

Análisis espacial de las afecciones asociadas a un proyecto de urbanización en un Lugar de Interés Comunitario de la Red Natura 2000 en el sureste árido español

Autor principal: Sebastián Márquez Barraso

Institución: Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC)

Teléfono: 950281045

E-mail: smarquez@eeza.csic.es

Otros autores: Juan Carlos Simón ; Roberto Lázaro; Ricardo García; Alberto Ruiz ;
María Sanjuán; Gabriel del Barrio

1. Introducción

1.1.- La red Natura 2000

La Directiva 92/43/CE tiene como objeto contribuir a garantizar la conservación de la biodiversidad en el territorio de los Estados Miembros. La salvaguarda del patrimonio genético y el funcionamiento de los ecosistemas, requieren la conservación de muchas especies aparte de las emblemáticas, y por otra parte la conservación de las especies sólo es posible si se mantiene inalterada una extensión suficiente de sus hábitats. En consecuencia, para llevar a cabo este objetivo se han seleccionado los denominados hábitats y especies de interés comunitario, que se recogen en los Anexos I y II. El esquema metodológico que debe seguirse se basa en la adopción de una serie de medidas encaminadas a conseguir que tales hábitats y especies se mantengan (o se restauren). La herramienta fundamental es la creación de la Red Natura 2000. Esta Red, que integra la Red ZEPA, debe completarse mediante la selección de una serie de espacios tales que, en conjunto, alberguen una muestra lo suficientemente representativa de hábitats (HIC) y especies (EIC) de interés comunitario como para garantizar su conservación en el territorio de la Unión Europea. Estos espacios son actualmente Lugares de Interés Comunitario (LIC), y deberán designarse como Zonas de Especial Conservación (ZEC). Su extensión debe ser suficiente para garantizar la conservación de las especies y su distribución debe ser tal que permita la conectividad entre las diversas áreas a proteger para evitar la excesiva fragmentación (demasiado efecto de borde por unidad de superficie).

El proceso metodológico seguido en el territorio español para la selección de las futuras ZEC se encuentra básicamente descrito en ORELLA *et al.* (1998). Los dos pilares fundamentales de la metodología definida fueron establecer unos criterios de representación superficial mínima de hábitats y especies de interés comunitario y, conseguir una distribución geográfica lo más continua posible de los espacios en cada uno de los territorios de las cuatro regiones biogeográficas (Alpina, Atlántica, Macaronésica y Mediterránea).

Para que la Red Natura 2000 cumpla su cometido es todavía preciso abordar aspectos de índole técnico-científica, socioeconómica y jurídico-administrativa. Entre ellos hay que destacar la aplicación del apartado 3 (y 4) del artículo 6: la evaluación de las posibles afecciones de planes y proyectos no vinculados a la gestión de los lugares, a los objetivos de conservación de la Red Natura 2000.

Las directrices adecuadas para la evaluación de planes y proyectos en el marco de la Red Natura 2000 emanan de la guía realizada por la Comisión Europea para aplicar los apartados 3 y 4 del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE. Dicha guía establece una metodología estructurada en 4 fases y 9 secciones. Sin embargo, esta guía general es de carácter más administrativo que técnico por lo que, si no se desarrolla en profundidad, no sirve para abordar con precisión los aspectos técnicos y científicos que deben considerarse.

Generar una guía metodológica detallada, de ámbito al menos nacional, implica definir cuales son los valores de conservación que emanan de la Directiva 92/43/CEE y establecer criterios y metodologías para abordar, de forma digna, las repercusiones de los distintos planes y proyectos en dichos valores. La no existencia de un detallado protocolo técnico-científico (y también jurídico-administrativo) genera un problema de

contenido y de procedimiento para los promotores que quieren contar con una valoración objetiva de las posibles perturbaciones a los elementos de conservación objeto de la Directiva 92/43/CEE (y Directiva Aves). El presente artículo pretende mostrar el trabajo realizado para evaluar un problema concreto planteado por una empresa: las posibles afecciones de un proyecto de urbanización en una finca incluida en un espacio propuesto por el gobierno andaluz para formar parte de la Red Natura 2000.

Dado que no existe un marco oficial de referencia, fue preciso establecer unas directrices, definir unos criterios y aplicar unas metodologías concretas que en ningún caso pretenden ser definitivas, pero que evidencian la necesidad de que las autoridades competentes aborden la génesis de una guía metodológica precisa, adecuada a las particularidades de ambas directivas.

De esta forma, se consideró adecuado tener en cuenta dos grandes grupos de niveles o escalas, la escala local y la escala supralocal, representada ésta por el ámbito regional (CCAA), nacional y comunitario.

En el ámbito supralocal, es preciso definir elementos de valoración que formalicen de forma explícita un concepto ciertamente impreciso como es el de coherencia global de la Red. La distribución diferencial de los tipos de hábitats y la caracterización de los lugares, en ámbitos geográficos distintos, son factores que se han tenido en cuenta en el trabajo realizado para contextualizar el valor relativo del lugar y el de la finca objeto de estudio.

En el ámbito local, no obstante, se ha concentrado la mayor parte del trabajo realizado ya que es en esta escala donde radican principalmente los aspectos que conforman los objetivos de conservación del lugar. A este respecto se han considerado dos territorios distintos: el representado por la finca objeto de estudio y el que representa lo que hemos denominado “área de influencia”.

En el área de influencia se han realizado análisis referentes, a su vez, a dos ámbitos espaciales: el de funcionalidad territorial (145.000 ha) y el de adyacencia (500 m de perímetro). El objeto de tales análisis es establecer el grado de vulnerabilidad y aislamiento a que puede estar sometido el lugar. Ambos factores requieren una atención especial ya que los efectos de un proyecto (de urbanización o de otro tipo) pueden verse incrementados por un efecto de sinergia basado en la interacción con otras dinámicas socio-económicas existentes.

Si tomamos como referencia el área del lugar (futura ZEC), es obligado un análisis espacial de la distribución de las unidades territoriales reconocibles como HIC y de la ubicación de las poblaciones de las EIC. Ambos elementos proporcionan una primera distribución geográfica de los valores que definen, aunque sea de forma parcial, el concepto “integridad del lugar”. La distribución conjunta o sinérgica de hábitats y especies proporciona una repartición más o menos heterogénea de los principales valores de conservación y, en consecuencia, una variación espacial de la fragilidad y vulnerabilidad de la superficie incluida en el lugar. Así, la destrucción o perturbación ocasionada por un determinado plan o proyecto puede ser más o menos intensa según la zona en la que se produzca.

Todas estas consideraciones indican que cada lugar es básicamente distinto, con unas peculiaridades propias, por lo que la evaluación de afecciones debe basarse en la aplicación de un método general (repetible y comparable) sobre las particularidades

específicas y diferenciales del lugar, cuyos resultados no pueden extrapolarse a otras situaciones.

Aunque no toda la superficie incluida en un lugar esté ocupada por ecosistemas y/o poblaciones de especies de interés comunitario (o especies de los Anexos IV y V), no hay que olvidar que el lugar es un área protegida, es decir, un espacio delimitado en el que deben prevalecer los objetivos de conservación sobre los de otras actividades humanas que sean incompatibles con los primeros. Y en este sentido, es obligado delimitar el territorio necesario para garantizar los objetivos de conservación del lugar.

En lo que respecta al espacio núcleo, es decir, a la Finca de estudio, se han tomado en consideración los factores que definen el estado de conservación de un hábitat de interés comunitario: distribución, especies características, estructura y función. De esta forma, se ha llevado a cabo, en primer lugar, un trabajo de campo que ha permitido identificar, caracterizar y delimitar las unidades de paisaje existentes en el área de estudio, con el fin básico de obtener la distribución de los Hábitats de Interés Comunitario y localizar especies características y/o protegidas. En lo que concierne a los dos últimos factores (estructura y función), que son los de mayor complejidad, se han establecido dos tipos de análisis: uno de variables topográficas, a partir de un Modelo Digital de Elevaciones generado específicamente para este proyecto, y otro de conectividad, aplicando el Algoritmo para la Conectividad Regional "ALCOR" (del Barrio *et al*, 2000).

Los apartados siguientes describen con cierto detalle la metodología y los resultados obtenidos por los estudios y análisis realizados en el ámbito local, quedando fuera de este documento las tareas que se realizaron a escalas supralocales.

1.3.- Objetivos

Este trabajo trata de establecer una metodología que permita analizar sistemáticamente los elementos que forman el conflicto entre conservación y explotación económica del territorio. El producto final debe ser entendido como una base formal para la discusión, no como una solución definitiva. Por ello, el formato de trabajo debe consistir en aplicar iterativamente diversos escenarios hasta que se alcance una solución de consenso.

El caso concreto que se analiza aquí es representativo. Dados dos LIC adyacentes que forman una franja seminatural en una zona sometida a intensas actividades económicas, se plantea la posibilidad de urbanizar, total o parcialmente, una finca situada dentro uno de ellos y justo en la zona de contacto entre ambos. El objetivo principal es generar una solución que cumpla las siguientes condiciones: i) incorporar los objetivos de conservación de la Red Natura 2000; ii) ofrecer un mecanismo explícito y repetible, por el cual la Viabilidad del Proyecto de Actuación (VPA) varía según los criterios de conservación; iii) posibilidad de analizar y comparar escenarios de actuación; y iv) identificar explícitamente la capacidad de cada punto del territorio a ser alterada sin que repercuta en los objetivos de conservación.

