

TAXUS MEDIO AMBIENTE

Área de Medio Ambiente y Sostenibilidad

Propuesta metodológica para la elaboración de mapas de capacidad de acogida mediante herramientas SIG y el análisis cuantitativo de alternativas

J. RODRÍGUEZ GARCÍA, J. R. PÉREZ GARCÍA, M. SÁNCHEZ ARANGO y J. GRANERO CASTRO

La determinación de la capacidad de acogida del territorio frente a un proyecto resulta de gran utilidad durante el proceso de análisis cuantitativo de alternativas. Se define como capacidad de acogida del territorio a la aptitud o grado de idoneidad del mismo en función de los elementos físicos, ambientales y sociales que lo conforman para admitir distintas actividades, teniendo en cuenta las características del proyecto. Mediante el empleo de herramientas SIG, se plantea la elaboración de una serie de planos temáticos para

cada uno de los factores del medio a considerar, cuya combinación generará una serie de planos de síntesis: física, ambiental-cultural y territorial. Mediante el cruce de las diferentes alternativas con el plano de síntesis global, es posible analizar cuantitativamente cada alternativa objeto de estudio y elegir la mejor de ellas.

PALABRAS CLAVE: SIG, capacidad de acogida, análisis cuantitativo, alternativas, mapa de síntesis.

I. INTRODUCCIÓN

La determinación de la capacidad de acogida de un territorio frente a un proyecto representa una herramienta de gran utilidad durante el proceso de análisis cuantitativo de alternativas, definiéndose esta como la «aptitud o grado de idoneidad del mismo en función de elementos físicos, ambientales y sociales que lo conforman para admitir distintas actividades».

Así, a través del cruce de las diferentes alternativas con el plano de síntesis global, es posible analizar cuantitativamente cada alternativa objeto

de estudio y elegir la mejor de ellas en base a una compilación de criterios.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la metodología se hace necesario disponer de sistemas de información geográfica que permitan la conversión de la cartografía vectorial a ráster (rasterización), la realización de operaciones de reasignación o reclasificación y el álgebra de mapas.

FIG. 1. Rasterización:
conversión de una capa
vectorial a formato ráster.
Fuente: Taxus Medio
Ambiente, S.L.

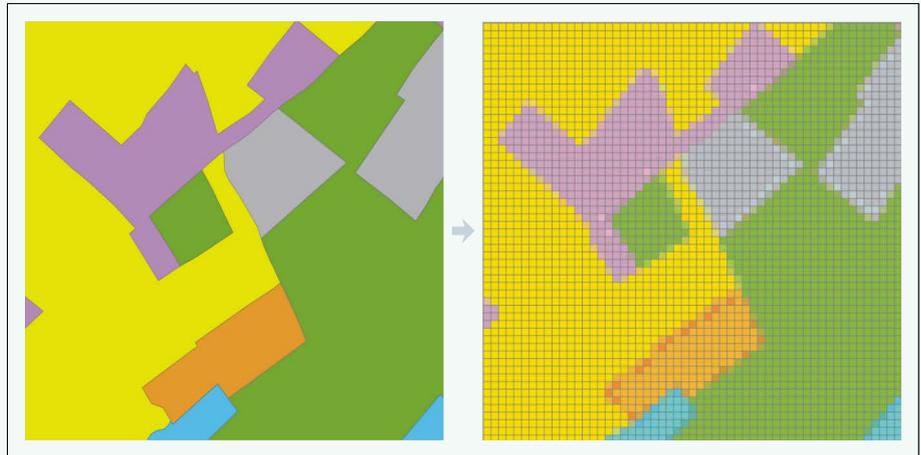
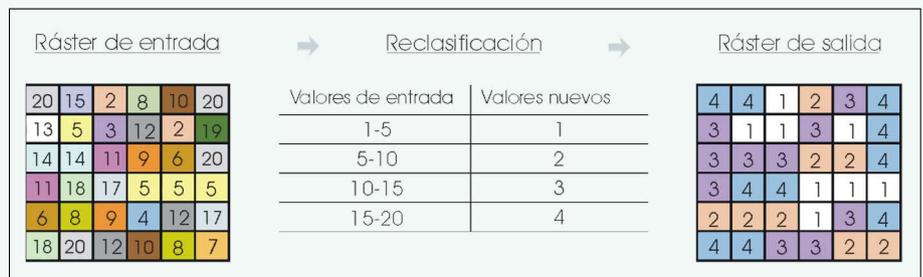


FIG. 2. Proceso de
reclasificación de una capa
ráster. Fuente: Taxus Medio
Ambiente, S.L.



La rasterización consiste en transformar la información contenida en una capa vectorial a una capa ráster (matriz de celdas o píxeles organizados en filas y columnas) de acuerdo a la información contenida en un campo numérico creado anteriormente de acuerdo a la evaluación realizada de cada elemento del territorio estudiado (Fig. 1).

Las operaciones de reasignación o reclasificación de una capa ráster son necesarias para poder unificar las valoraciones establecidas de cada variable. Así, si se cuenta con cartografía de naturaleza ráster, será necesario reclasificarla para disponer de la misma estructura/valoración que en el resto de variables usadas (véase el caso de la pendiente). Asimismo, se deberán establecer unos rangos que permitan asignar la misma puntuación que en el caso de las variables vectoriales (Fig. 2).

Por último, el álgebra de mapas consiste en el uso de herramientas que permitan la combinación de las capas obtenidas tras los procesos de rasterización y reclasificación, obteniendo un mapa final que combina todas las variables estudiadas píxel a píxel.

A continuación, para el desarrollo de la metodología empleada se expone el caso práctico de un proyecto de duplicación de una carretera entre dos núcleos urbanos, a través del estudio de ocho corredores como alternativas.

