



Región de Murcia

Consejería de Desarrollo Sostenible y Ordenación del Territorio
Dirección General de Medio Natural

IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA RED DE CORREDORES ECOLÓGICOS DE LA REGIÓN DE MURCIA

**Análisis de conectividad para cada uno de
los hábitats considerados en el proyecto**

Diciembre 2007

ATECMA S.L.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD PARA CADA TIPO DE HÁBITAT.....	6
--	---

- 421014 - *Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae* (coscojares)
- 422011 - *Mayteno-Periplocetum angustifoliae* (cornicales)
- 422013 - *Ziziphietum loti* (azufaihares)
- 433316 - *Chamaeropo humilis-Rhamnetum lycioidis* (palmitales)
- 433527 - *Rhamno lycioidis- Genistetum murcicae* (retamares)
- 522212 - *Dactylido hispanicae-Lygeetum sparti* (albardinales)
- 522224 - *Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissimae* (espartales)
- 834034 - *Quercetum rotundifoliae* (encinares)
- 853342 - *Junipero phoeniceae-Pinetum clusiana* (pinares de pino blanco)
- 856132 - *Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae* (sabinares)
- 857011 - *Arisaro simorrhini-Tetraclinidetum articulatae* (bosques de *Tetraclinis*)
- 954001 - Pinares de *Pinus halepensis*
- 6420, 6430, 92A0, 92D0 - Hábitats de ribera

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo, promovido por la Dirección General de Medio Natural de la Región de Murcia, tiene como objetivo *diseñar una red de corredores ecológicos que asegure la coherencia de la Red Natura 2000 en la Región de Murcia*

Para alcanzar este objetivo, se ha realizado un análisis de conectividad para un conjunto de hábitats característicos de la región, que han sido seleccionados de acuerdo con la Dirección General de Medio Natural a partir de unos criterios elaborados para este fin.

La aproximación metodológica propuesta para este análisis de conectividad se basa en el modelo denominado 'ALCOR' (ALgoritmo para la CONectividad Regional, Del Barrio 2000 y 2007), que permite obtener superficies de costes a partir de mapas de fricción (resistencia) generados mediante técnicas de modelado de hábitats. Para modelar la distribución de los hábitats en este estudio se ha empleado el algoritmo Random Forest (Breiman, 2001; Liaw & Wiener, 2002) que permite evaluar la idoneidad del territorio para un determinado hábitat.

El diseño de la red de corredores a escala regional se ha abordado mediante la superposición y análisis de las superficies de coste generadas para los hábitats seleccionados (ver documentos de Metodología y Memoria Final). Por otra parte, los resultados particulares sobre conectividad ecológica para cada hábitat pueden ser también de gran utilidad para abordar programas de conservación y acciones de protección para dichos hábitats.

Los hábitats de ribera asociados a los cauces fluviales de la Región han sido sometidos a otro tipo de análisis. Tratándose de elementos lineales fuertemente asociados a las condiciones particulares existentes en el entorno de los cauces fluviales, la aplicación del algoritmo ALCOR no se ha considerado apropiada para evaluar la conectividad en estos medios. En estos casos, en cambio, se ha considerado que la continuidad en la presencia de ciertos hábitats característicos de riberas permite mantener unas condiciones de conectividad adecuada en estos medios. De esta forma, se han identificado los tramos fluviales de la región que podrían actuar como corredores ecológicos para los hábitats y las especies asociadas a estos medios.

En este documento se describen los resultados obtenidos en estos dos tipos de análisis. La selección de hábitats considerados en el análisis de conectividad realizado en este trabajo se presenta en la tabla 1. Las variables utilizadas para modelar la distribución de los hábitats se incluyen en la tabla 2.

Tabla 1. Hábitats y asociaciones vegetales seleccionadas para el análisis de conectividad

Código y denominación del hábitat	Asociaciones vegetales seleccionadas	
	Código	Denominación
5210 Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> sp.	856132	<i>Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae</i> (sabinares)
	421014	<i>Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae</i> (coscojares)
5220* Matorrales arborescentes de <i>Ziziphus</i>	422011	<i>Mayteno-Periplocetum angustifoliae</i> (cornicales)
	422013	<i>Ziziphetum loti</i> (azufaifares)
5330 Matorrales termomediterráneos y preestépicos	433316	<i>Chamaeropo humilis-Rhamnetum lycioidis</i> (palmitales)
	433527	<i>Rhamno lycioidis- Genistetum murcicae</i> (retamares)
6220* Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del <i>Thero-Brachypodietea</i> ¹	522212	<i>Dactylido hispanicae-Lygeetum sparti</i> (albardinales)
	522224	<i>Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissimae</i> (espartales)
9340 Encinares de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834034	<i>Quercetum rotundifoliae</i> (encinares)
9530 * Pinares mediterráneos de pinos negros endémicos	853342	<i>Junipero phoeniceae-Pinetum clusiana</i> (pinares de <i>Pinus nigra</i>)
9540 Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos	954001	Pinares de <i>Pinus halepensis</i>
9570 *Bosques de <i>Tetraclinis articulata</i>	857011	<i>Arisaro simorrhini-Tetraclinidetum articulatae</i>