Como tales condiciones pueden ser consideradas de aplicación general, el objetivo asociado es definir los pasos básicos de un protocolo que pueda ser utilizado en casos equivalentes. En este trabajo sólo tenemos en cuenta los efectos de la extensión y la configuración espacial del territorio afectado por el proyecto, en este caso urbanización; pero no propiamente los efectos de la actividad urbanizadora como tal en ninguna de sus

fases; se considera que el territorio urbanizado representa una destrucción total e irreversible.

La posición de la finca en la zona de contacto entre dos LIC introduce un elemento de gran interés, ya que actuaciones en dicha zona pueden afectar a la movilidad de poblaciones a través de ella. Por esa razón, el valor de conservación de cada punto del territorio debe ser estimado desde dos puntos de vista: la presencia localizada de especies relevantes según la Red Natura 2000 (valores intrínsecos), y la contribución al tránsito de dichas especies aunque no estén presentes en el punto en cuestión (valores extrínsecos). Esta doble contribución es crucial porque incluye la noción de coherencia espacial de una red de conservación.

2.- Área de estudio

2.1.- Caracterización ambiental del SE árido peninsular.

En el SE ibérico, aproximadamente desde Motril (Granada) hasta Benidorm (Alicante), hay una región de anchura variable con clima semiárido (precipitación media anual en torno a 250 mm) por quedar a sotavento de las principales sierras Béticas. A lo largo de los bordes de esta región y también en relación con elevaciones interiores, los gradientes ambientales varían notablemente. Hay lugares con gradientes muy suaves, que comunican la región con territorios parecidos más interiores, como el norte de la provincia de Murcia o la Hoya de Baza. En otros, asociados a gradientes topográficos, en menos de 10 km lineales puede haber más de 1000 m de desnivel, aumentar la precipitación anual a 400 mm o más, bajar la temperatura media anual de más de 18 a menos de 12°C y cambiar la vegetación desde los matorrales enanos con escasa cobertura al encinar mediterráneo. Esto complica y enriquece la red de hábitats.

La aridez condiciona el espectro de formas vitales. No hay estrato arbóreo, sólo algunos macrofanerófitos aislados, en microclimas. Los principales biotipos son terófitos (hierbas anuales, que pueden representar más de la mitad de la flora) y caméfitos (arbustos enanos, ciertas hierbas vivaces). Las anuales evitan la estación seca; mientras que muchos caméfitos pierden las hojas y entran en letargo durante dicha estación, entre otras numerosas adaptaciones fisiológicas y morfológicas a la aridez. Esta región es probablemente la zona más árida de Europa, si exceptuamos algunos lugares al norte del Caspio, e incluso es claramente diferente en el contexto ibérico.

La flora es original, siendo muy frecuentes las especies de distribución ibérico-norteafricana o sureste ibérico-norteafricana y abundando los endemismos del sureste ibérico. En la comarca donde está el área de estudio, son abundantes además endemismos del sector almeriense, e incluso del subsector almeriense-occidental.

El LIC en el que está la finca estudiada es un pasillo que comunica las partes más altas y silvestres de la Sierra Alhamilla con el P.N. Cabo de Gata-Níjar. La vegetación dominante no resulta llamativa a primera vista y es a grandes rasgos similar a la de buena parte de la comarca, pero el LIC destaca cada vez más como un reducto relativamente bien conservado en un contexto con usos humanos cada vez más intensos. Por todo esto, este LIC proporciona un buen ejemplo de cómo la conservación de paisajes aparentemente sin rasgos relevantes puede llegar a ser muy importante

2.2.- La finca de Estudio.

La finca de estudio, con una extensión de 840 hectáreas, se encuentra situada al sur de la provincia de Almería, entre la vertiente sur de Sierra Alhamilla y la línea de costa, lindando con el límite occidental del P.N Cabo de Gata-Níjar.

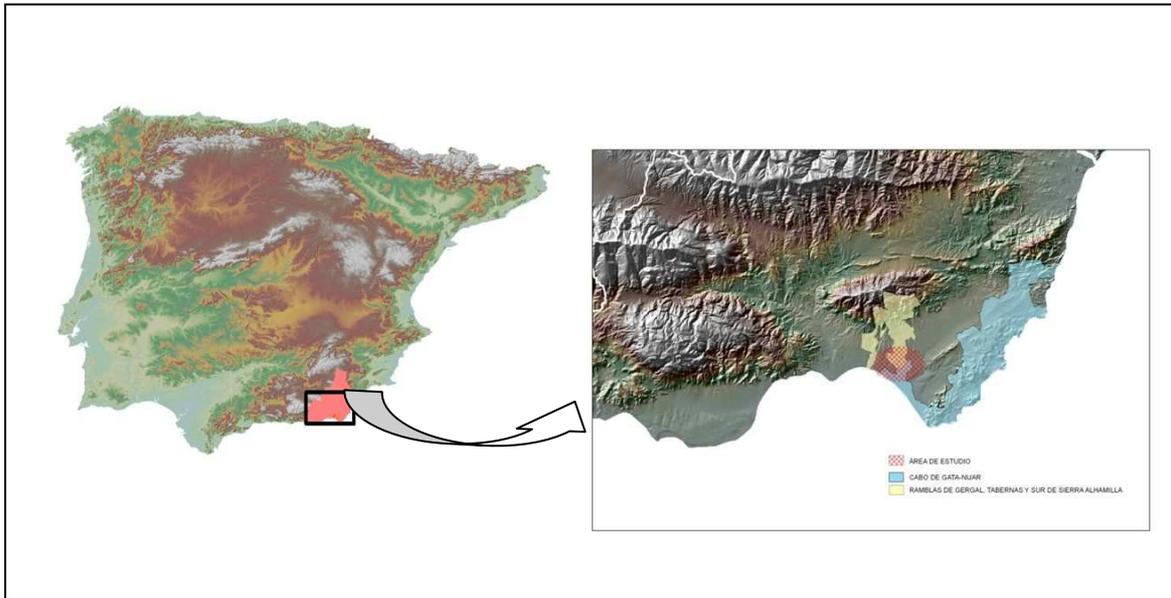


Figura 1: Mapa de situación del área de estudio

La práctica totalidad de la superficie de la finca está en el interior del LIC “Ramblas de Gérgal, Tabernas y Sur de Sierra Alhamilla”. Este LIC a su paso por la finca posee una anchura crítica, toda la cual está ocupada por la finca de estudio que, en su punto más ancho tiene tan sólo algo menos de 3 km. Por otra parte, 273 Ha de las 845 Ha que tiene la finca está ocupada por distintos HIC.

El área estudiada está en el territorio de la Serie termomediterránea murciano-almeriense semiárido-árida de *Ziziphus lotus* o azufaífo (*Zizipheto loti sigmetum*), pero cerca de la Serie termomediterránea alpujarreño-almeriense semiárida de *Maytenus europaeus* o harto (*Rhamno angustifolii-Mayteneto europaei sigmetum*) y de la Geomacroserie de las dunas y arenales costeros (Rivas Martínez, 1987), cuyas vegetaciones influyen.

La vegetación está dominada por *Stipa tenacissima* (esparto), cuya extensión en la zona se vio favorecida por la mano del hombre en buena parte del siglo XX. No obstante, se puede distinguir de forma general tres tipos de vegetación: i) formación mixta de espartal y matorral. ii) tomillares abiertos de bajo porte. iii) vegetación típica de ramblas.

La mayor parte de la vegetación existente corresponde a matorral serial, en el que es relativamente frecuente encontrar especies pertenecientes al estado clímax en lugares que no han sido usados recientemente con fines agrícolas, o bien, asociadas a zonas de umbría, u otras condiciones microclimáticas favorables. Se distinguen algunos campos de cultivos abandonados, que en la actualidad están siendo colonizados por terófitos y algunas gramíneas vivaces.

Debido a las especiales características climatológicas de la región la originalidad de su flora y la situación geográfica, encontramos en la finca varias especies que se citan en distintos catálogos de flora amenazada.

La orla periférica que rodea a la finca es similar en cuanto a hábitats y vegetación a sus respectivas inmediaciones en el interior, salvo en aquellas zonas que ha sido alterada. El territorio de la orla está generalmente más usado y alterado que el territorio de la finca. Parece que una parte significativa de las alteraciones o cambios de uso en la periferia han ocurrido en los últimos años o están en curso. Estos cambios consisten principalmente en la proliferación de invernaderos desde el Este y presiones urbanísticas desde el Oeste. Más allá de la orla inmediata, sobre todo hacia el oeste, son frecuentes los usos intensos desde hace tiempo; esto, junto con las recientes presiones en sus límites, está haciendo emerger la finca como una especie de isla relativamente bien conservada.



Figura 2: paisaje general del área de estudio

3.- Métodos

3.1.- Aproximación general.

La metodología para abordar este estudio debe permitir obtener una valoración espacial integrada basada en ciertos criterios de conservación. Además, debe posibilitar la evaluación iterativa del grado de afección de distintas actuaciones, para así poder llegar a una solución de consenso en cuanto a la viabilidad, localización y extensión de la actuación.

Dos tipos de criterio son tenidos en cuenta en este procedimiento los intrínsecos o locales (existencia de HIC, asociaciones vegetales de interés, especies protegidas y estado de conservación) y los extrínsecos o contextuales (procesos ecológicos como la

conectividad), ver tabla 1. El procedimiento consiste básicamente en la generación de una capa de información por criterio y la posterior combinación de las capas/criterios mediante herramientas de decisión multicriterio "MCA" (Buckley, 1984; Leung, 1983). Cada capa contiene la capacidad que presenta cada punto del territorio para albergar la actuación proyectada sin que ésta afecte a los objetivos de conservación del LIC.

