los estudios en los que se han tenido en cuenta los **riesgos climáticos**, se ha establecido cierto nivel de restricción con una capacidad de acogida media (ID.9, entre otros). Su utilización como variable es minoritario (25%). Su estimación se realiza a partir de la cota altitudinal de mayor frecuencia de heladas y nevadas según la cota a la que se sitúan las estaciones meteorológicas de la zona. La inclusión de esta variable está relacionada con la seguridad vial en la vía y el previsible sobre coste de mantenimiento de la infraestructura. La incorporación de esta variable en la síntesis parcial del condicionante físico puede ser de interés en carreteras que atraviesan cadenas montañosas de cierta entidad.

Otra variable utilizada de forma minoritaria es el riesgo de **Erosión potencial** o tasa de pérdida de suelo (t /ha-año). Esta variable sirve de complemento al **riesgo de inestabilidad de laderas**, ya que ayuda a establecer las zonas con mayor riesgo potencial de sufrir

procesos erosivos en ausencia de cubierta vegetal (laminar y regueros) según el modelo RUSLE (Renard *et al.*, 1991). Una fuente de referencia para la inclusión de esta variable es el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, INES (MARM, 2002).

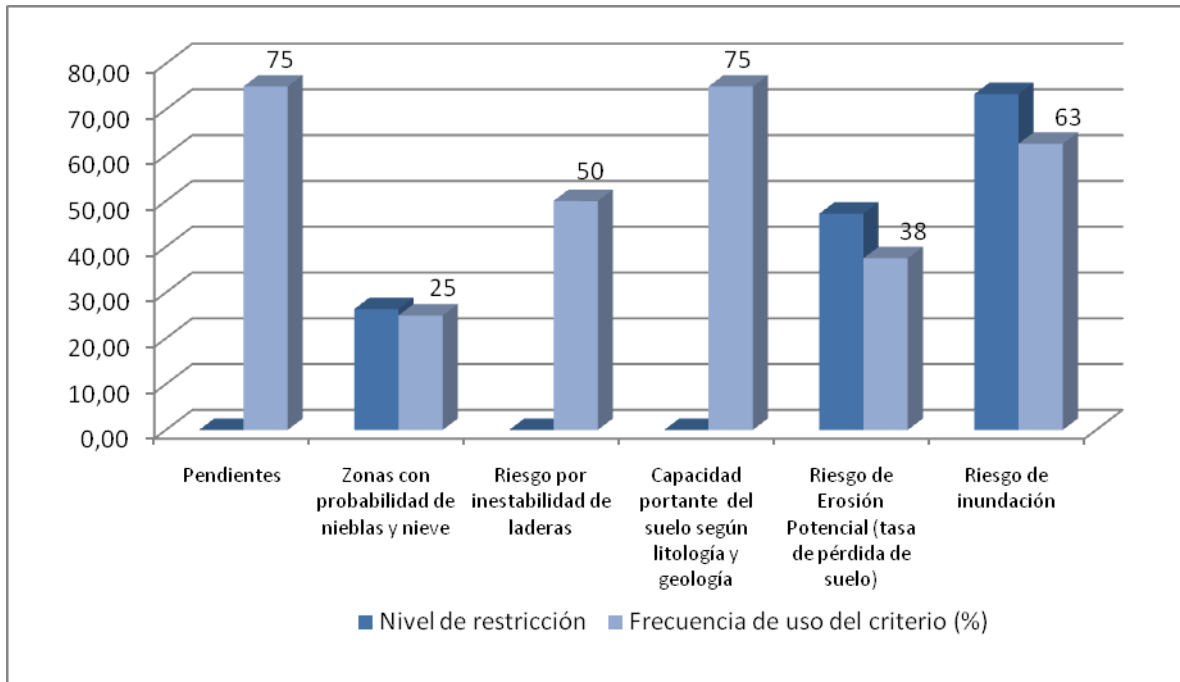


Figura 3. Principales variables analizadas para la obtención del mapa de síntesis parcial del condicionante físico.

Condicionantes ambientales

La articulación de las consideraciones ambientales dentro del proceso de definición sucesiva de la actuación se consigue mediante el análisis cartográfico de los distintos aspectos de la fragilidad ambiental (Gómez Orea, 2003).