Hábitats considerados para valorar la conectividad en el entorno de cauces fluviales

6420 - Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del <i>Molinio-Holoschoenion</i>
6430 - Comunidades herbáceas higrófilas de las orlas de llanura y de los pisos montano a alpino
92A0 - Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>
92D0 - Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (<i>Nerio-Tamaricetea</i> y <i>Securinegion tinctoriae</i>)

* *Hábitats prioritarios*

¹ Si bien las dos asociaciones seleccionadas para este hábitat no se incluyeron en la primera lista de referencia de los hábitats de interés comunitario elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente (1995), se han descrito como parte de la Clase *Thero-Brachypodietea* en el Manual de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) y se citan como parte del hábitat 6220 en las Bases ecológicas para la gestión de los tipos de hábitats de interés comunitario presentes en España (Ministerio de Medio Ambiente, en preparación).

Tabla 2. Variables usadas como predictores en la modelización de la distribución de los hábitats

- **Variables topográficas**

Altitud (DEM02)

Pendiente (SLO)

Área drenada (SIZ) - Área de contribución, o tamaño de cuenca drenada aguas arriba de cada celda, que indica el potencial de recepción de escorrentía

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)

Índice de insolación relativa (SUNC)

Curvatura del perfil (PFC)

Curvatura plana (PLC)

- **Variables climáticas**

Temperatura media anual (TMA)

Temperatura máxima media del mes más cálido (TMXC)

Temperatura mínima media del mes más frío (TMNF)

Temperatura media de verano (TMED_VER)

Temperatura media de primavera (TMED_PRI)

Temperatura media de otoño (TMED_OTO)

Temperatura media de invierno (TMED_INV)

Precipitación total anual (PA)

Precipitación de verano (P_VER)

Precipitación de primavera (P_PRI)

Precipitación de otoño (P_OTO)

Precipitación de invierno (P_INV)

- **Suelos (clasificación USDA 1987)**

A partir del mapa de suelos de LUCDEME, escala 1:1.000.000 (MMAM,2005).

(Se indica en las gráficas de modelización de hábitats como ASOCIACIÓN)

ORDEN	SUBORDEN
-------	----------

Alfisol	Boralf
---------	--------

	Udalf
--	-------

	Ustalf
--	--------

	Xeralf
--	--------

Aridisol	Orthid
----------	--------

Entisol	Fluvent
---------	---------

	Orthent
--	---------

	Psamment
--	----------

Inceptisol	Andept
------------	--------

	Ochrept
--	---------

	Umbrept
--	---------

Spodosol	Orthod
----------	--------

Ultisol	Ustert
---------	--------

	Xerult
--	--------

Vertisol	Xerert
----------	--------

- **Usos del suelo (Corine Land Cover, 2000)**

Clases de nivel 2 de Corine Land Cover (2000) presentes en la Región de Murcia
(Se indica en las gráficas de importancia de cada variable en la modelización de hábitats como “as.factor_predictores2(22)”)

Clase 1: Zonas Artificiales

1.1 Tejido Urbano

1.2 Zonas industriales, comerciales y de transporte (zonas industriales y comerciales, redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados, zonas portuarias, aeropuertos).

1.3 Zonas de extracción minera, vertidos y de construcción

1.4 Zonas verdes artificiales, no agrícolas

Clase 2: Zonas agrícolas

2.1 Tierras de labor (tierras de labor de secano, terrenos regados permanentemente, arrozales)

2.2 Cultivos permanentes

2.3 Praderas

2.4 Zonas agrícolas heterogéneas

Clase 3: Bosques y áreas semi-naturales

3.1 Bosques (bosques de frondosas, bosques de coníferas, bosque mixto)

3.2 Matorrales y/o asociaciones de vegetación herbáceas

3.3 Espacios abiertos con escasa o sin vegetación (playas, dunas y arenales, ramblas, roquedos)

Clase 4: Zonas húmedas

4.1 Zonas húmedas continentales

4.2 Zonas húmedas litorales

Clase 5: Superficies de agua

5.1 Aguas continentales

5.2 Aguas marinas

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD
PARA CADA TIPO DE HÁBITAT**

421014 - *Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae* (coscojares)