Las capas correspondientes a los criterios de conservación intrínsecos se han obtenido mediante consultas georreferenciadas al Sistema de Información Geográfica (SIG), utilizando las observaciones de campo (software Idrisi 32). Las capas correspondientes a los valores extrínsecos de conservación (conectividad) se han obtenido utilizando el modelo ALCOR. El estudio de conectividad debe ser representativo para el mayor número de taxones posibles. Para ello, se han parametrizado los posibles controles topográficos de la distribución de los distintos tipos de vegetación del área de estudio, dando lugar a "hábitats topográficos" (HT). El estudio de conectividad se realizó aplicando el algoritmo ALCOR a los HT.

El conjunto de ambas fases del trabajo contiene el estudio de todos los elementos que caracterizan el estado de conservación de los HIC, según se define en el Artículo 1 de la Directiva 92/43/CEE: área de distribución natural, especies típicas, estructura y función.

La valoración integrada de todos los criterios tenidos en cuenta se ha efectuado utilizando un MCA, que consiste básicamente en la combinación lineal de criterios individuales mediante unos pesos coherentes y explícitos. El resultado es un mapa sintético en el que se indica la capacidad de cada punto del territorio para soportar una actuación con independencia del uso al que sea destinado, es decir, la sensibilidad a la alteración en cada punto que se debe a la propia configuración espacial de la vegetación y los hábitats en territorio. A este mapa lo llamamos Escenario 0. Repitiendo el proceso de forma iterativa, podemos comparar el escenario de referencia (escenario 0) con escenarios alternativos de actuación en los que cambia alguno de los criterios, pudiendo así evaluar el grado de afección introducido por variaciones del proyecto.

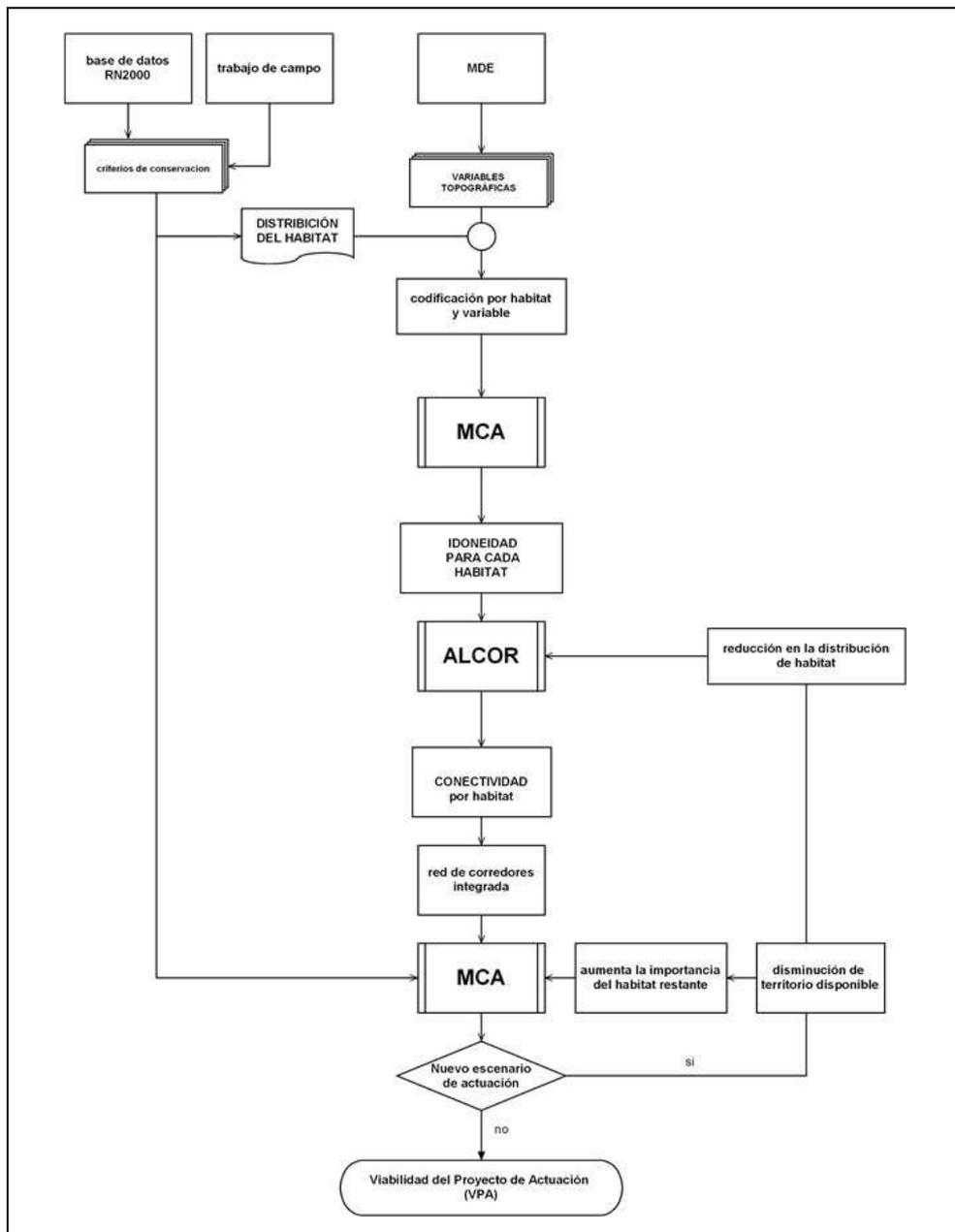


Figura 3: Esquema general del procedimiento

3.2.- Muestreo de campo.

Se han realizado inventarios georeferenciados en 115 puntos distribuidos al azar en estratos definidos según los diferentes tipos fisionómicos de la vegetación. De estos inventarios, 35 resultaron dentro de unidades territoriales reconocidas como HIC según el Inventario Nacional de Hábitats (INH) y 80 fuera de ellos. En cada inventario se han registrado las coordenadas, altitud, orientación, pendiente, las coberturas totales tanto de especies perennes como anuales, y también de líquenes, piedras, suelo desnudo y hojarasca.

Por otra parte, se han realizado transectos (tanto en el interior como en la orla perimetral de la finca), que han servido, junto con la fotointerpretación y los inventarios, para

determinar de forma más precisa los límites de los HIC existentes en la finca y su eventual continuación por el entorno inmediato.

A cada zona de área de estudio se le ha asignado un índice cualitativo de grado de antropización o alteración en función de la frecuencia y distribución de diferentes especies con particular valor como bioindicadores.

La elaboración de la cartografía se ha realizado mediante SIG, utilizando la ortofotografía digital de Andalucía a color escala 1:10.000 (Junta de Andalucía, 2003) y la ortofotografía digital de Andalucía B/N escala 1:20.000 (Junta de Andalucía, 2004).

3.3.- Sistema de Información Geográfico (SIG).

Una metodología práctica debe maximizar el uso de datos ya disponibles y de adquisición económica. Ello implica frecuentemente usar variables surrogadas, es decir, que siguen el patrón o función de una variable real, pero son más sencillas de obtener o manejar. En este trabajo se sigue esta aproximación, recurriendo a bases de datos existentes para recrear el ambiente físico del área de estudio.

La Red Natura 2000 basa su definición de hábitats en comunidades vegetales, que en España han sido implementadas como asociaciones sintaxonómicas (Ministerio de Medio Ambiente, 2003). Por ello, la parametrización de variables ambientales fue orientada hacia gradientes cuya longitud típica permita una distribución zonal de dichas comunidades dentro del área de estudio. En la práctica, dichos gradientes son topográficos. El clima queda excluido a pesar de tener un archivo climático disponible, ya que su variación espacial típica es de grano muy grueso y el conjunto del área de estudio queda bajo una influencia homogénea. En el extremo opuesto, variables que requieren una prospección detallada temporal o espacial, como microclimas o suelos, quedaban fuera de las limitaciones económicas y de plazo de este proyecto.

La topografía fue parametrizada de la siguiente manera. Se emplearon curvas de nivel con una equidistancia de 10 m, procedentes del Mapa Topográfico de Andalucía a escala 1:10000 (Junta de Andalucía, 2000), para calcular un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) a 10 m de resolución. El algoritmo de interpolación usado fue ANUDEM (Hutchinson, 2001) para asegurar la continuidad hidrológica del MDE. La ventana interpolada excedió los límites de la Finca en la medida necesaria para incluir todas las áreas de cabecera de los cauces y barrancos que la atraviesan.

Posteriormente, el MDE fue usado para derivar las siguientes variables topográficas mediante algoritmos: orientación (ASP); pendiente (SLO); curvatura del perfil de ladera, que indica aceleración de la escorrentía (PFC); curvatura planimétrica o de curvas de nivel, que indica concentración de escorrentía (PLC), área de contribución, o tamaño de cuenca drenada aguas arriba de cada celda, que indica potencial de recepción de escorrentía (SIZ); índice de humedad o sedimentación potencial ($ATB = [\ln(SIZ/\tan SLO)]$); índice de transporte potencial de sedimentos ($LSF = [SIZ/22.13]^{0.6} \cdot (\sin SLO/0.0896)^{1.3}$); distancia al cauce más próximo, que indica la longitud local de ladera (STRD); e índice de insolación relativa (SUN). Este conjunto de variables fueron usadas en consultas georreferenciadas al SIG para detectar posibles controles topográficos de la distribución de los hábitats prospectados en el campo.

3.4.- Método de análisis espacial.