Entre las diferentes variables ambientales estudiadas, las más frecuentes son el **paisaje** (75%) y la calidad de los diferentes **biotopos** subdivididos en: **tipologías de cultivo** (75%), **zonas húmedas** (53%) o la **presencia de masas arbóreas** (50%), entre otros. La valoración de los cultivos se ha realizado de forma conjunta en la mitad de los casos analizados (al cultivo de regadío y cultivo de secano se le asigna igual capacidad de acogida), separándose en función de su tipología tan solo en el 25% de los casos, ver Figura 4.

En la definición de la calidad del biotopo, el principal criterio para la asignación de un nivel de restricción ambiental se debe al nivel de desarrollo del ecosistema (presencia de diferentes estratos en el ecosistema y diversidad de especies) y su potencial para albergar especies faunísticas. Las zonas con capacidad de acogida baja y muy baja son las zonas húmedas, masas mixtas y puras de especies arbóreas, la vegetación de ribera y los roquedos o gleras. Respecto a los cultivos, la capacidad de acogida del territorio pasa a un nivel medio. En el caso de plantaciones forestales de especies alóctonas y autóctonas o zonas de matorral, el nivel de acogida promedio es de tipo alto o muy alto.

Como algo excepcional aparece la **afección a acuíferos** (13%), estableciéndose categorías desiguales en función de la permeabilidad del suelo y la tipología de acuífero presente en la zona de estudio. Este factor solo se ha utilizado en Aragón, posiblemente porque en esta CCAA existe información cartográfica al respecto.

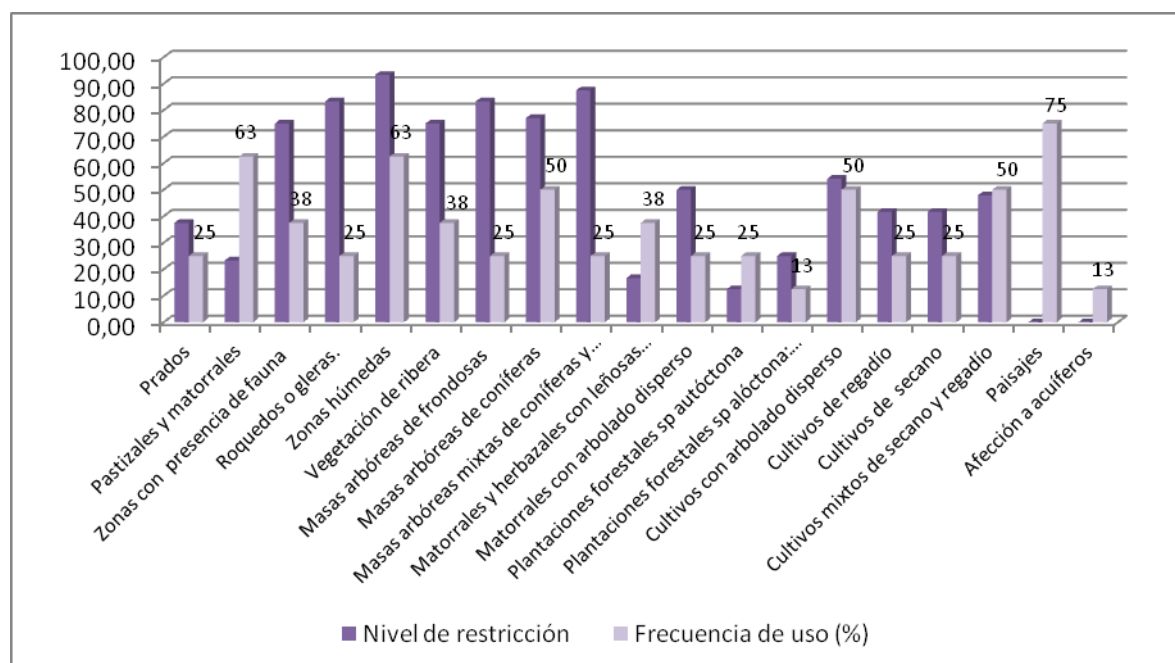


Figura 4. Principales variables analizadas para la obtención del mapa de síntesis parcial del condicionante ambiental.

Respecto al factor paisajístico, pese a ser muy utilizado (75% de los estudios), no se ha constatado unos criterios claros y homogéneos entre los diferentes estudios analizados. Por ello, no se ha podido establecer una tendencia de asignación de la capacidad de acogida del territorio. Cabe destacar que en casi ninguno de los estudios analizados se ha realizado ningún análisis de cuencas visuales con un SIG, salvo en dos (ID. 9 y 12).