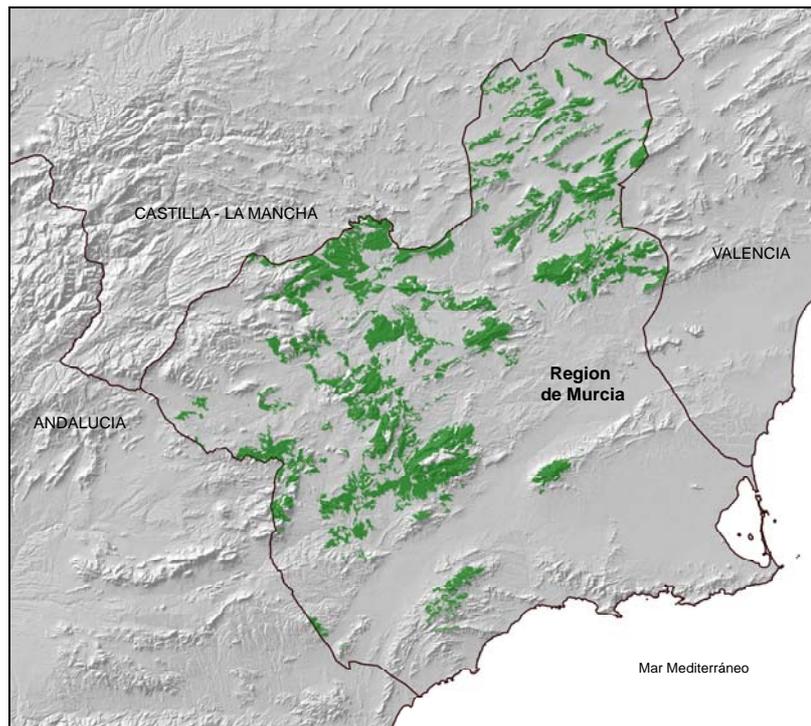
Análisis de conectividad para la asociación vegetal *Rhamno lycioides* – *Quercetum cocciferae* Rivas-Martínez & Alcaraz - 421014 (coscojar)

1. Distribución de la asociación en la Región de Murcia

La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución de la asociación vegetal *Rhamno lycioides* – *Quercetum cocciferae* Rivas-Martínez & Alcaraz (coscojar en adelante) ha sido extraída del Inventario de Hábitats de la Región de Murcia (ver figura 1).

De acuerdo con el Manual de Interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito), esta asociación se describe como matorrales esclerófilos ricos en nanofanerófitos y microfanerófitos (maquias), dominados por coscojas (*Quercus coccifera*) y/o lentiscos (*Pistacia lentiscus*), a los que suelen acompañar diversos arbustos (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Olea europaea*, *Rhamnus lycioides* subsp. *lycioides*, etc.), algunas lianas (*Lonicera implexa*, *Rubia peregrina* s.l., *Smilax aspera*) y el pino carrasco (*Pinus halepensis*), que suele formar un estrato superior abierto. Según la citada fuente, esta asociación vegetal se encuentra extendida por todas las áreas mesomediterráneas con ombroclima semiárido y seco, y sobre sustratos ricos en bases. En la Región de Murcia se extiende así desde Carrascoy y El Valle y la sierra de Almenara hasta zonas interiores de Caravaca y el altiplano. En vaguadas sombrías de algunas montañas se ha descrito una variante (subasociación *arbutetosum unedonis* Alcaraz 1984) enriquecida en *laurifolius*, con madroños (*Arbutus unedo*), labiérnagos (*Phillyrea angustifolia*) y durillos (*Viburnum tinus* subsp. *tinus*). En algunas áreas margosas se hace especialmente abundante el canaïllo (*Ephedra fragilis*) dentro de la asociación. Los coscojares representan la vegetación potencial en amplias zonas de la mitad oriental de la Península Ibérica y constituyen la primera etapa de degradación o la vegetación permanente en suelos donde la carrasca o encina no puede asentarse.

Figura 1. Distribución del coscojar en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial del coscojar

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa la probabilidad de presencia de esta asociación en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m). En la figura 2 se observan las zonas más aptas del territorio murciano para el coscojar, que se encuentran en sierras del altiplano, como las sierras de los Gavilanes, la Magdalena, las Cabras, sierra Larga y sierras del Carche y La Pila. La mitad centro-oeste de la región también presenta una idoneidad elevada en zonas del Valle de Ricote, de la sierra de Cambrón y sierra Espuña. Finalmente, la sierra de Carrascoy, en el centro, y la de Almenara en el sureste recogen también valores de idoneidad elevados.