Cabe mencionar que la aplicación de esta metodología solo se podrá realizar en las zonas del territorio donde no esté prohibido expresamente el desarrollo del proyecto analizado. Las áreas donde no se pudiera ubicar dicha actividad quedarían excluidas directamente del análisis.

Una vez descritos y analizados los principales elementos del medio ambiente que pueden verse afectados por la ejecución del proyecto, se procede a ponderar las variables de acuerdo a la mayor o menor capacidad de acogida del territorio. Cada capa presenta una tipología de elementos a valorar, haciéndose necesario implementarles un campo numérico y asignarles una puntuación. En este caso se han establecido los siguientes niveles de capacidad de acogida: MUY BAJA-1 (rojo), BAJA-2 (naranja), MEDIA-3 (amarillo), ALTA-4 (verde).

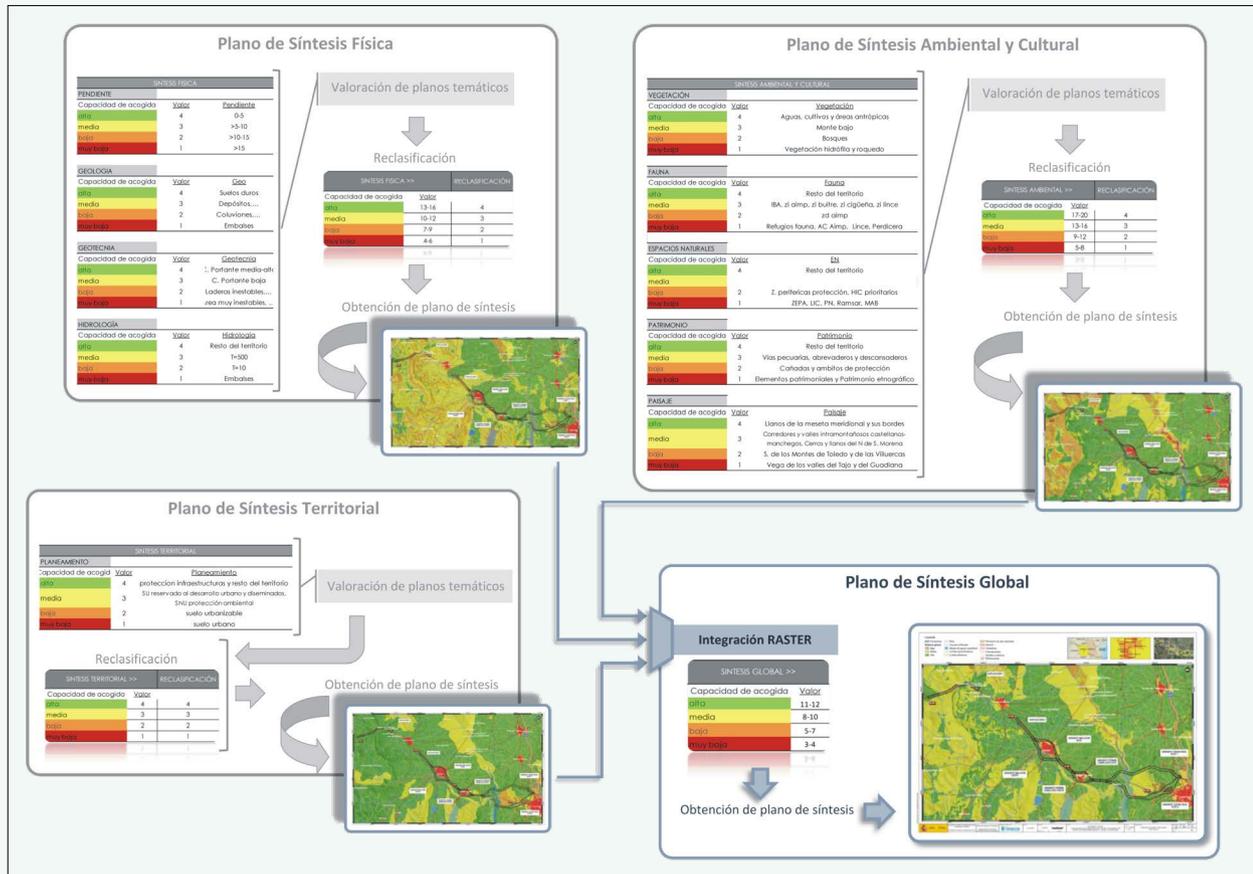


FIG. 3. Esquema general del proceso. Fuente: Taxus Medio Ambiente, S.L.

El proceso consiste en la realización de tres planos de síntesis: física, ambiental-cultural y territorial. De acuerdo a las variables consideradas, se procede a asignar valores de 1 a 4 según la capacidad de acogida sea muy baja o alta (respectivamente), para cada uno de los elementos del medio, definiendo los criterios que se emplean en la asignación. Seguidamente, se procede a realizar una integración ráster de las capas que conformarán cada plano de síntesis para posteriormente reclasificar dicha capa de forma que se obtenga un plano global (Fig. 3).

1. PLANO DE SÍNTESIS FÍSICA

Para la elaboración del plano de síntesis física se ha considerado la siguiente información carto-

gráfica: pendiente, geología, geotecnia e hidrología (Figs. 4 y 5).

Cada variable considerada es rasterizada por el valor de capacidad de acogida establecido según los criterios determinados. Una vez obtenidos los planos temáticos (Fig. 4) en formato ráster (ya valorados), se integran conjuntamente y se vuelven a reclasificar para obtener el plano de síntesis física (Fig. 5), donde los valores van de 1 a 4 según la menor o mayor capacidad de acogida del territorio para el proyecto objeto de estudio (Cuadro I, Cuadro II).