Las variables más utilizadas en relación con las restricciones ambientales son la presencia de **figuras de protección** de carácter europeo, nacional o autonómico de primer nivel (Z.E.P.A., LICs, Red de Espacios Protegidos de la CCAA) con un 100% de frecuencia, la presencia de hábitats prioritarios y no prioritarios según la Directiva 92/43/CEE³ con un 88 y un 63%, respectivamente, y las Áreas importantes para las Aves (I.B.A.S)⁴ con un 50%.

Los **Puntos de Interés Geológico** (PIG), los cuales son consultables en la base de datos PATRIGEO⁵, son escasamente utilizados (13%) y reciben una capacidad de acogida baja.

Otras variables utilizadas de manera más minoritaria son las zonas con figuras de protección establecidas por las diferentes legislaciones de las CCAA. Un ejemplo de ello son los

³ 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 la flora silvestres.

⁴ El Programa de Conservación de las Áreas Importantes para las Aves de BirdLife (Important Bird Areas, IBA) es una contribución al establecimiento de estrategias de conservación, utilizando a las aves como indicadores de las áreas con mayor riqueza natural.

⁵ Base de datos PATRIGEO es elaborada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

<http://www.igme.es/internet/geologia/Web%20Geologia/pagBasesDatos.htm>

paisajes protegidos, los monumentos naturales o la presencia de montes preservados, entre otros.

En general, todas las variables ambientales con figuras de protección basadas en alguna figura legislativa obtienen niveles de capacidad de acogida bajo o muy bajo.

Condicionantes territoriales

Los principales condicionantes territoriales utilizados son aquellos que están directamente relacionados con algún tipo de normativa legislativa que establezca algún tipo de protección o regulación del territorio frente a la implantación de una infraestructura lineal. De forma complementaria se han incorporado aquellos factores que tienen una repercusión directa sobre el desarrollo económico y social de la zona en estudio.

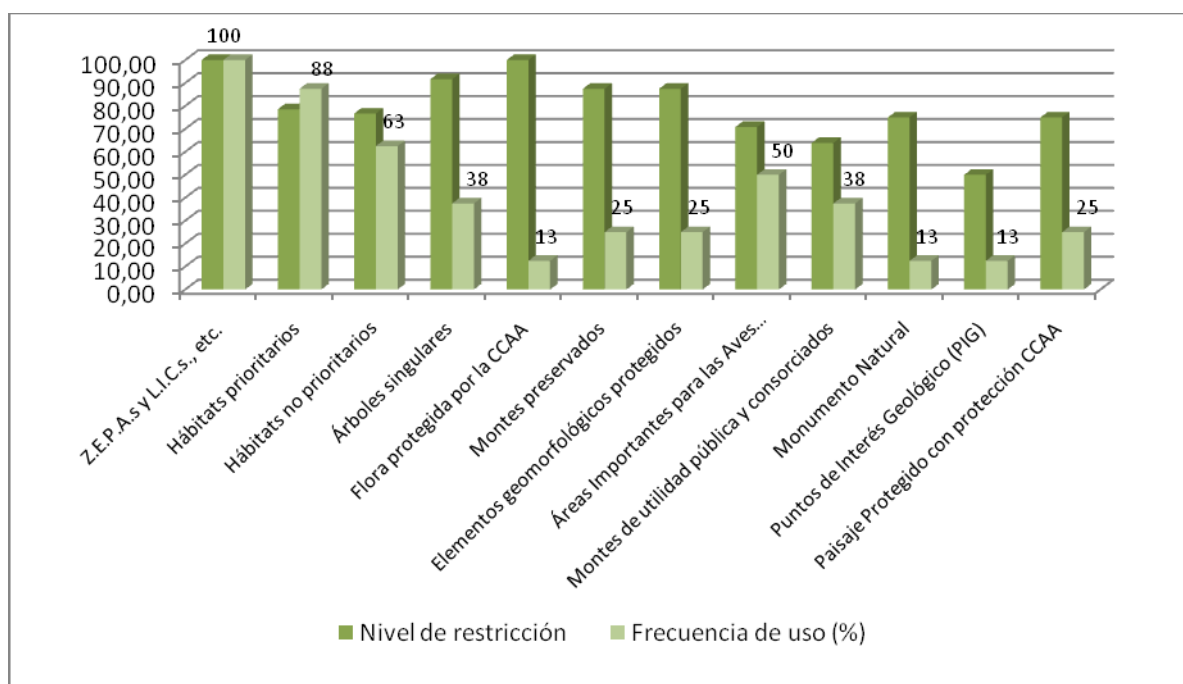


Figura 5. Principales variables analizadas para la obtención del mapa de síntesis parcial según el condicionante ambiental en zonas con alguna figura de protección.