Figura 2. Mapa de idoneidad del territorio para el coscojar en la Región de Murcia

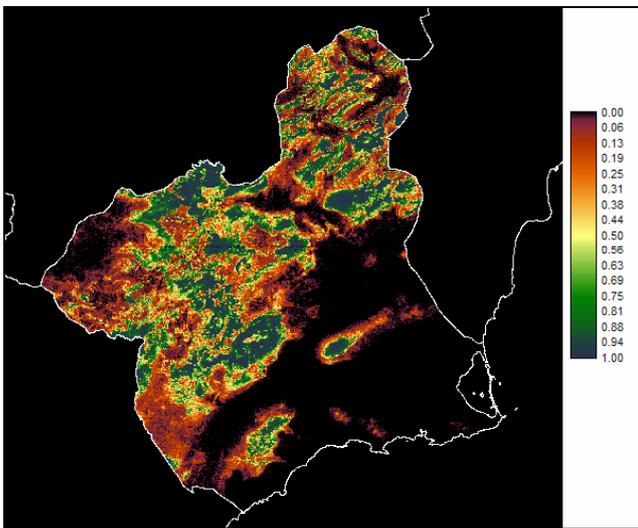
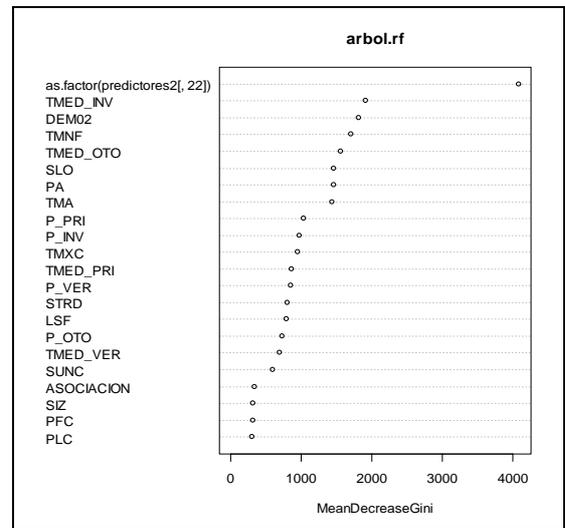


Figura 3. Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



En la figura 3 se representa el grado de importancia de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial del coscojar¹, en orden decreciente. Los factores que más influyen en la distribución de esta asociación corresponden a la ocupación del suelo (as.factor), la temperatura media de invierno (TMED_INV) y la altitud (DEM02).

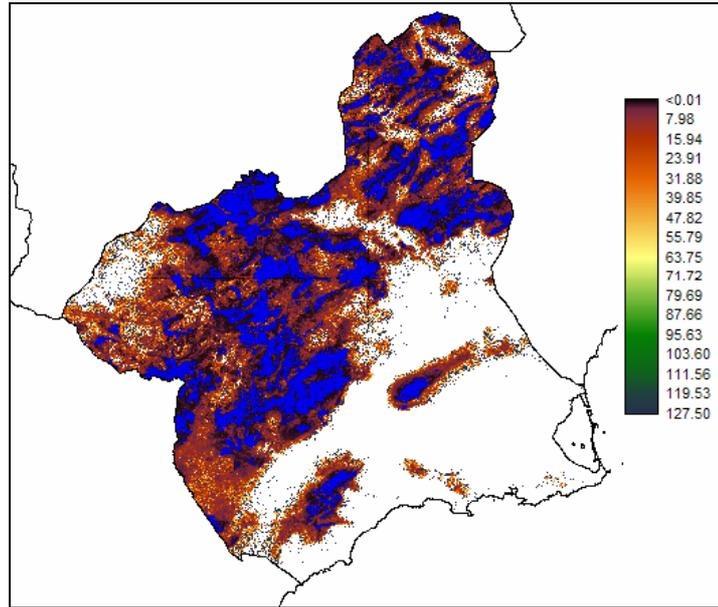
3. Análisis de conectividad

3.1. Mapa de fricción

El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad (1/idoneidad) en cada punto del territorio de la Región. En la figura 4 se observa que las áreas que presentan valores de fricción más altos corresponden a las zonas de las sierras de Moratalla y de Gadea al oeste de la región; las zonas de Murcia capital, el campo de Cartagena, el valle del Guadalentín y la zona litoral.

¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

Figura 4. Mapa de fricción del territorio para el coscojar en la Región de Murcia