En este procedimiento se han utilizado dos tipos de criterios de conservación, los intrínsecos o locales, y los extrínsecos o contextuales.

Criterios de conservación intrínsecos	Criterios de conservación extrínsecos
<ul style="list-style-type: none"> - Distancia a los Hábitat de Interés Comunitarios - Pertenencia a sintaxones que forman parte de Hábitat prioritarios en el anexo 1 de la directiva 92/43/EEC (Anónimo, 1992) - Presencia de especies protegidas. - Presencia de especies climáticas - Grado de antropización: 	<ul style="list-style-type: none"> - conectividad

Tabla 1: Criterios tenidos en cuenta en el análisis espacial

Se usó una escala 0-255 para indicar la Viabilidad del Proyecto de Actuación (VPA) sin menoscabo de la función de conservación del LIC.

3.4.1.- Obtención de los criterios intrínsecos

El procedimiento seguido para la obtención de la cartografía a partir de los *criterios intrínsecos* fue:

- Distancia a los Hábitat de Interés Comunitarios: El valor cada celda va aumentando con la distancia al HIC hasta alcanzar el máximo valor (255) a 150 m. del HIC.
- Pertenencia a sintaxones que forman parte de Hábitat prioritarios en el anexo 1 de la directiva 92/43/EEC: se han tenido en cuenta los sintaxones que han servido para la definición de HIC y que se encuentran fuera de los HIC cartografiados en el INH. El valor de cada celda aumenta con la distancia igual que para el criterio anterior.
- Presencia de especies protegidas; se han extraído los puntos de inventarios donde aparece alguna especie recogida como “vulnerable” en Libro rojo de la flora silvestre de Andalucía, coordinado por Blanca et al.(2000) o Lista roja de la flora vascular española (Bañares *et al*, 2000). Asignando el valor mínimo a:
 - Las celdas situadas en un radio de 5 m (1 celda) a aquellos puntos donde la cobertura de la especie oscila entre 0 y 1%
 - Las celdas situadas en un radio de 15 m (3x3 celdas) a aquellos puntos donde la cobertura de la especie oscila entre 1 y 5%
 - Las celdas situadas en un radio de 25m (5x5 celdas) a aquellos puntos donde la cobertura de la especie oscila entre 10 y 20%.
 El valor asignado a las celdas contiguas a los anteriormente descritos va aumentando con la distancia hasta alcanzar el máximo (255) a 100 m.
- Presencia de especies climáticas: Se ha asignado el valor mínimo a las celdas en las que se encuentra alguna de éstas especies. Dicho valor va aumentando con la distancia hasta alcanzar el máximo (255) a 100 m.
- Grado de antropización: se ha asignado un valor de entre 23 y 255 a cada celda según el grado de alteración del mismo, siendo los niveles de alteración:
 - lugares con vegetación bien conservada (23)
 - lugares con alteración débil (71)
 - lugares con alteración media (148)

- lugares con cultivos abandonados (195)
- lugares con alteración fuerte (224)
- lugares con cultivos en activo o lugares con alteración total (255)



Figura 4: criterios de conservación intrínsecos. De izda. a dcha. y de arriba a abajo: Pertenencia a sintaxones que forman parte de Hábitat prioritarios en el anexo 1 de la directiva 92/43/EEC; Distancia a los Hábitat de Interés Comunitarios; Grado de antropización; presencia de especies climácicas; Presencia de especies protegidas

3.4.2 Obtención de los criterios extrínsecos (conectividad).

Para la obtención de las *propiedades extrínsecas*, se ha usado el modelo de conectividad ALCOR. Este algoritmo facilita una estimación de la conectividad para el ‘subpaisaje’ que experimenta un taxón según su perfil ambiental (Del Barrio *et al*, 1998), en un territorio concreto que contiene unas poblaciones conocidas. Para el uso del ALCOR se requiere como entrada escenario i) un mapa de fricción, que en este trabajo se obtuvo como el inverso de los mapas de idoneidad respectivos; ii) un mapa de distribución geográfica, que procede de seleccionar todas las celdas a partir del percentil 97.5% de idoneidad y que formen manchas mayores de 1000 m²; y iii) una distancia de dispersión, que fue fijada arbitrariamente entre 100 y 200 m para generar entre 4 y 9 poblaciones diferentes a partir del mapa anterior.

Para la obtención del mapa de la idoneidad que presenta el paisaje para cada unidad de vegetación a analizar, hemos modelado 4 “hábitats topográficos” (HT) basándonos en las relaciones entre la distribución espacial de las unidades de vegetación existentes en la finca y las variables topográficas. Se obtienen de esta forma los siguientes HT: espartales (E), vegetación típica de ramblas (R), tomillares (T) y HIC de mayor extensión(S).

Este modo de proceder se justifica porque permite un mayor control sobre los factores ambientales y por su bajo coste, al no requerir muestreos complejos. Los HT definidos son complementarios en sus afinidades topográficas, por lo que el uso ponderado de las

superficies de coste respectivas daría lugar a una compensación que podría resultar en la homogeneización espacial de este criterio. Para evitarlo, las redes de corredores ecológicos de los cuatro HT fueron superpuestas para cada escenario.

El criterio extrínseco (referido a la conectividad) fue entonces definido como proporcional a la distancia al corredor más cercano hasta una distancia de 150 m, en que el efecto introducido por la conectividad se considera homogéneo (255) (Zadeh, 1965).

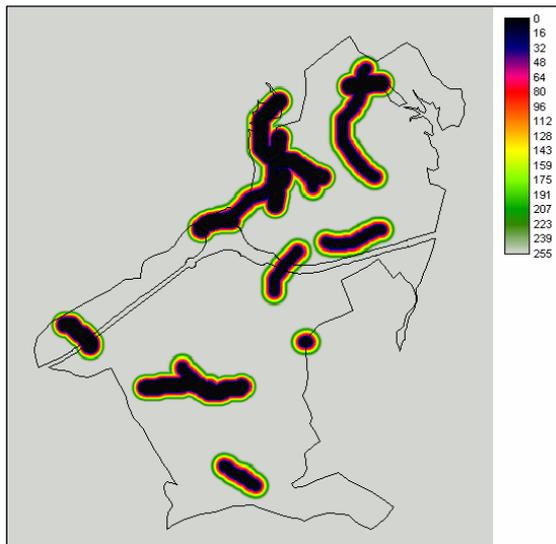


Figura 5: Criterios de conservación extrínsecos: Red de corredores integrada de los HT definidos.

3.4.3.- Análisis espacial integrado de los criterios intrínsecos y extrínsecos. Obtención de escenarios de actuación.

El análisis espacial de los criterios extrínsecos e intrínsecos se ha realizado promediando los valores ponderados de cada criterio. La asignación de los pesos de los distintos criterios ha sido calculada comparándolos por pares en una matriz de doble entrada (Yager, 1988). Este sistema de ponderación permite que el experto en el territorio introduzca una jerarquía en los criterios por un procedimiento relativamente simple, explícito y fácil de repetir. El grado de consistencia de la ponderación introducida se deriva de esta matriz. Este método se encuentra descrito en Malczewski, (1999).

El análisis espacial integrado de los criterios intrínsecos y extrínsecos proporciona un mapa cuyos valores indican la capacidad de cada punto para soportar actuaciones sin menoscabo de la función de conservación del LIC (VPA). A este resultado lo hemos llamado *Escenario 0*.

Para modelizar el cambio ejercido en el Escenario 0 por un determinado proyecto, se ha llevado a cabo un análisis de afección del posible trazado del AVE a su paso por el sur de la zona de estudio. Este tipo de actuación no solo implica repercusiones *in situ*, sobre las propiedades ecológicas de los terrenos propiamente afectados, sino también sobre procesos ecológicos *ex situ* como la conectividad.

Se tienen en cuenta dos factores fundamentales a la hora de generar nuevo escenario de actuación (Escenario AVE) que supone el posible trazado del AVE: i) la pérdida de superficie de los elementos que otorgan un valor al área de estudio y requieren

conservación (criterios de conservación) ii) y la alteración de los mapas de conectividad obtenidos para los HT. De este modo, se ha incrementado el valor de conservación de la superficie no afectada, en proporción a la magnitud de la superficie destruida.

Este procedimiento da lugar un mapa que permite valorar el impacto de proyectos adicionales modificando las condiciones existentes según la extensión y distribución de la superficie de terreno demandada por cada actuación.

4.- Resultados.

4.1.-Identificación, distribución, y estado de conservación de los Hábitat de Interés Comunitario (HIC).

Los límites de los polígonos, que fueron cartografiados a una escala más general en el Inventario Nacional de Hábitats (INH), han podido ser precisados tras el trabajo de campo, aunque en general no sufren grandes variaciones.