Respecto a la presencia de variables territoriales relacionadas con el desarrollo económico y social del territorio, cabe destacar las categorías de suelo asociadas a la **planificación urbana** (suelo de categoría urbano y urbanizable) con un nivel de acogida muy bajo. Cabe destacar que el suelo rústico aparece valorado sin detallar (38% de las veces) o según los diversos subtipos que establecen algunas legislaciones autonómicas de Ordenación del territorio (38%). En ambos casos, el nivel de capacidad de acogida establecido es de nivel medio.

Además de estos factores, aparecen otros relacionados con la planificación de infraestructuras y del territorio como son: **presencia de infraestructuras lineales** de interés (capacidad de acogida baja), la existencia de zonas de policía del Dominio Público Hidráulico (capacidad de acogida media) o la **existencia de un corredor de infraestructuras** en la zona. Dado que estos factores no están presentes siempre en el

territorio, parece lógico que su frecuencia de uso no sea tan alta como en el caso anterior (entre un 13-38%).

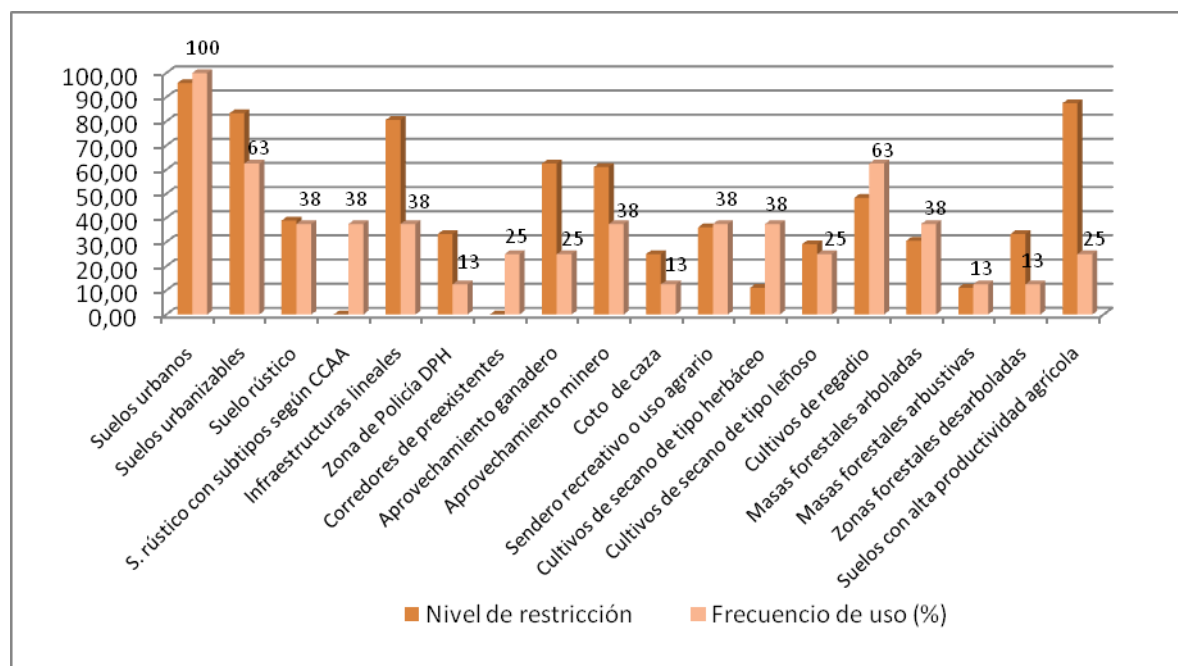


Figura 6. Principales variables analizadas en la obtención del mapa de síntesis parcial según el condicionante territorial, zonas con interés en la planificación territorial.

Por último, con respecto a los factores asociados a intereses económicos, destaca la aficción a **cultivos de regadío** (63%, con capacidad de acogida media) y, en menor medida, la aficción a **zonas con aprovechamientos mineros** (existentes o en trámite de aprobación) y **ganaderos** (38 y 25%, con capacidad de acogida baja), **zonas de cultivos herbáceos de secano** (25%) o las **masas forestales arbustivas** (38%), ambas con capacidad de acogida muy alta.