2. PLANO DE SÍNTESIS AMBIENTAL-CULTURAL

En esta etapa se considera la información ambiental y cultural referida a vegetación, fauna, espacios

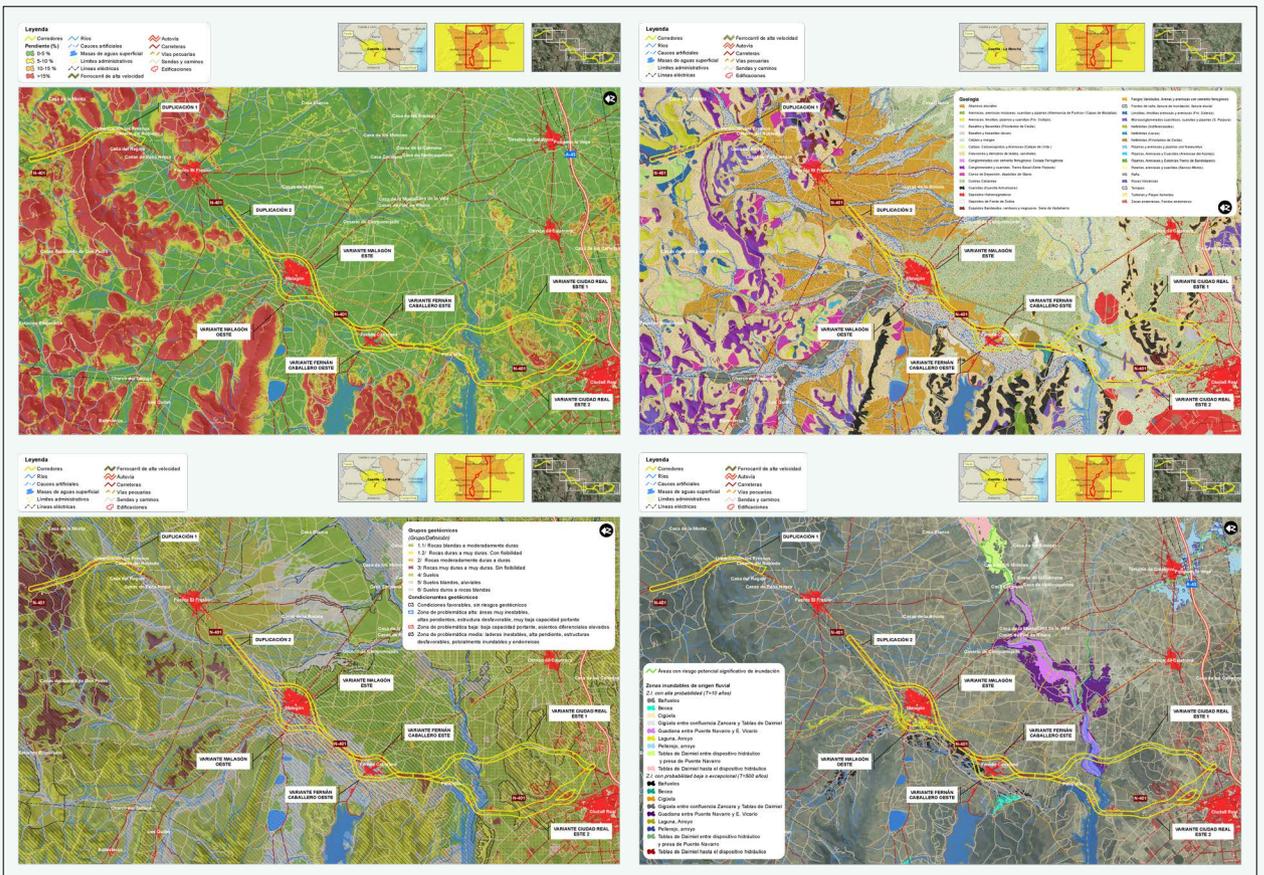


FIG. 4. Planos temáticos de las variables para la realización del plano de síntesis física. De izquierda a derecha, y de arriba abajo: pendiente y orografía, geología, geotecnia e hidrogeología superficial.