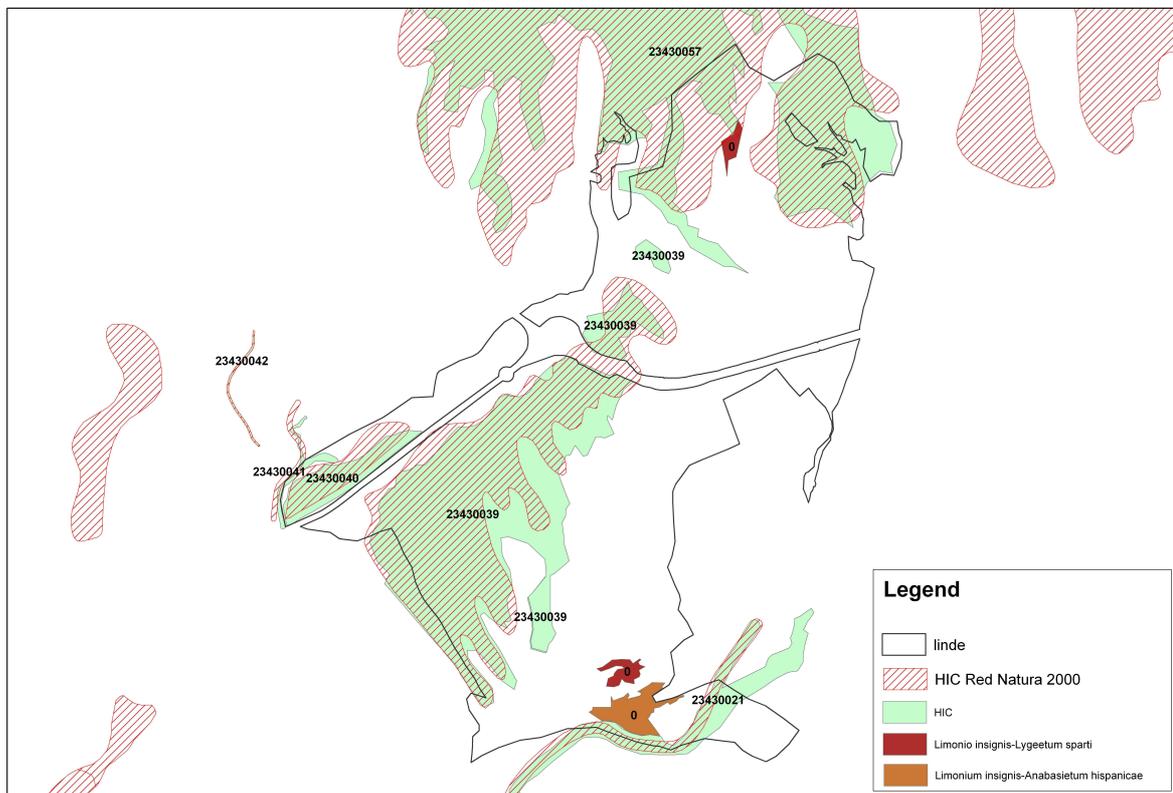


Figura 6: Diferencias entre polígonos del Inventario Nacional de Hábitats y los reconocidos a pie de campo

Numero de polígono	Tipo de hábitat	INH (ha)	Muestreo de campo (ha)
23430057	Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos	99.8	82.1
23430039	Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos	150.8	167.3
23430040	- Estepas salinas mediterráneas (<i>Limonietalia</i>). * - Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del <i>Thero-Brachypodietea</i> *	16.8	16.4
23430021	- Matorrales arborescentes de <i>Zyziphus</i> * - matorrales halonitrófilos (<i>Pegano-salsoletea</i>)	5.8	10.9
23430041	- Matorrales arborescentes de <i>Zyziphus</i> * - Ríos de orillas fangosas con vegetación de <i>Chenopodium rubri</i> p.p. y de <i>Bidention</i> - Ríos mediterráneos de caudal permanente con <i>Glaucium flavum</i> - Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del <i>Thero-Brachypodietea</i> *	0.17	1.7

* Hábitat prioritarios en el anexo 1 de la directiva 92/43/EEC

Tabla 2: Diferencias entre la extensión de los HIC del Inventario Nacional de Hábitats (INH) y los reconocidos a pie de campo

El polígono 23430039 coincide con las tierras altas de una pequeña meseta situada en el suroeste de la finca. Según la base de datos del INH, existe en este HIC la asociación *Helianthemo almeriensis-Sederitetum pusillae*, que el trabajo de campo ha permitido reconocer. Éste polígono sufre una serie de transformaciones en sus límites, de forma que los observados separan de forma más precisa la zona de llanura elevada del resto, ya que en ambas existen diferencias en la vegetación con respecto a la zona elevada de la meseta. También se ha añadido un pequeño polígono entre éste HIC y el polígono 23430057, que corresponde a una pequeña elevación con una vegetación muy similar a la del polígono 23430039, por lo que se ha incluido en este HIC.

El polígono 23430057, al igual que el anterior, coincide con las tierras altas de una meseta, está situado al norte de la finca. Según el INH, existen en este HIC dos asociaciones vegetales, la *Helianthemo almeriensis-Sideritetum pusillae* y *Bupleuro gibraltari-ci-Pistacietum lentisci*. El trabajo de campo ha permitido reconocer ambas asociaciones, aunque la segunda de forma fragmentaria, y modificar los límites del polígono, con la particularidad de que en este caso los límites que se han tomado en la franja de roquedo que separa las cumbres de las laderas, borde rocoso que es donde aparecen restos de la asociación *Bupleuro gibraltari-ci-Pistacietum lentisci*.

El polígono 23430040 está situado al oeste de la finca. Definen el HIC según el INH tres asociaciones vegetales, *Limonio insignis-Lygeetum sparti*, *Limonium insignis-Anabasetum hispanicae* y *Bupleurum semicompositi-Filaginetum mareoticae*. Éste apenas ha sufrido unas pequeñas variaciones, ajustando de forma más precisa sus límites a la realidad. Los inventarios tomados en la zona permiten reconocer todas las asociaciones vegetales citadas, ya sea por el reconocimiento de las especies principales que las definen, o bien de las especies habitualmente acompañantes.

Respecto al polígono 23430041, situado en el extremo oeste de la finca, apenas toca tangencialmente los límites de la misma. El trabajo de campo ha permitido ampliar este polígono en una pequeña extensión, que se corresponde con una rambla paralela al límite del polígono 23430040, y reconocer la principal comunidad (*Ziziphetum loti*, de interés comunitario) de las 5 que citan en el INH

El HIC con número de polígono 23430021, situado en el borde del extremo sur de la finca, entra en la finca unas 6 Ha. Caracterizan este polígono dos asociaciones vegetales

según la base de datos del INH, *Ziziphetum loti* y *Atriplicetum glauco-halimi*, ambas presentes. La situación sobre el terreno de la mitad noreste de este polígono se ha corregido teniendo en cuenta la distribución de las comunidades de *Ziziphetum loti*.

Se han encontrado en la finca diversas especies que se citan en catálogos de flora amenazada (tabla 3). Varias aparecen como “no amenazadas” pero su inclusión en los catálogos sugiere que deberían tener algún grado de protección.

ESPECIES	GRADO DE AMENAZA
<i>Anabasis articulata</i> var. <i>Hispanica</i>	Rara (EB y HB)
<i>Androcymbium gramineum</i>	En peligro (HB, TP y LA); Vulnerable (LE)
<i>Artemisa barrelieri</i>	No amenazada (HB)
<i>Hammada articulata</i>	Rara (HB)
<i>Helianthemum almeriense</i>	No amenazada (EB); Rara (HB)
<i>Herniaria fontenessi</i> ssp <i>almeriana</i>	No amenazada (HB)
<i>Launaea arborescens</i>	No amenazada (HB)
<i>Launaea lanifera</i>	No amenazada (HB)
<i>Limonium insigne</i>	No amenazada (EB y HB)
<i>Phlomis purpurea</i>	No amenazada (SR y HB)
<i>Roramarinus eriocalix</i>	Rara (EB y HB); vulnerable (LE)
<i>Salsola genistoides</i>	Rara (EB); No amenazada (HB)
<i>Salsola papillosa</i>	No amenazada (SR); Vulnerable (GC, EB y HB)
<i>Salsola webbi</i>	Rara (EB); No amenazada (HB)
<i>Sideritis pusilla</i> ssp. <i>Pusilla</i>	Vulnerable (LE)
<i>Tymus hyemalis</i>	No amenazada (HB)

SR: Listado de endemismos andaluces de Rivas Martínez *et al.* (1991); GC: Libro rojo coordinado por Gómez Campo (1987); EB: Listado de Barreno *et al.* (1984); HB: Catálogo andaluz de Hernández Bermejo *et al.* (1994) y Decreto 104/1994 (Anónimo, 1994); LA: Libro rojo de la flora silvestre de Andalucía, coordinado por Blanca *et al.* (1999,2000); LE: Lista roja de la flora vascular española (VV:AA., 2000); TP: IUCN Red list of threatened plant (Walter & Gillet, 1998)

Tabla 3: Listado de especies amenazadas encontradas en el área de estudio. Fuente (Mota, 2003)

4.4.- Análisis de conectividad.

Aunque el ALCOR produce varios tipos de resultados, los más útiles para un objetivo de ordenación territorial como el perseguido en este trabajo son las superficies de coste y la red de corredores ecológicos que unen las poblaciones a través de dichas superficies (Figura 7). Respecto a las primeras, se trata de verdaderos mapas de conectividad que especifican el valor de cada localización del área de estudio para el movimiento entre poblaciones. Es importante observar que tanto la autovía como el AVE, aún teniendo una fricción constante, no resultan homogéneos en cuanto al coste de conectar poblaciones, pudiendo incluso identificar el sector concreto de estas infraestructuras a través del cual se realizará el tránsito más probable.