Otros elementos a destacar, aunque minoritarios, son: la presencia de **cotos de caza** (capacidad de acogida media) o la catalogación del suelo en función de su alta **productividad agrícola** según los valores asignados por el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España a la capacidad agrológica de cada tipo de suelo.

Condicionantes culturales

Al igual que ocurría con los condicionantes territoriales, los condicionantes culturales más frecuentes son los relacionados con la legislación existente en la materia. Junto a estos, se incluyen otros asociados a la existencia potencial de recursos de interés en la zona. Así, los **senderos de carácter histórico** como: Vías Pecuarias, el Camino de Santiago⁶ o la ruta de la Plata, entre otros, son tenidos en cuenta de forma mayoritaria (75%). Su capacidad de acogida es baja y no muy baja, ya que la legislación permite la modificación de su trazado, siempre y cuando se restaure el trazado con pequeñas modificaciones y no se altere su funcionalidad⁷. Otros factores tenidos en cuenta de forma destacada son los **Bienes de**

⁶ Bien de Interés Cultural y con un perímetro de protección recogido en el Decreto 63/2006 de 30 m.

⁷ Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.

Interés Cultural⁸ y la presencia de **yacimientos arqueológicos y paleontológicos** (50% de frecuencia en ambos casos), asignándose una capacidad de acogida muy bajas a ambos. Otro factor tenido en cuenta ha sido el potencial de determinadas zonas en poseer yacimientos arqueológicos de interés debido a la proximidad a una zona con alta densidad de yacimientos de interés.

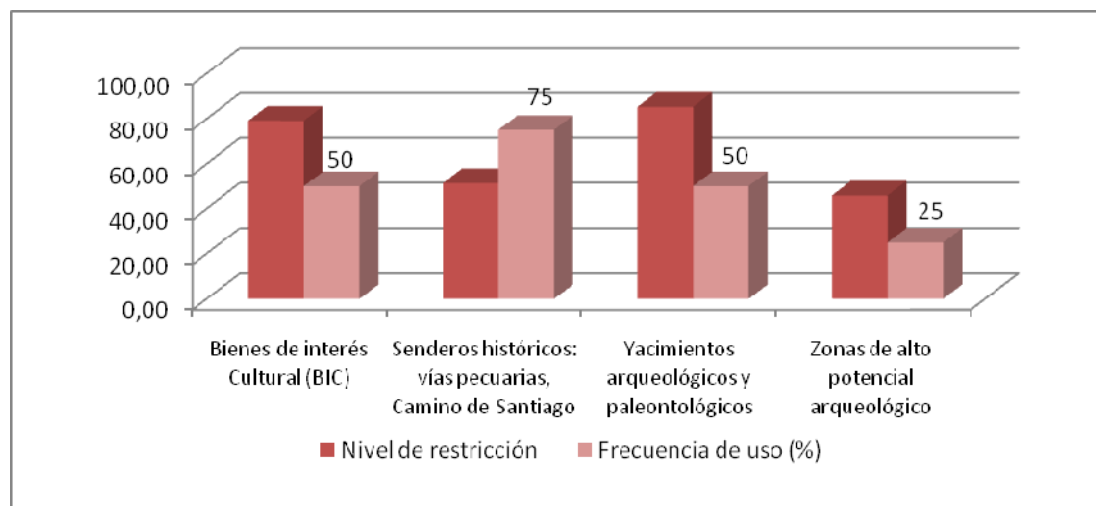


Figura 7. Principales variables analizadas para la obtención del mapa de síntesis parcial del condicionante cultural.

3.2 Análisis crítico de la estimación de la capacidad de acogida del territorio.

A continuación se realiza un análisis crítico basado en la revisión de los Documentos Iniciales consultados, en relación a la asignación de la capacidad de acogida del medio. Estos se han agrupado en función de los 4 mapas de síntesis que deben obtenerse.