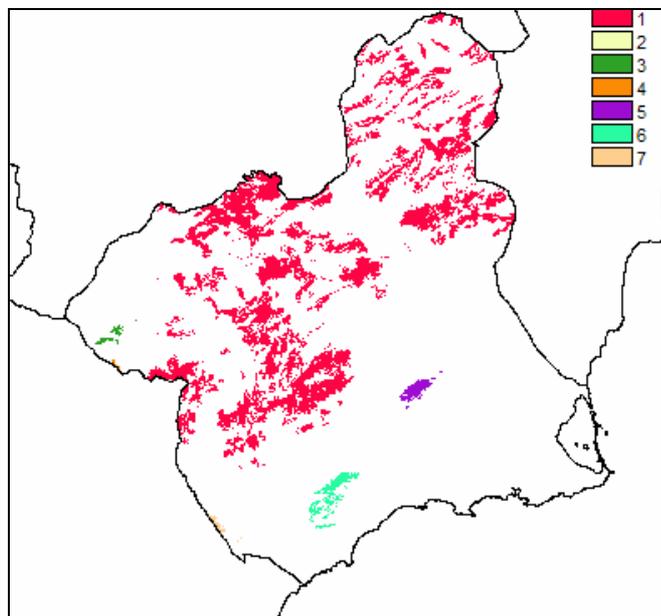


*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de la asociación vegetal analizada pertenecen a núcleos de distribución distintos. En este caso se ha establecido en 2.000 m dicha distancia umbral. De esta forma, se han obtenido 7 núcleos para esta asociación vegetal (ver figura 5). Destaca un gran núcleo (núcleo 1, *en rojo*) que se extiende por las comarcas del Altiplano y del Noroeste. De menor extensión son los núcleos situados en la sierra de Carrascoy (núcleo 6) y la sierra de Almenara (núcleo 5). Los demás núcleos son muy reducidos y se encuentran en los extremos oeste (núcleos 2, 3 y 4) y sur (núcleo 7) del gran núcleo 1.

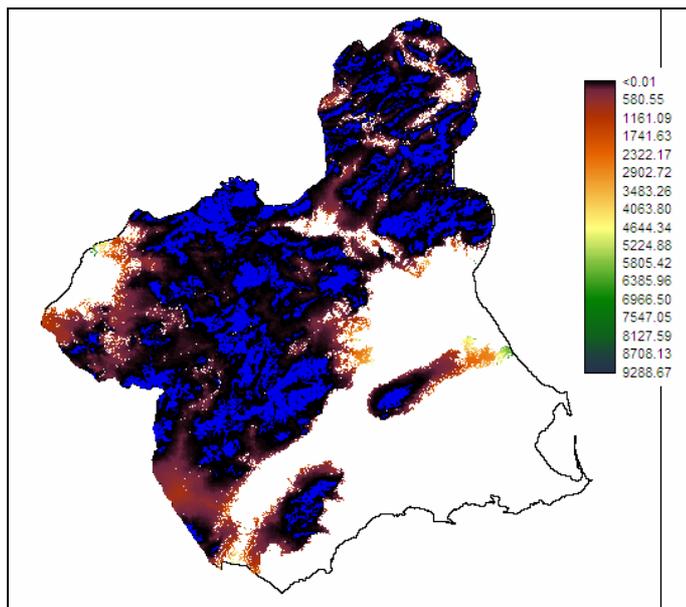
Figura 5. Núcleos de distribución para el coscojar



3.3. Superficie de costes

La siguiente fase en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la etapa anterior. La superficie de costes representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha asociación (ver figura 6).

Figura 6. Mapa de de costes para el coscojar



La distribución de la asociación se representa en color azul.

La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia corresponde a zonas consideradas como barreras a la expansión del hábitat (valor = -1)

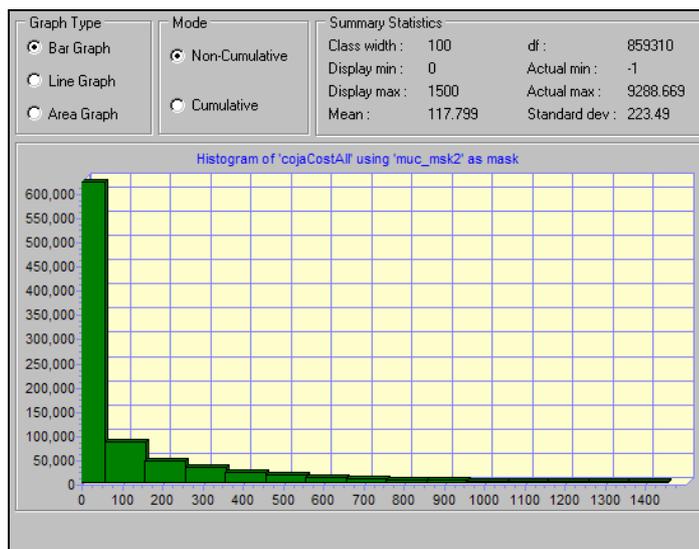
Los valores de coste en este caso varían entre 0 (zonas de presencia del hábitat analizado) y 9.288,67, dispersos en una superficie que corresponde a 48,6% del territorio murciano. El valor de coste medio de este territorio es de 240,14 (desviación estándar = 566,41) y la mediana se sitúa en 54,77 de valor de coste. Además, ALCOR identifica el territorio que representa una barrera para la expansión del hábitat, que en este caso corresponde al 51,4 % de la superficie de la región (Tabla 1).