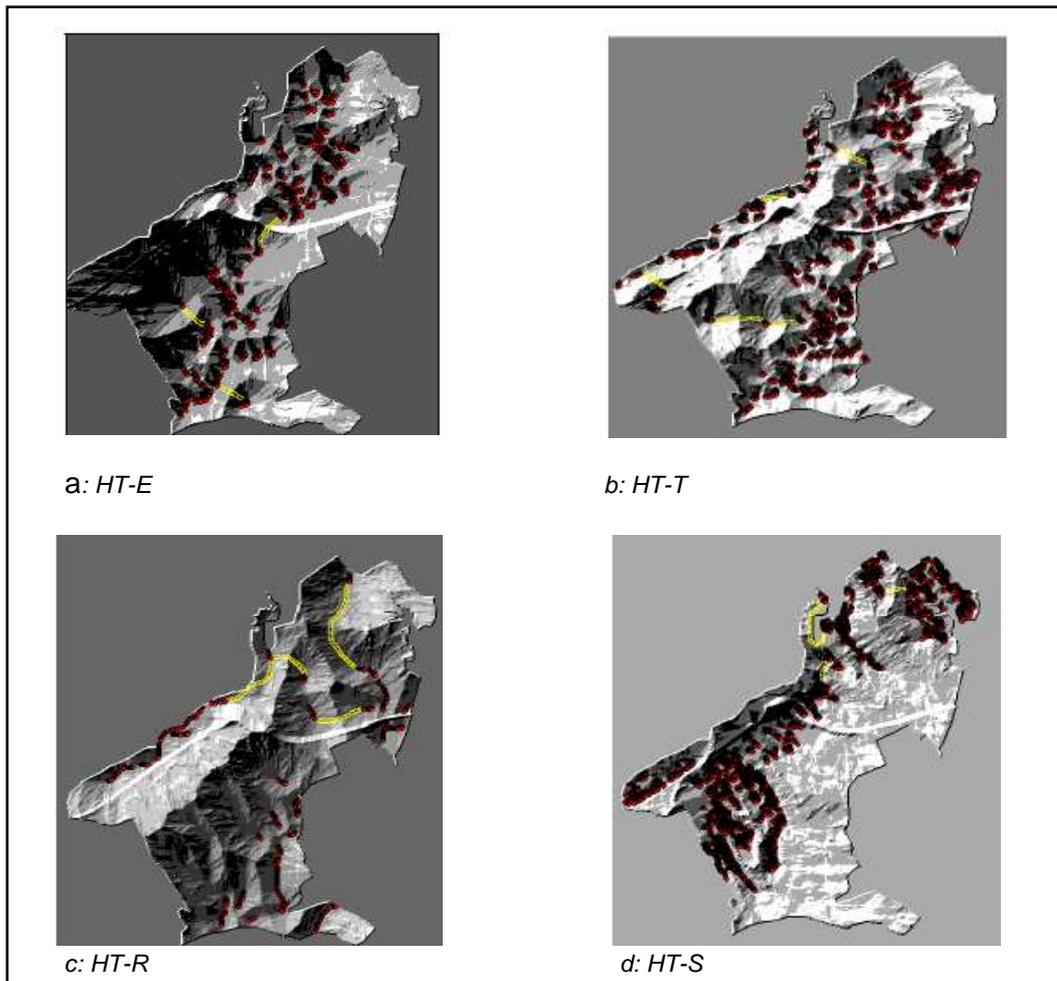


Figura 7 : Mapas de coste y caminos de mínimo coste (líneas amarillas) para los Hábitats topográficos(HT) (puntos rojos)

Los corredores ecológicos de mínimo coste no son recíprocos: una población puede conectarse a otra, pero esta puede tener un camino de menor coste hacia una tercera que hacia la primera. Esta propiedad sirve para identificar grupos de vecindad natural, que definen conjuntos cerrados de poblaciones de los que no sale ningún camino hacia poblaciones exteriores al conjunto en cuestión. Examinando el número de grupos en relación al número total de poblaciones por HT y escenarios (Tabla 4), sólo el HT-R no se ve afectada por el escenario AVE. El HT-S, asociada al hábitat 5330 (Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos), sufre una disminución perceptible, mientras que tanto T como E resultan acusadamente disminuidas en su conectividad bajo el escenario AVE.

Hábitat topográfico	escenarios			
	Escenario 0		Escenario AVE	
	Nº de poblaciones	Grupos de vecindad	Nº de poblaciones	Nº de grupos
E	4	1	5	2
T	6	1	8	3
R	6	2	6	2
S	4	1	7	2

Tabla 4: Grupos de vecindad y poblaciones generadas por el análisis de conectividad para cada escenario

Los resultados del análisis de conectividad también sirvieron para estimar los valores extrínsecos de conservación, como criterio para el mapa integrado de VPA.

4.5 MCA para ambos escenarios.

Con la cartografía generada para los valores extrínsecos e intrínsecos de conservación (ver pto 3.4) y mediante MCA (descrito en el mismo apartado), se obtuvieron los siguientes resultados (figuras 8a y 8b)

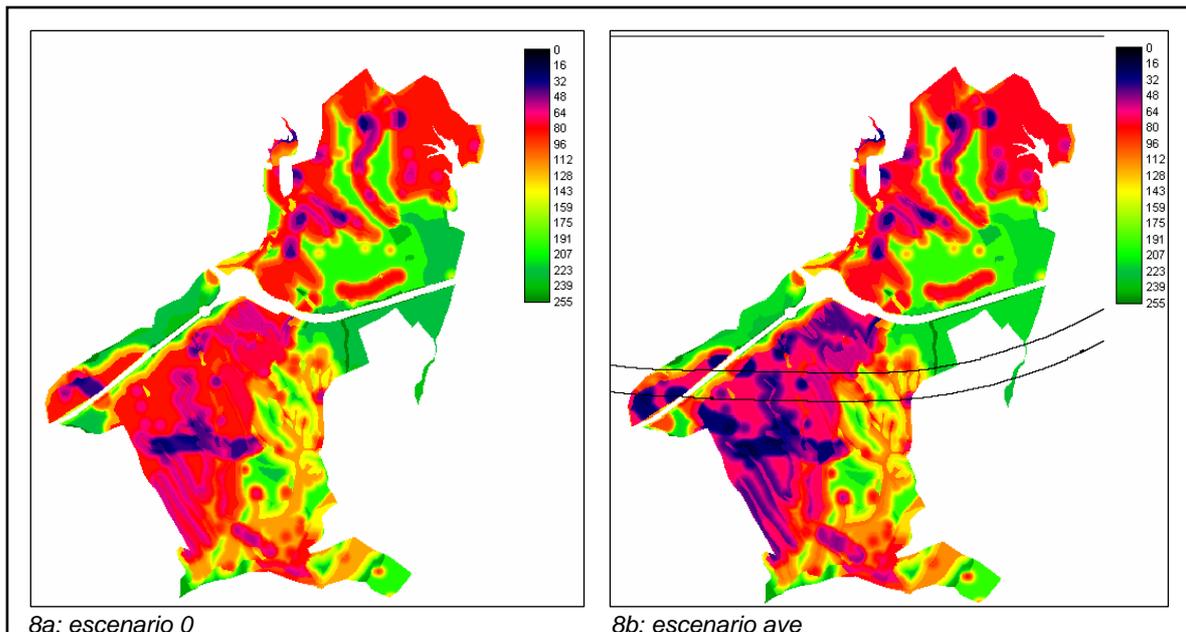


Figura 8: Mapas de VPA en ambos escenarios

Los mapas continuos de VPA reflejan los criterios de conservación y sus pesos, y por ello pueden considerarse como herramientas primarias para este tipo de análisis. Su interpretación se facilita examinando discontinuidades en los histogramas acumulados respectivos, que sugieren la existencia de clases. Así, en la Figura 9 se aprecian algunos saltos de frecuencia según aumenta el valor de idoneidad, cuya causa se puede verificar:

- 1- corresponden a los “pasillos de conectividad” que se sitúan en el interior de los Hábitats de Interés Comunitario en la finca.
- 2- corresponden con HIC, así como áreas fuera de HIC donde se han encontrado “pasillos de conectividad”.
- 3- perímetro alrededor de las áreas de HIC o a zonas donde se han encontrado sintaxones que forman parte de Hábitat prioritarios en el Anexo 1 de la Directiva 92/43/EEC.
- 4- pertenecen al perímetro exterior de las áreas fuera de HIC o al perímetro de áreas donde se han encontrado sintaxones del Anexo I de la Directiva 92/43/CEE.
- 5- pertenecen a zonas fuera de HIC donde no se han encontrado sintaxones de interés ni especies vegetales de especial relevancia y que poseen un grado de alteración débil.
- 6- zonas fuera de HIC donde no se han encontrado sintaxones de interés ni especies vegetales de especial relevancia y además poseen un grado de alteración medio o fuerte, o bien son zonas de cultivo (tanto en activo como abandonadas).

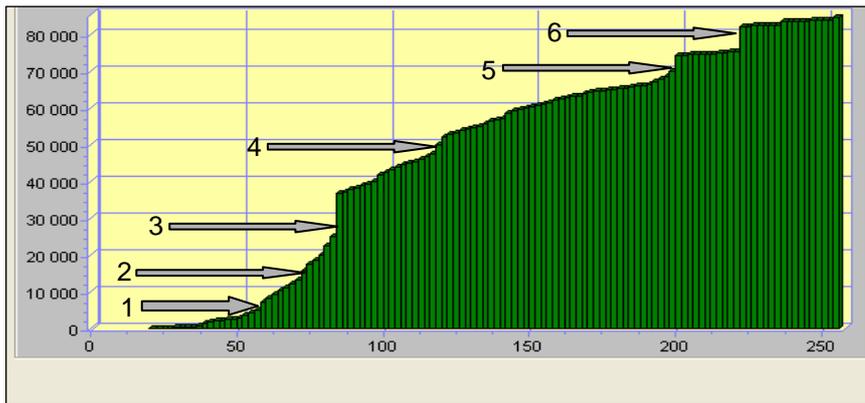


Figura 9: Histograma acumulado para los valores de VPA en el escenario 0

Reclasificando el mapa de VPA según estas discontinuidades, se obtiene la figura 10a. En ella, la clase 1 es la más importante para la conservación, es decir, la que menos debería ser alterada, mientras que la clase 6 es la más capaz para soportar una actuación como la urbanística alterando lo menos posible la función del LIC.