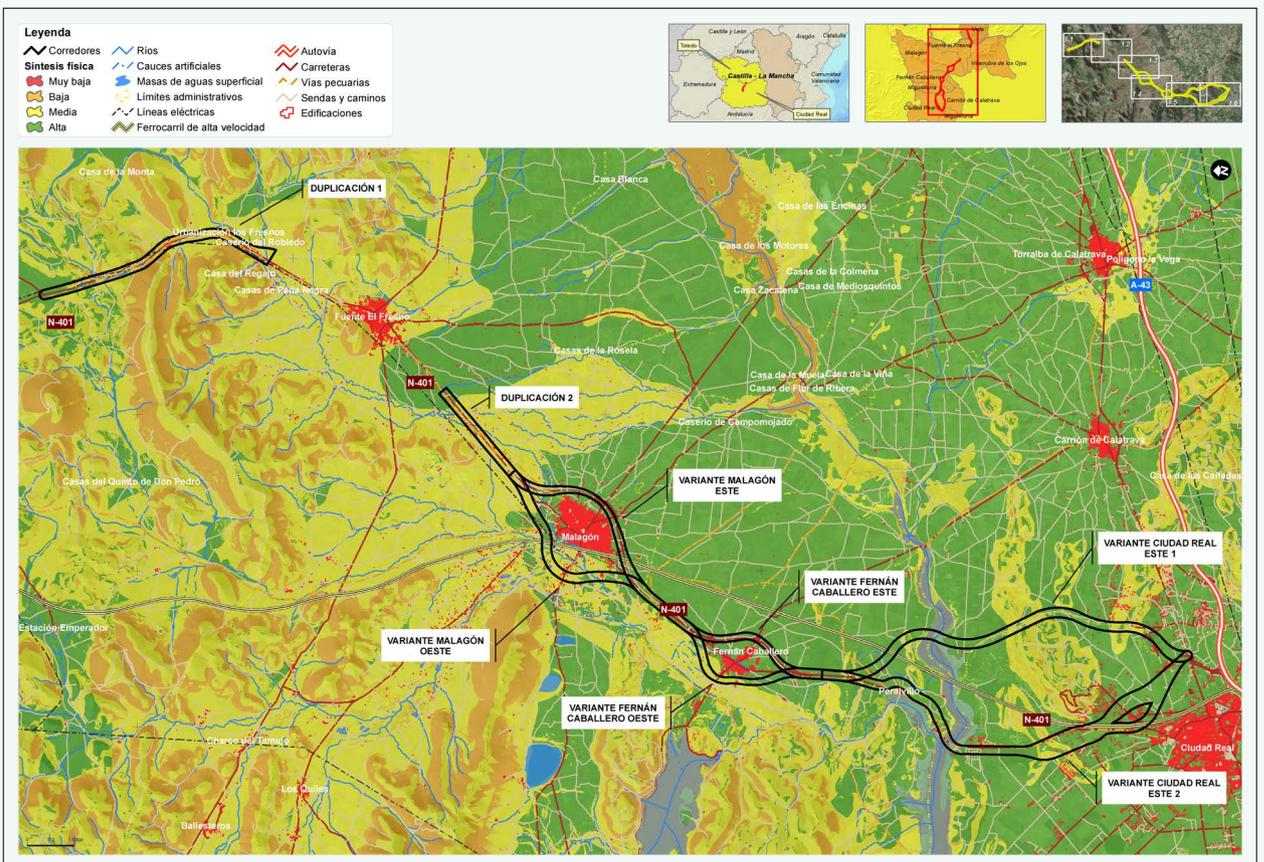


FIG. 5. Plano de síntesis física.

CUADRO I. *Parámetros, valoración y criterios considerados en la elaboración del plano de síntesis física*

SÍNTESIS FÍSICA		
PENDIENTE		
Capacidad de acogida	Valor	(%)
alta ■	4	0-5
media ■	3	>5-10
baja ■	2	>10-15
muy baja ■	1	>15
GEOLOGÍA		
Capacidad de acogida	Valor	
alta ■	4	Suelos duros, materiales cohesivos y granulares...
media ■	3	Depósitos poca coherencia, abanicos aluviales...
baja ■	2	Coluviones, derrubios de ladera, canchales...
muy baja ■	1	Resto del territorio
GEOTECNIA		
Capacidad de acogida	Valor	
alta ■	4	Capacidad portante media-alta
media ■	3	Capacidad portante baja-muy baja
baja ■	2	Laderas inestables
muy baja ■	1	Laderas baja muy inestables
HIDROLOGÍA		
Capacidad de acogida	Valor	
alta ■	4	Resto del territorio
media ■	3	T = 500
baja ■	2	T = 10
muy baja ■	1	Embalses

CUADRO II. *Valores de reclasificación tras la unificación de las variables físicas*

SÍNTESIS FÍSICA		RECLASIFICACIÓN
Capacidad de acogida	Valor	
alta ■	13-16	4
media ■	10-12	3
baja ■	7-9	2
muy baja ■	4-6	1