Tabla 1. Valores estadísticos de la superficie de costes

Asociación vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Coscojar</i>	0	9.288,67	240,14	54,77	566,41	2,36	51,4

Cabe destacar que más del 87 % de todos los valores de coste están comprendidos entre 0 y 475. En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores de coste comprendidos entre 0 y 1.500.

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para el coscojar



4. Zonas de Alta Conectividad y Red Natura 2000

En esta etapa del análisis de conectividad se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan una máxima conectividad entre las distintas manchas de distribución de la asociación. Para ello se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso el umbral máximo de valor de coste se ha establecido en 250, dentro del cual están representados más del 77% de los valores de coste.

En la figura incluida al final de este capítulo se representan las zonas de alta conectividad y los espacios de la red Natura 2000. Como puede observarse, se mantiene la conexión entre una gran parte de los núcleos de distribución. Sin embargo, los coscojares de la sierra de Carrascoy, de Almenara y de la zona de Cabezo de la Jara aparecen aislados.

Según el Inventario de hábitats de la Región de Murcia, el coscojar ocupa un total de 1.646,69 Km². Dentro de Red Natura se encuentran los coscojares de la ZEPA Estepas de Yecla y de los LIC Sierra del Buey, Sierra del Carche y Sierra de la Pila en la comarca del Altiplano; los de Sierra de Ricote, Sierra del Molino y Embalse del Quípar, Sierra de Moratalla, en el cuadrante centro-oeste; y los de Sierra Espuña, Carrascoy, Almenara y Sierras del Gigante y Pericay, en la mitad sureste de la región.

En el otro extremo, situados fuera de Red Natura, estarían parte de los coscojares de la comarca del Altiplano como los de la sierra de los Gavilanes, sierra del Molar, sierra de Santa Ana, sierra Larga, sierras del Picacho y Cabeza del Asno, entre otros. También destaca que los coscojares del extremo occidental de Murcia se encuentran fuera de la Red Natura 2000.

Con respecto a las zonas de alta conectividad entre espacios Natura 2000, destaca la zona que conectaría el LIC de Sierra del Buey con el de Sierra del Carche hacia el sur; y con el LIC de Sierra del Serral hacia el norte. Otra zona interesante para la conectividad de esta asociación sería la que va desde la sierra del Puerto hasta sierra del Molar, pasando por la sierra de la Cabeza del Asno y por la sierra del Picacho.

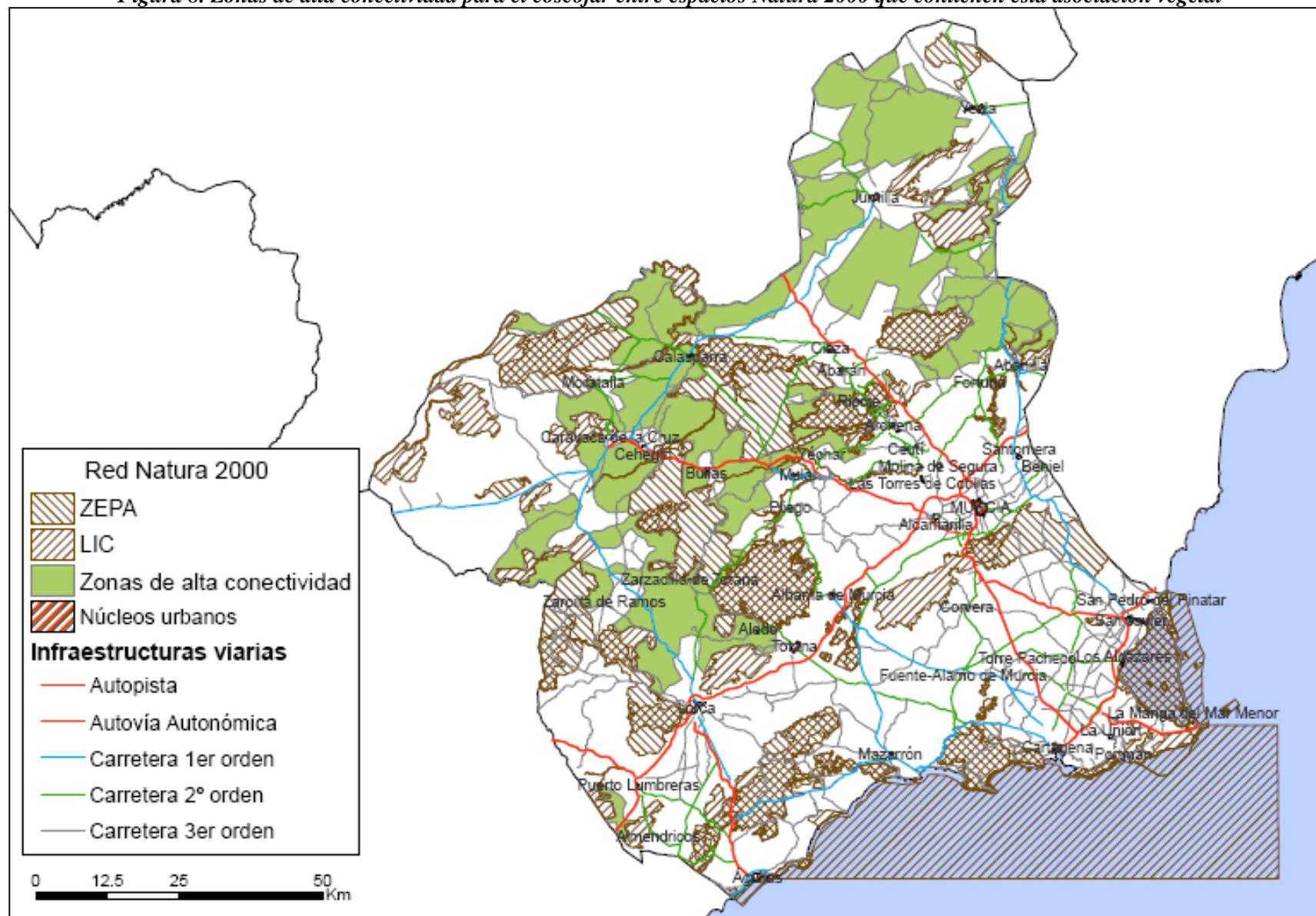
Los coscojares de los espacios Natura 2000 del centro-oeste de la región, en la ZEPA de Sierra del Molino y Embalse del Quípar al norte, el LIC de Sierra de la Muela al oeste, Sierra Espuña al este y ZEPA de Sierras del Gigante, Pericay y Torrecilla al sur; aparecen conectados por zonas de alta conectividad que en muchas ocasiones presentan manchas de esta asociación vegetal. Finalmente, destaca la zona al sur de Puerto Lumbreras que permitiría una conexión entre los coscojares de los LIC Cabezo de la Jara y Sierra de Enmedio (comarca del Alto Guadalentín).