Si reclasificamos del mismo modo los valores de VPA obtenidos para el escenario AVE, con los mismos valores derivados de la descomposición del histograma efectuado para los valores de referencia (escenario 0), obtenemos la figura 10b, que representa los valores de VPA para el escenario AVE agrupados en 6 clases, con el mismo significado que las del escenario anterior.

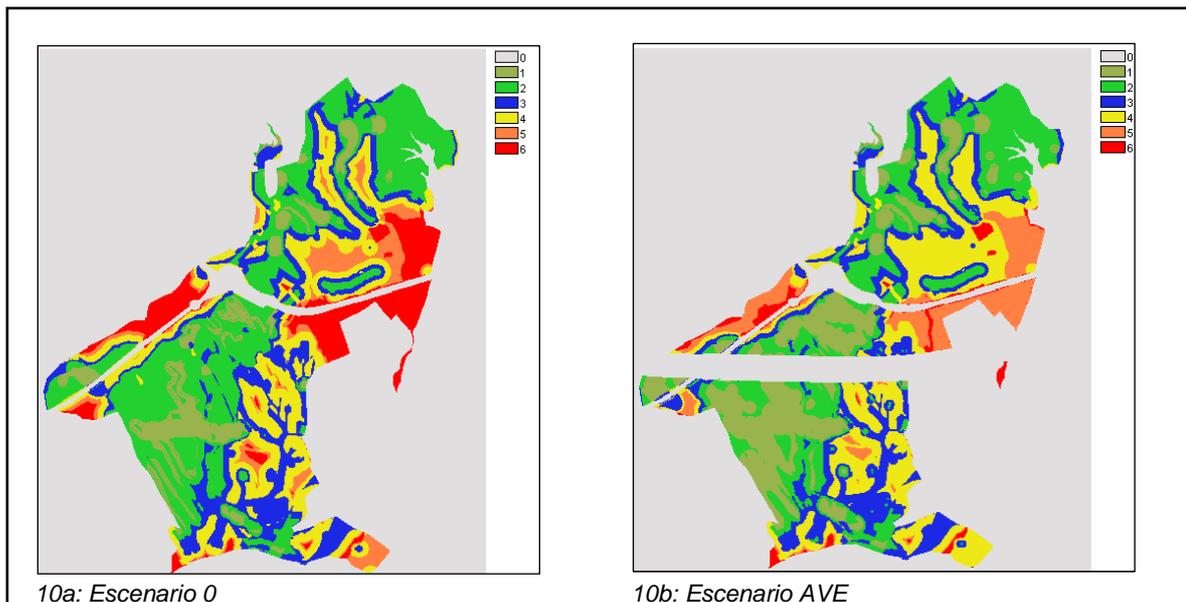


Figura 10: valores de VPA para el escenario 0 y el escenario AVE agrupados en 6 clases

ESCENARIO 0			ESCENARIO AVE		
CLASES	ÁREA (ha)	%	CLASES	ÁREA (ha)	%
1	81.57	9.65	1	147.67	18.94
2	282.72	33.43	2	202.70	26.00
3	161.27	19.07	3	147.85	18.97
4	174.61	20.65	4	186.74	23.96
5	57.49	6.80	5	74.43	9.55
6	87.96	10.40	6	20.11	2.58
TOTAL	845.62	100	TOTAL	779.50	100

Tabla 5. Extensiones obtenidas por clase y escenario

5.-Discusión

5.1.- Hábitats existentes.

Se han identificado, aunque de manera fragmentaria, hasta 12 asociaciones vegetales reconocidas y delimitadas en INH y comprobado que su distribución es consistente con la misma. También se han encontrado 17 especies vegetales, algunas muy frecuentes en la finca, que se citan en diversos catálogos de flora amenazada. Todos los hábitats que subyacen a la delimitación de los LIC de la RN2000 han sido comprobados sobre el terreno como presentes. Los hábitats que ocupan mayor extensión en la finca, los incluidos en los Polígonos nº 23430039 y nº 23430057 están estrechamente relacionados y ocupados por la asociación *Helianthemo almeriensis-Sideritetum pusillae*, si bien en la delimitación del segundo entra así mismo la asociación *Bupleuro gibraltari-ci-Pistacietum lentisci*. Interés añadido de estos hábitats (al menos del segundo, pero probablemente de ambos) es que reúnen condiciones para sostener un matorral mediterráneo climácico, aunque en su versión más xérica. Probablemente la citada asociación *Bupleuro Pistacietum* u otra equivalente, como *Mayteno europeaei-Ziziphetum loti*, estaría también el primero de los hábitats si algún refugio hubiera permitido conservarla a salvo de la actividad agraria de tiempos pasados. La superficie ocupada por los hábitats no es inferior ahora a la cartografiada en el INH.

El estado actual de los hábitats es bastante bueno como para servir de reserva de vegetación natural, a juzgar por la escasez de especies propias de lugares alterados junto con la relativa frecuencia de especies climáticas. En términos absolutos, el estado de conservación de estos hábitats no es extraordinario; sin embargo, es la mejor reserva de vegetación natural que existe en unos amplios alrededores, de manera que la finca emerge como una isla de naturalidad respecto a su entorno y puede jugar un papel en la conservación a escala comarcal, sobre todo en el actual contexto socioeconómico de usos cada vez más intensivos. Para las especies y los procesos en los que sea posible conectividad entre el Cabo de Gata y la Sierra Alhamilla lo más probable es que dicha conectividad ocurra a través de esta finca.

5.2.- Hábitats topográficos parametrizados.

La construcción de los HT, parametrizando grupos fisionómicos en lugar de una especie real, permite que un mayor número de taxones sean tenidos en cuenta en los estudios de conectividad realizados, haciendo el modelo más representativo de la probable dinámica de la vegetación de la zona.

Por otra parte, los HT definidos son complementarios en cuanto a sus afinidades topográficas, por lo que los terrenos ocupados por ellos no se superponen. Por estas razones, al estar referido el estudio de conectividad a los HT, éste afecta a una alta proporción de los taxones presentes, y en particular a todos los dominantes, así como a la mayor parte del territorio del área de estudio.

Otras ventajas del uso de la modelización de los tipos de vegetación son su bajo coste (al no requerir muestreos de campo complejos), un mayor control sobre las variables ambientales que afectan a los tipos de vegetación y la obtención de un mapa continuo e integrado de probabilidad de presencia de las especies, en vez de mapas binarios de presencia/ausencia de cada una de ellas. Esto último puede resultar interesante para la elaboración de estudios espaciales complejos.

Este tipo de procedimiento requiere un análisis detallado del MDE para la obtención de las variables topográficas (que son las que se han tenido en cuenta en este caso), por lo que la calidad y detalle de los resultados va a depender de la escala a la que se ha realizado el MDE y la forma de obtener las variables topográficas a partir del mismo.

5.3.- Aspectos espaciales.

El método seguido en este trabajo es sensible a algunos aspectos espaciales que merecen ser destacados. Uno de ellos es el aumento de la importancia de lo que permanece tras secuestrar territorio para cierto uso. La superficie asignada al trazado del AVE afecta a varios elementos susceptibles de conservación, incluyendo hábitats de interés comunitario, especies protegidas, etc. Parece lógico articular un mecanismo que aumente la importancia de dichos elementos tras reducir su extensión. En este trabajo, eso se hace de manera proporcional a la superficie secuestrada. Por ejemplo, si el AVE reduce la extensión de cierto hábitat en un 10%, la viabilidad para urbanizar sitios donde dicho hábitat esté presente se reduce en la misma proporción. Ello tiene dos ventajas. En primer lugar, el mecanismo es explícito y permite focalizar la búsqueda de soluciones sobre los elementos afectados. Y en segundo lugar, permite cuantificar el efecto indirecto y negativo que tiene el trazado del AVE sobre la disponibilidad de terreno urbanizable, incluso si este último respetase los elementos de conservación.

Otro efecto espacial interesante es el aumento del valor intrínseco de una localización debido al efecto extrínseco de la conectividad. Tradicionalmente se ha otorgado valor para conservación sólo a zonas en un estado destacadamente próximo al óptimo. El resultado ha sido en muchos casos la atomización del espacio conservado en múltiples fragmentos con una estabilidad discutible. Aunque la aproximación seguida aquí de usar caminos de mínimo coste admite varias mejoras, creemos que es novedosa porque incorpora explícitamente la contribución de todos los puntos a la estabilidad y coherencia de las zonas a conservar.

5.4. Limitaciones del trabajo.

En general, tanto la aproximación como los resultados descritos en este trabajo están sujetos a algunas limitaciones. Quizás la mayor haya sido la prospección de campo, que aunque exhaustiva para la vegetación, no ha tenido en cuenta la fauna local. Dicho esto, hay que tener en cuenta que en este procedimiento se ha trabajado a nivel de hábitat, por lo que tratando de conservar éstos y su conectividad se protegerá indirectamente la fauna asociada a ellos.

Por otra parte, el recurso a bases de datos ya disponibles para la parametrización de las unidades fisionómicas, forzó una sobreestimación de la topografía como control de paisaje, en detrimento de otros factores que hubiesen requerido más dedicación como es el tipo de suelos.