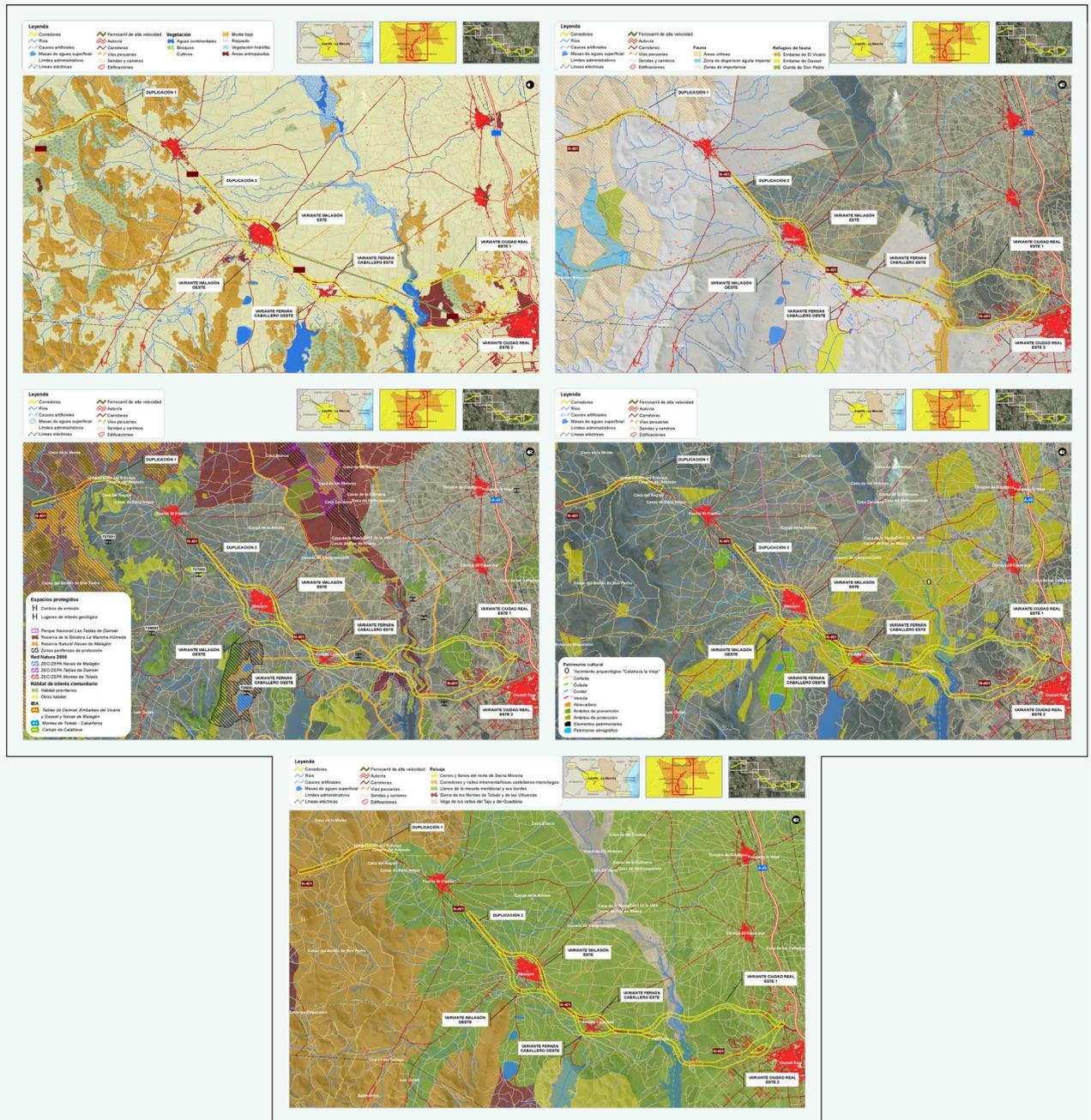


FIG. 6. Planos temáticos integrados para la obtención del plano de síntesis ambiental-cultural. De izquierda a derecha y de arriba abajo: vegetación, fauna, espacios protegidos, patrimonio cultural y paisaje.

protegidos, patrimonio cultural y paisaje (Fig. 6). Al igual que para el plano de síntesis física, se establecen los criterios para asignar la valoración (Cuadro III), y se procede a su rasterización.

Las capas de cada elemento del medio considerado (vegetación, fauna, espacios, etc.), son clasificadas en función de los criterios de aptitud preestablecidos, y se les asigna el valor correspondiente

CUADRO III. *Parámetros, criterios y valoración contenida en el plano de síntesis ambiental-cultural*

SÍNTESIS AMBIENTAL Y CULTURAL		
VEGETACIÓN		
Capacidad de acogida	Valor	
alta ■	4	Aguas, cultivos, áreas antrópicas
media ■	3	Monte bajo
baja ■	2	Bosques
muy baja ■	1	Vegetación hidrófila y roquedo
FAUNA		
Capacidad de acogida	Valor	
alta ■	4	Resto del territorio
media ■	3	Áreas importantes para las aves y zonas de importancia de especies protegidas
baja ■	2	Zona de dispersión del águila imperial
muy baja ■	1	Refugios de fauna, áreas críticas
ESPACIOS NATURALES		
Capacidad de acogida	Valor	
alta ■	4	Resto del territorio
media ■	3	–
baja ■	2	Zonas periféricas de protección, hábitats de interés comunitario prioritarios
muy baja ■	1	Red Natura 2000, Parque Nacional, Ramsar, Reserva de la Biosfera
PATRIMONIO		
Capacidad de acogida	Valor	
alta ■	4	Resto del territorio
media ■	3	Vías pecuarias, abrevaderos y descansaderos
baja ■	2	Cañadas, ámbitos de protección
muy baja ■	1	Elementos patrimoniales y etnográficos
PAISAJE		
Capacidad de acogida	Valor	
alta ■	4	Llanos de la meseta meridional y sus bordes
media ■	3	Cerros y llanos del norte de Sierra Morena y Corredores y valles intramontañosos castellano manchegos
baja ■	2	Sierras de los Montes de Toledo y de las Villuercas
muy baja ■	1	Vega del Guadiana-Cigüela y Tablas de Daimiel

CUADRO IV. *Valores de reclasificación del mapa de síntesis ambiental-cultural*

SÍNTESIS AMBIENTAL-CULTURAL		RECLASIFICACIÓN
Capacidad de acogida	Valor	
alta ■	17-20	4
media ■	13-16	3
baja ■	9-12	2
muy baja ■	5-8	1