Condicionantes físicos

- No existe una escala homogénea en la definición de la capacidad de acogida del medio en función de los intervalos de pendientes. De esta manera, hay proyectos donde la capacidad de acogida es muy baja para pendientes superiores al 50%, mientras que en otros se establece a partir del 30%. Deberían establecerse valores relativos a la pendiente media de la zona, permitiendo homogenizar la asignación de capacidad de acogida en terrenos de diferente índole.
- En algunos estudios se utiliza la clasificación de “accidentado” o “muy accidentado”, sin indicar el rango de pendiente al que se refiere. Esto introduce subjetividad al análisis.
- Excepto en dos Estudios (ID. 11 y 21), no se realizan estimaciones de la posibilidad de inundaciones en el entorno de ríos.
- Excepto en un Estudio (ID. 21), no se hace referencia a la normativa PG3⁹ al analizar la capacidad portante del terreno ni a las características geotécnicas de la geología.

⁸ Bien de Interés Cultural (también conocido por sus siglas BIC) es una figura jurídica de protección del patrimonio histórico español, tanto mueble como inmueble. Se rige por la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. Listado de BICS en: <http://www.mcu.es/patrimonio/CE/BienCulturales/Definicion.html>

⁹ Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras. PG-3 (Orden de 6 de febrero de 1976 y actualizaciones).

Condicionantes ambientales

- Pese a existir un Plan de Recuperación de una especie botánica protegida, en un Estudio (ID. 2) no se tiene en cuenta el mismo, justificando que “ya que el Decreto que lo regula no considera la realización de una carretera como actividad incompatible”. Además, se ignora la zonificación de protección establecida por el Plan que define un área crítica y una zona de influencia.
- No se han considerado limitantes para el trazado las cuadrículas UTM 10 x10 km de presencia de especies protegidas, ya que en ellas “su localización es muy aproximada” (ID. 2).
- La valoración del paisaje se encuentra condicionada a la calidad estética de cada zona analizada. Así, por ejemplo, un paisaje agrícola con cultivos de naranjos es valorado con alta capacidad de acogida en algunos proyectos cuando estos son numerosos en el paisaje, y de baja capacidad en zonas donde predominan los cultivos de secano y aparece un pequeño cultivo de estos árboles. Como complemento a esta necesaria valoración relativa a la calidad paisajística de cada zona, podría ser útil la valoración realizada por Otero *et al.* (2007) para toda España en base al Atlas de los Paisajes Españoles (Mata *et al.*, 2003).
- En la caracterización de la tipología de vegetación de una zona no se describe la superficie relativa que ocupa o su grado de endemidad. Este indicador podría ayudar a establecer la importancia de dicha vegetación (excepción ID.9) y facilitar la definición de la capacidad de acogida.
- La creación de mapas de ruido para la valoración de corredores solo se ha utilizado en un caso (ID. 11). Su uso es recomendable en zonas próximas a grandes superficies urbanas y urbanizables. En función del método de cálculo empleado, el límite del área estudiada puede venir predefinido, como es el caso del método XP S 31-133 (Método Francés de Previsión de Ruido en Carreteras) recomendado para la UE¹⁰, el cual establece una distancia de 800 m para grandes viales y grandes vías ferroviarias (Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del País Vasco, 2005). Si se tiene en cuenta el área de estudio propuesta por esta metodología, por ejemplo, podrían establecerse dos bandas con diferente capacidad de acogida. Una primera banda podría ser de 800 a 300 metros desde el límite de la zona urbana, asignándole una capacidad de acogida media o baja según el tráfico estimado, la altura de los edificios y la tipología de éstos. La segunda banda sería de 300 metros hasta el límite de la zona urbana, asignándose una capacidad muy baja. Una vez definida la traza final durante la fase B, es necesario realizar un mapa de ruido de forma generalizada siempre que ésta se sitúe en alguna de las bandas indicadas según establece la Ley del Ruido 37/2003¹¹. No obstante, se debe tener en cuenta el planeamiento territorial y urbanístico en relación a las servidumbres acústicas en los ámbitos territoriales de ordenación afectados.
- Es frecuente asignar una capacidad de acogida del territorio sin tener en cuenta el estado de conservación de las masas arbóreas, su número de estratos o su nivel de naturalidad, es decir, concordancia con la vegetación autóctona que debería existir en dicha zona. Para estimar estos parámetros sería recomendable utilizar el Mapa

¹⁰ Recomendación de la Comisión, de 6 de agosto de 2003, relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes.