Algunas de las limitaciones citadas tienen a su vez ventajas. El uso de grupos fisionómicos y su parametrización mediante MCA puede estar inspirado en comunidades naturales, pero en la práctica refleja bien los principales nichos zonales existentes en la finca. Además, sus superficies de coste pueden ser usadas como soporte para ciertas

especies de fauna vinculadas al tipo de vegetación correspondiente, y con distancias de dispersión similares. Por ejemplo, esos HT podrían ser surrogados también de ciertas especies de aves, aunque esa faceta no se explora aquí. Respecto al uso intenso de la topografía como fuente de variabilidad espacial, eso es cierto al menos en una zona árida donde el agua y su redistribución en el (sub)suelo es un factor limitante.

Otra limitación, es que no se incluyen aquí los efectos concretos del tipo de explotación que se proyecta, por lo que el resultado sería el mismo independientemente del uso más o menos agresivo que se haga del territorio. Esto hace que el método que se propone ayude en la toma de decisiones sobre la ubicación y extensión del proyecto y su posterior estudio de impacto ambiental, al mismo tiempo es lo que permite que sea de uso más general y por lo tanto un avance en cuanto a la estandarización de procedimientos.

6.- Conclusiones

6.1.- Sobre la finca.

Las zonas más capaces de soportar una intervención como la urbanización son las correspondientes a la clase 6. Es posible que también las zonas de clase 5 pudieran urbanizarse sin menoscabo significativo de la función del LIC. Ambas zonas se concentran en el centro-norte de la finca, en las inmediaciones de la autopista. Las zonas más sensibles a la urbanización son los matorrales que ocupan los dos principales HIC de la finca y los espartales.

El método permite estimar de forma objetiva los cambios que puede ocasionar un proyecto como la construcción del AVE. Dichos cambios implican pérdida de superficie de elementos con valor de conservación y modificaciones en la conectividad, lo cual lleva asociado un incremento de la fragmentación de algunas poblaciones. Como consecuencia, aumenta la importancia del territorio no afectado, y se reduce la superficie viable para la urbanización. Así, la clase 1 toma mayor importancia en el escenario AVE, en detrimento de la superficie correspondiente a la clase 2. La clase 3 queda prácticamente inalterada y la clase 4 se incrementa ligeramente a expensas de la 5. La clase 5, no obstante, aumenta un poco en extensión debido a que se le incorporan gran parte de los puntos que en el escenario 0 eran de clase 6.

Los mapas de coste y caminos de mínimo coste, en particular para el HT-S, sugieren que inversiones moderadas permitirían medidas de restauración que aseguren la continuidad del HIC del polígono 23430039, al sur de la autovía, con el HIC similar del polígono 23430057, al norte de la misma y, de éste último, con el territorio del LIC inmediato al norte de la finca. La prospección del entorno inmediato de la finca sugiere así mismo restaurar la periferia más alterada, en particular la estrecha franja del LIC que separa el sur de la finca del P.N. Cabo de Gata-Níjar y que está siendo invadida por invernaderos

Aunque las superficies de coste y los caminos de mínimo coste no incluyen los alrededores de la finca, por lo que no sabemos con precisión el coste de la conectividad de la finca con su exterior, podemos sin embargo hipotetizar que la ocupación de terrenos valiosos para la conservación en el interior de la finca tendría en el exterior consecuencias considerables. Véase como ejemplo el efecto de la construcción de AVE sobre el HT-S, la más importante a conservar: el número de poblaciones aumenta de 4 a 7 y el de grupos de vecindad de 1 a 2. Esta fragmentación ocurre con una barrera que no es del todo infranqueable y que sólo secuestra 62.2 ha de terreno y 11.6 ha en los HIC. Y

tanto el HT-E como el T resultan acusadamente disminuidas en su conectividad en el escenario AVE. Así que hay que suponer que la ocupación de las más de 800 ha de la finca y en particular de la totalidad de los HIC, impediría casi por completo la conectividad entre el PN Cabo de Gata y la Sierra Alhamilla, anulando la función del LIC

6.3.- Sobre el método.

En conjunto, la aproximación explicada en este trabajo resulta de un compromiso entre el rigor deseable en un método de gestión territorial, y la necesidad de optimizar recursos de trabajo que hagan viable el uso del método. La práctica habitual en conflictos entre conservación y explotación del territorio es optar por una solución conservadora mientras se reúne información suficiente sobre el sitio en cuestión, y la imprecisión del concepto 'suficiente' tiende a alargar indefinidamente la toma de decisiones. Ello tal vez sea favorable a la conservación a corto plazo, pero al cabo de cierto tiempo, las enormes presiones económicas pueden generar soluciones factuales que gravitan en el extremo opuesto. Es decir, las soluciones a los conflictos suelen alcanzarse por omisión y ser extremas. En muchos casos, este estado de cosas contradice llanamente el espíritu de la Directiva de Hábitats y sus instrumentos asociados como la Red Natura 2000.

Las fortalezas y debilidades de la aproximación propuesta la sitúan en su papel de modelo interactivo, capaz de examinar escenarios sometidos a diversos factores, y de producir respuestas consistentes. No se trata, por tanto, de generar soluciones definitivas, sino de facilitar la interacción entre las partes del conflicto. La solución consensuada debería ser sometida a expertos locales, que pueden ver facilitada su tarea al focalizar su atención sobre ciertos elementos o sitios del área de estudio, y cuya función queda así acotada. Cualquier solución técnica debe basarse en supuestos explícitos, en criterios objetivos, y en métodos reproducibles. Creemos que, en un mundo que cambia cada vez más deprisa, la gestión territorial debe asumir este desafío.

7.- Agradecimientos.

Este artículo se basa en la realización de un proyecto de un año de duración financiado por el Grupo FADESA. Agradecemos la confianza que han depositado en el equipo de trabajo y su interés por conocer con detalle las implicaciones ambientales derivadas de la aplicación de la Directiva 92/43/CEE.

8.- Referencias

- BAÑARES, A., G. BLANCA, J. GÜEMES, J. MORENO & S. ORTIZ (2003). Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. *Dirección General de Conservación de la Naturaleza*. Madrid
- BLANCA, G, & COL. (2000) Libro rojo de la flora silvestre amenazada de Andalucía: Tomos I y II. *Consejera de Medio Ambiente, Junta de Andalucía*.
- BUCKLEY, J.J. (1984). The multiple judge, multiple criteria ranking problem: a fuzzy set approach. *Fuzzy Set and Systems*. 13: 25-37.
- DEL BARRIO, G. , MORAL, R.G., SIMÓN, J.C., SÁNCHEZ, E. Y CUADRADO, A. (1998). Identificación, delimitación y análisis de los elementos del paisaje necesarios para mejorar la coherencia de la Red Natura 2000. Región Alpina Española. *Directiva Hábitats 92/43/CEE*. Asesores Técnicos de Medio Ambiente (ATECMA), S.L., Madrid.
- DEL BARRIO, J. C. SIMÓN, A. CUADRADO, E. SANCHEZ, E. RUIZ & R. GARCÍA (2000). Aproximación para estimar la conectividad regional de las redes de conservación. V Congreso Nacional de Medio Ambiente: Comunicaciones Técnicas. *Colegio Oficial de Físicos*, Madrid. pp 1-17. ISBN 84-87338-04-6.
- 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. *Comunidad Económica Europea*. Bruselas
- EUROPEAN COMISIÓN (2001). Assesment of Plans and Projects Significantly Affecting Natura 2000 Sites. Methodological Guidance on the provisions of Article 6(3) and 6(4) of the Habitats Directive92/43/EEC.
- HUTCHINSON, M.F. (2001). ANUSPLIN Version 4.2. Canberra: *Centre for Resource and Environmental Studies*, Australian National University.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. (2000). Mapa topográfico de Andalucía escala 1:10.000. Provincia de Almería. *Instituto Cartográfico de Andalucía*.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. (2003). Ortofotografía Digital de Andalucía a color escala 1:60.000. Provincia de Almería. *Consejería de Obras Públicas y Transportes*.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. (2004). Ortofotografía Digital de Andalucía b/n escala 1:20.000. Provincia de Almería. *Consejería de Obras Públicas y Transportes*.
- LEUNG, YEE (1983). Fuzzy sets approach to spatial analysis and planning a nontechnical evaluation. *Geografiska Annaler* 65B(2), 65-75.
- MALCZEWSKI, J. (1999). GIS and Multicriteria decision analysis. *John Wiley & son, INC*. New York.

- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (1997). Inventario Nacional de Hábitat escala 1:50.000. *Ministerio de Medio Ambiente*
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (2003). Atlas y Manual de los Hábitat de España. *Dirección General de Conservación de la Naturaleza*. Madrid, 492 pp.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (2005). Los tipos de hábitat de interés comunitario de España. *Dirección General para la Biodiversidad*. Madrid.
- MOTA, J. (2003). Flora amenazada de Almería. *Universidad de Almería*. Almería.
- ORELLA, J. C., J. C. SIMÓN, J. VAQUERO, A. CUADRADO, B. MATILLA, M. A. GARZO y E. SÁNCHEZ, (1998)- La Lista nacional de Lugares de la Directiva hábitats 92/43 CEE. Metodología y proceso de evaluación. *Ecología* 12: 3-65
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987) Memoria del mapa de series de vegetación de España 1:400.000. *ICONA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. Madrid
- YAGER, RONALD R. (1988). On Ordered Weighted Averaging aggregation operators in multicriteria decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 8(1), 183-190.
- ZADEH, L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*. 8, 338-353.