Las zonas de alta conectividad entre espacios de la Red Natura 2000 que contienen la asociación vegetal considerada han sido delimitadas en un SIG vectorial (ArcMap, ver figura 8). Estas zonas ofrecen condiciones ambientales adecuadas para la expansión del hábitat de acuerdo con el modelo de conectividad utilizado en este estudio, y deberían ser tenidas en cuenta en el diseño y la ejecución de actuaciones orientadas a la conservación y restauración de este hábitat.

Esta misma figura presenta también una superposición de las zonas de alta conectividad y la red de infraestructuras viarias y núcleos de población de la Región. En primer lugar, podemos destacar que dentro de estas zonas de alta conectividad aparecen localidades importantes, tales como Caravaca de la Cruz, Moratalla, Calasparra, Cehegín, Bullas, Aledo y otras cercanas que también podrían llegar a afectar a la conectividad, como Yecla, Jumilla, Sotana y Blanca. Sin embargo, no se detecta alta conectividad en otras zonas muy pobladas de la Región (la Huerta de Murcia, el Campo de Cartagena y la zona de Puerto Lumbreras).

Respecto a las carreteras, la autovía A-7 (de Alcantarilla a Puerto Lumbreras) transcurre por la zona de alta conectividad entre Cabezo de la Jara y sierra de Enmedio (comarca del Alto Guadalentín), mientras que la A-30 (Murcia-Hellín) intersecta zonas de alta conectividad por la sierra de la Cabeza del Asno. Respecto a carreteras de primer orden, las zonas de conectividad delimitadas para el coscojar están atravesadas por la N-3314 (Jumilla-Caravaca), la N-3211 (Lorca-Caravaca de la Cruz) y la N-3223 (Yecla-Pinoso). Por último, cabe mencionar la carretera de tercer orden A-15 que atraviesa una zona de alta conectividad entre el LIC sierra del Carche y el de sierra del Serral.

Figura 8. Zonas de alta conectividad para el coscojar entre espacios Natura 2000 que contienen esta asociación vegetal



422011 - *Mayteno-Periplocetum angustifoliae* (cornicales)

Análisis de conectividad para la asociación vegetal *Mayteno-Periplocetum angustifoliae* Rivas-Martínez & Alcaraz - 422011 (*cornical*)