¹¹ Ley del Ruido 37/2003 y su desarrollo en el RD 1513/2005, como transposición a la legislación Española de la Directiva del Ruido 2002/49/CE.

de Vegetación Potencial (Rivas Martínez, 2007), el Mapa Forestal Español (1:50.000) o los datos del Tercer Inventario Forestal Español (IFN3) que recoge información sobre la biodiversidad de las masas forestales (estratos, densidad, grado de desarrollo). Algunos ejemplos donde no se tiene en cuenta estos criterios son el ID. 14, 16 o 17.

- No existen cálculos de fragmentación de ecosistemas sobre los corredores propuestos, ni si quiera cuando estos atraviesan un Parque Natural (caso del ID. 21, por ejemplo). Tampoco se tienen en cuenta la calidad de los ecosistemas de transición, es decir, aquellos ecosistemas que por sí mismos presentan una calidad natural menor, pero que sirven para conectar otros ecosistemas de mayor valor ambiental.

Condicionantes territoriales

- La importancia de la productividad agrícola de los cultivos o del tipo de suelo no se tiene en cuenta en la mayoría de los análisis estudiados (excepción ID. 7). La única diferenciación se realiza entre los cultivos de secano y regadío, sin establecerse diferenciación entre el valor económico de cada uno de los subtipos que pueden incluirse en estas dos categorías o su importancia en la economía local. Una cartografía que podría emplearse para reducir esta deficiencia es la cartografía SIOSE¹² y el Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios - SIGA¹³
- La utilización de la zonificación de los Planes de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) es un apoyo interesante en la definición de la capacidad de acogida del territorio, tal y como establece la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Su uso está relacionado con la existencia de figuras de protección como los Parques Naturales y Nacionales. Sin embargo, solamente se ha usado esta zonificación en un Estudio (ID. 12), pese a que en otros estudios también se analizaban zonas con las mismas figuras de protección (caso del ID. 21, por ejemplo).
- La utilización de los Planes de Ordenación del Territorio es frecuente en los Estudios consultados, no así aquellos que se encuentran en fase de aprobación (excepción ID. 12).

Condicionantes culturales

- La zona de protección en torno a los elementos puntuales como los BIC o las Vías Pecuarias difiere de unos Estudios a otros. En algunos casos se seleccionan las distancias establecidas por los Planes Generales de Ordenación Urbana o las Normas Complementarias y Subsidiarias de Planeamiento para la Protección del Patrimonio para elementos etnográficos (ID. 12). En otros casos no se justifican esas distancias. Además, en algún Estudio se llega a considerar la posibilidad de traslado de elementos de pequeño tamaño, asumiendo que no existen zonas de capacidad de acogida baja o muy baja para el condicionante cultural.
- En la asignación de la capacidad de acogida de las Vías Pecuarias suele fijarse un nivel medio de acogida, sin establecerse una valoración con mayor detalle según su

¹² SIOSE es el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, cuyo objetivo es integrar la información de las Bases de Datos de coberturas y usos del suelo de las Comunidades Autónomas y de la Administración General del Estado.

¹³ El SIGA ofrece información cartográfica y alfanumérica sobre los mapas temáticos sobre variables agroclimáticas, informes sobre municipios y estaciones meteorológicas y mapa de cultivos y aprovechamientos agrícolas para todo el ámbito nacional.

tipología (cañada, cordel, vereda o colada). Esto podría facilitar los costes de modificación de su trazado, ya que según cada tipología, el ancho de ocupación es diferente (excepción ID. 22).

4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tras el análisis realizado se ha podido constatar que la calidad media de los estudios realizados para la Fase A de los Estudios Informativos es aceptable en términos generales. Pese a ello, se han detectado diversos aspectos a mejorar relacionados con los cuatro condicionantes analizados.

En relación con los condicionantes físicos, es necesario establecer una metodología común de valoración de los riesgos geotécnicos existentes junto con la incorporación de escalas concretas de intervalos de pendiente. Además, en el futuro pliego podría incluirse la necesidad de utilizar cartografía temática concreta como el Inventario Nacional de Suelos (en especial en lo referente a la erosión potencial).