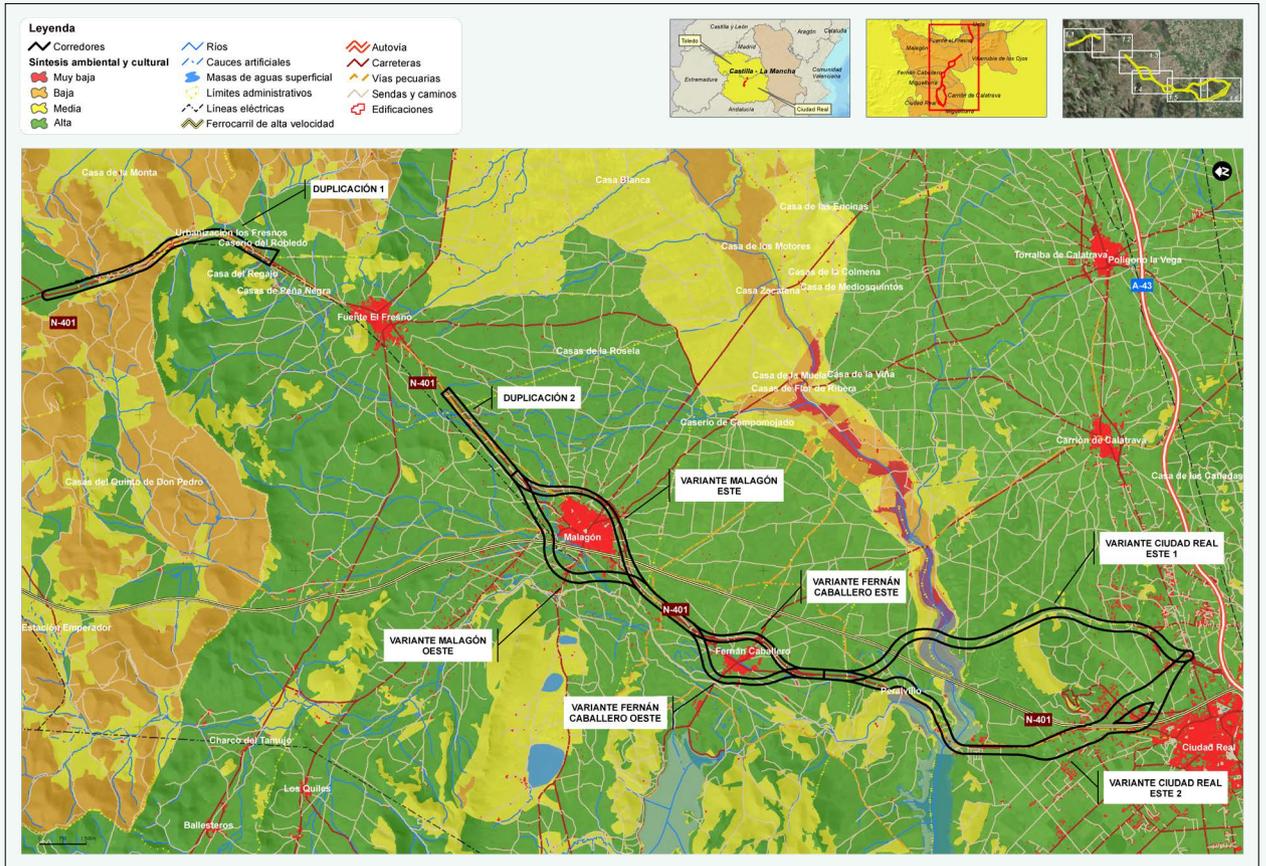


FIG. 7. Plano de síntesis ambiental-cultural.

CUADRO V. Criterios y valoración contenida en el plano de síntesis territorial

SINTESIS TERRITORIAL		
Capacidad de acogida	Valor	Planeamiento urbanístico
alta ■	4	Suelo no urbanizable, suelo protección infraestructuras
media ■	3	Suelo urbanizable reservado al desarrollo urbano y diseminados
baja ■	2	Suelo urbanizable
muy baja ■	1	Suelo urbano

CUADRO VI. Valores de reclasificación del mapa de síntesis territorial

SÍNTESIS TERRITORIAL		RECLASIFICACIÓN
Capacidad de acogida	Valor	
alta ■	4	4
media ■	3	3
baja ■	2	2
muy baja ■	1	1

de capacidad de acogida (según la mayor o menor aptitud del territorio para acoger el proyecto).

Una vez que se tienen las capas valoradas, se rasterizan, se ejecuta un sumatorio de las mismas, y se vuelve a reclasificar para que los valores resultantes vayan de 1 a 4 (muy baja-alta capacidad de acogida). Se obtiene así el mapa de síntesis ambiental-cultural (Fig. 7).

3. PLANO DE SÍNTESIS TERRITORIAL

En este caso, este plano únicamente incorpora la información relativa al planeamiento urbanístico (Fig. 8).

Al tratarse de una única variable, directamente se clasifica de acuerdo a los criterios preestablecidos (Cuadro VI). Dependiendo de la clasificación

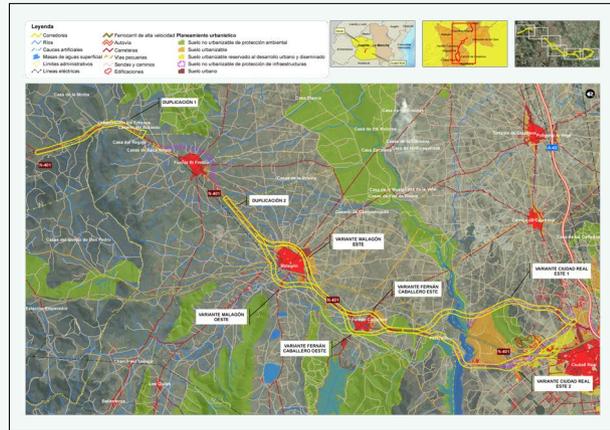


FIG. 8. Planeamiento urbanístico del territorio de estudio.

urbanística del suelo tendrá una mayor o menor aptitud para acoger las instalaciones y se le asignará el valor correspondiente.

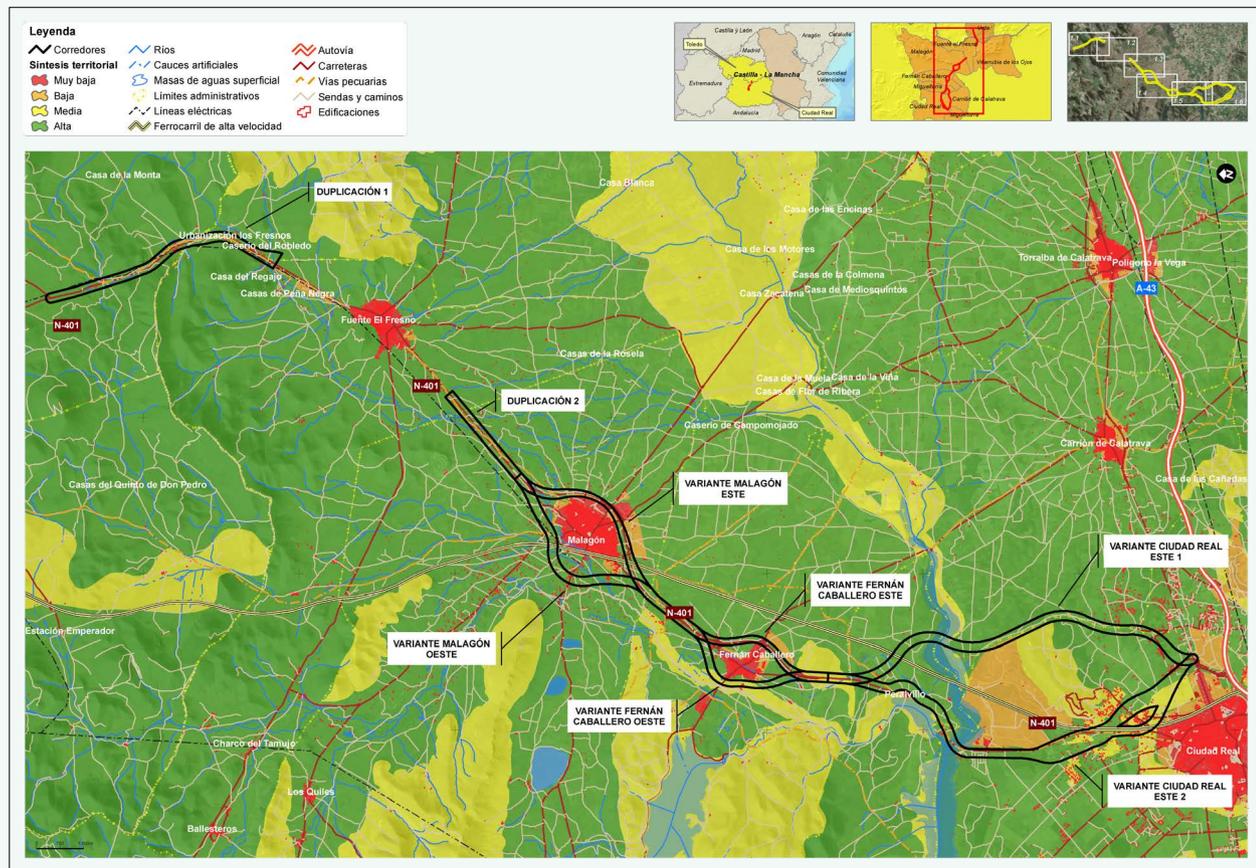
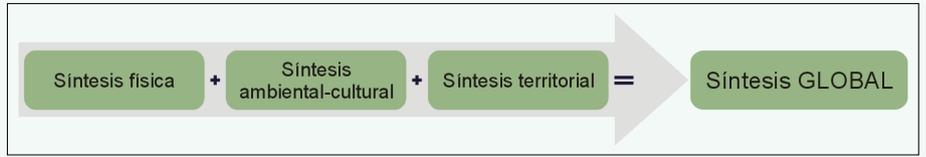


FIG. 9. Plano de síntesis territorial.

FIG. 10. Integración final del proceso.



Si en esta fase se integraran más variables, se debería realizar la unión de la información en una única capa que será reclasificada y constituirá el plano de síntesis territorial (Fig. 9), al igual que en los casos anteriores.

formación de todas las capas cartográficas de los elementos del medio que han sido objeto de estudio.

CUADRO VII. Valores de reclasificación del mapa de síntesis global

4. PLANO DE SÍNTESIS GLOBAL

Para finalizar el proceso, mediante una integración ráster del conjunto de planos obtenidos, se consigue un plano de síntesis global, que integra la in-

SÍNTESIS GLOBAL	
Capacidad de acogida	Valor
alta ■	11-12
media ■	8-10
baja ■	5-7
muy baja ■	3-4