En caso del condicionante ambiental, éste es valorado con desigual calidad. Por un lado, las zonas que presentan algún tipo de protección establecida por la legislación vigente se le asignan valores muy parecidos en los diferentes Estudios analizados. En cambio, en la valoración de otros factores como el paisaje, la calidad de los biotopos o la biodiversidad del territorio, existe gran divergencia. Esta variabilidad se debe a que en el pliego no se recomienda ninguna fuente de información cartográfica concreta relacionada con estos factores ni se establecen criterios de valoración. Además, dado que la asignación de una valoración de capacidad de acogida a cada uno de estos factores suele ser de cierta complejidad, desde el Órgano Ambiental deberían proponerse metodologías concretas que se aplicaran de forma sistemática en todos los estudios, reduciéndose así la gran subjetividad existente en la actualidad a la hora de valorar dichos factores. De esta manera, se reducirían el número de alegaciones de carácter ambiental que este tipo de proyectos suele recibir durante el proceso de Consultas previas. En la actualidad, se está avanzando en este sentido, pero mientras no se exija su utilización en el pliego de forma concreta, no habrán cumplido el objetivo por el que fueron creadas.

Otro elemento a mejorar en este tipo de estudios es la ausencia de la utilización de indicadores de fragmentación de ecosistemas en función de los corredores propuestos o la cuantificación de impactos paisajísticos con el cálculo de cuencas visuales en SIG. Su uso también podría exigirse en el pliego.

Respecto a los condicionantes territoriales, se deberían incluir criterios cuantitativos en su valoración (productividad agrícola, por ejemplo), junto con un mayor nivel de detalle en la descripción de tipologías de cultivo o las tipologías de suelo rústico según los Planes de Ordenación Territorial de carácter autonómico.

En el caso del condicionante cultural, desde la Administración se deberían establecer claramente las distancias de seguridad en torno a los diferentes elementos a conservar.

Todas estas mejoras pueden ser fácilmente incluidas en los futuros Estudios Informativos de carreteras, ya que en la actualidad existe cartografía temática suficiente y *softwares* especializados para su implantación.

REFERENCIAS

- Arce, R. M., Ortega, E., & Otero, I. (2010). Los sistemas de información geográfica aplicados a la evaluación ambiental en la planificación de infraestructuras del transporte. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, nº 165-166, 513-528.
- Arce, R., & Gullón, N. (2000). The application of strategic environmental assessment to sustainability assessment of infrastructure development. *Environmental Impact Assessment Review*, 20.(3).393-402.
- Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del País Vasco. (2005). *Guía metodológica para la realización de mapas de ruido*. Euskadi.net.
- Domínguez, M. L. (1996). Caso práctico de evaluación de impacto ambiental de carreteras: Variante de Borriol (Castellón). *Informes de la Construcción* (47, 441-442), 39.
- Gómez Orea, D. (2003). *Evaluación de impacto ambiental*. Mundi-Prensa Editorial. Madrid.
- Gómez Orea, D. (2004). *Recuperación de espacios degradados*. Mundi-Prensa Editorial. Madrid.
- Gómez, M., & Barredo, J. L. (2005). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. RA-MA Editorial.
- Jankowski, P. (1995). Integrating geographical information-systems and multiple criteria decision-making methods. *International Journal of Geographical Information Systems*, 9. (3).251-273.
- Loro, M., Martín, B., Arce, R. M., & Otero, I. (2011). *Valoración de la integración paisajística de las autopistas españolas por agentes implicados en su gestión*. VI Congreso Nacional de EIA. 6-8 abril 2011. Albacete.
- MARM. (2002). *Inventario nacional de erosión de suelos (INES)*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Mata, R., et al. (2003). *Atlas de los paisajes españoles*. Ministerio de Medio Ambiente.
- Ministerio de Fomento (1983). *Recomendaciones para la redacción de los estudios de carreteras. Estudio informativo*. MOPU Editorial. Madrid.
- Ministerio de Fomento (2009). *Pliego de Prescripciones Técnicas para la Redacción del Estudio Informativo. Criterios De Valoración. Autovía Del Norte A-1. Tramo Burgos-Miranda De Ebro*.
- Otero, I., Mancebo, S., Ortega, E., & Casermeiro, M. A. (2007). Mapa de calidad del paisaje de España. M+A. *Revista Electrónica de Medioambiente*, 4(18-34).
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., & Porter, J. P. (1991). RUSLE: Revised universal soil loss equation. *Journal of Soil and Water Conservation*, 46 (1), 30-33.
- Rivas Martínez, S. (2007). Mapa de series, geoserias y geopermaseries de vegetación de España. Revisión del mapa de vegetación potencial de España. *Itinera geobotánica*.
- San Emeterio, F., López, I., & Valverde, J. (2008). *Aportaciones de la administración andaluza a la relación carretera paisaje*. II Congreso Internacional de Paisaje e Infraestructuras. 12-15 noviembre 2008. Granada.