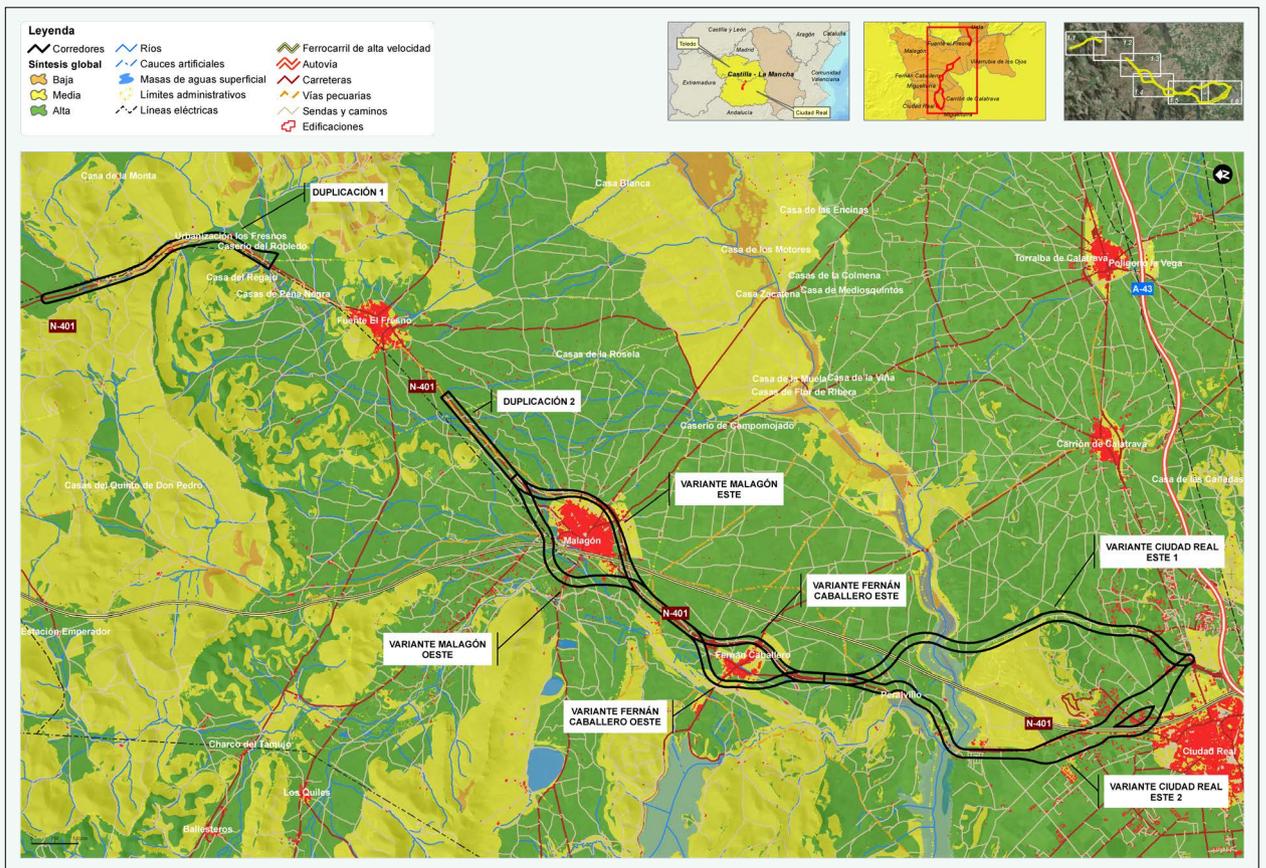


FIG. 11. Plano de síntesis global.

CUADRO VIII. Resultados de la valoración de la capacidad de acogida

Alternativa	Capacidad de acogida	Superficie ocupada (m ²)	Superficie total (m ²)	%	Capacidad total de acogida	Priorización de Alt. según la capacidad de acogida
Alt. 1	alta ■	215.900	1.902.287	11	media	6. ^a
	media ■	1.686.387		89		
	baja ■	0		0		
Alt. 2	alta ■	2.253.292	2.277.962	99	alta	2. ^a
	media ■	24.670		1		
	baja ■	0		0		
Alt. 3	alta ■	0	1.544.241	0	baja	7. ^a
	media ■	314.071		20		
	baja ■	1.230.170		80		
Alt. 4	alta ■	1.351.560	1.420.544	0	muy baja	8. ^a
	media ■	68.984		5		
	muy baja ■	1.351.560		95		
Alt. 5	alta ■	5.863.824	6.120.407	96	alta	3. ^a
	media ■	256.583		4		
	baja ■	0		0		
Alt. 6	alta ■	3.457.790	3.933.147	88	alta	4. ^a
	media ■	459.577		12		
	baja ■	15.780		0		
Alt. 7	alta ■	1.589.648	2.492.535	64	media	5. ^a
	media ■	902.887		36		
	baja ■	0		0		
Alt. 8	alta ■	1.029.798	1.036.797	99	alta	1. ^a
	media ■	6.999		1		
	baja ■	0		0		

De acuerdo al sumatorio de valores, se establecen las categorías finales de acogida (Fig. 10). Del mismo modo que en los planos de síntesis intermedios, se agrupan los valores de capacidad de acogida para establecer las clases finales (Cuadro VII), obteniendo así el plano de síntesis global (Fig. 11).

III. RESULTADOS

Mediante el análisis del plano de síntesis global y su cruce con las alternativas del proyecto es posible analizar cada alternativa para determinar los potenciales impactos ambientales.

El cálculo de superficies totales de alta o baja capacidad de acogida sirve de base para la discusión de alternativas del proyecto, así como para obtener un orden de las mismas en relación a su mayor o menor aptitud, tal y como se muestra en el Cuadro VIII.

Así, en el caso que nos ocupa, se obtiene que una de las alternativas tiene muy baja capacidad de acogida frente al resto, la alternativa 3 tiene una baja capacidad, dos alternativas tienen capacidad media y cuatro alta capacidad de acogida. De esto se puede extraer que las alternativas óptimas a desarrollar en futuros estudios serían las alternativas Alt. 2, Alt. 5, Alt. 6 y Alt. 8.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los estudios de capacidad de acogida realizados en fases previas al desarrollo de proyectos:

- sirven para la toma de decisiones en cuanto a la elección de emplazamientos, con el fin de minimizar las afecciones sobre el medio natural;
- son una buena herramienta para la evaluación de alternativas de forma sistemática;
- las variables consideradas pueden ser ajustadas de acuerdo a las posibles afecciones que sobre el medio natural puede ejercer el proyecto.

La metodología aquí presentada fue realizada para un proyecto específico, requiere adaptaciones según el tipo de proyecto, y si fuera necesario, ponderación de las distintas variables de acuerdo a la

mayor o menor importancia en relación al caso concreto de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- BELENGUER PLOMER, M. Á. (2016). «Detección de problemas en la localización de usos del suelo mediante SIG y AHP: el caso de Riba-Roja de Túria (Valencia)», *GeoFocus*, 18, pp. 3-24.
- BOSQUE SENDRA, J., y R. C. GARCÍA (2000). «El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial», *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 20, pp. 49-67.
- LORO AGUAYO, M., R. M. ARCE RUIZ e I. OTERO PASTOR (2012): «Análisis de la caracterización territorial para la definición de corredores de carreteras. Análisis de los estudios informativos en España», en *VI Congreso Nacional de la Ingeniería Civil* (España), pp. 1-17.