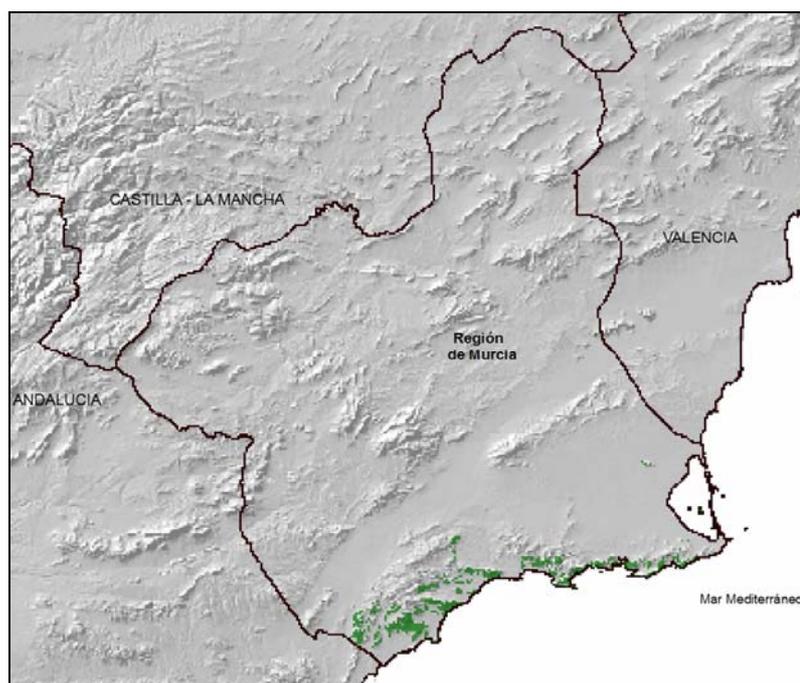
1. Distribución de la asociación en la Región de Murcia

La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución de la asociación vegetal *Mayteno-Periplocetum angustifoliae* (*cornical* en adelante) ha sido extraída del Inventario de Hábitats de la Región de Murcia (figura 1).

De acuerdo con el Manual de interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) esta asociación vegetal se compone de matorrales de 1 a 2,5 m, caducifolios por sequía, dominados por el cornical (*Periploca angustifolia*) y acompañados por plantas esclerófilas (*Chamaerops humilis*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus oleoides* subsp. *angustifolia*, etc.), esparragueras (*Asparagus albus*, *Asparagus horridus*) y lianas (*Arenaria montana* subsp. *intricata*, *Rubia peregrina* subsp. *longifolia*).

En la Región de Murcia, el cornical ocupa territorios inframediterráneos áridos, puntualmente semiáridos, carentes de heladas, y laderas de elevada oceanidad. Los cornicales de tierra adentro se ubican en laderas orientadas hacia la dirección del mar y que no presentan ninguna barrera montañosa hasta el Mediterráneo, lo que permite la llegada directa de vientos cargados de humedad procedentes de la costa. Así esta asociación se extiende principalmente por las laderas próximas al mar, entre Cabo de Palos y el límite provincial con la provincia de Almería (Andalucía). También se presenta en islas del Mar Menor (Isla del Ciervo e Isla Mayor) y en Cabezo Gordo, así como en la localidad de Santomera, en el interior de la región. La presencia del cornical en el sureste de España denota un piso de vegetación inframediterráneo árido a semidesértico, y constituye el área más parecida al Norte de África de toda la Península Ibérica. Se trata así de la vegetación potencial del inframediterráneo árido peninsular, por lo que tiene un elevado interés.

Figura 1: Distribución del cornical en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial del cornical

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa la probabilidad de presencia de esta asociación en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m). En la figura 2 puede observarse que los valores de idoneidad más elevados del territorio para el cornical ocurren en la franja costera de la región, desde Cabo de Palos hasta el límite oriental con la provincia de Almería. También las sierras de la Carrasquilla y la de la Almenara presentan una idoneidad elevada, así como Cabezo Gordo.

Figura 2: Mapa de idoneidad del territorio para el cornical en la Región de Murcia

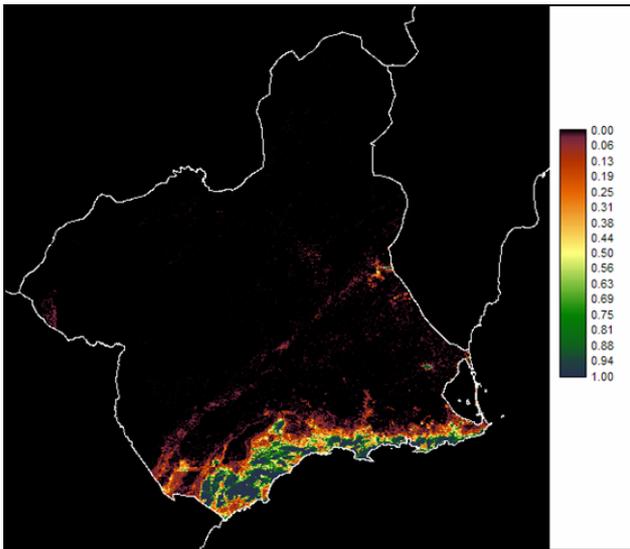
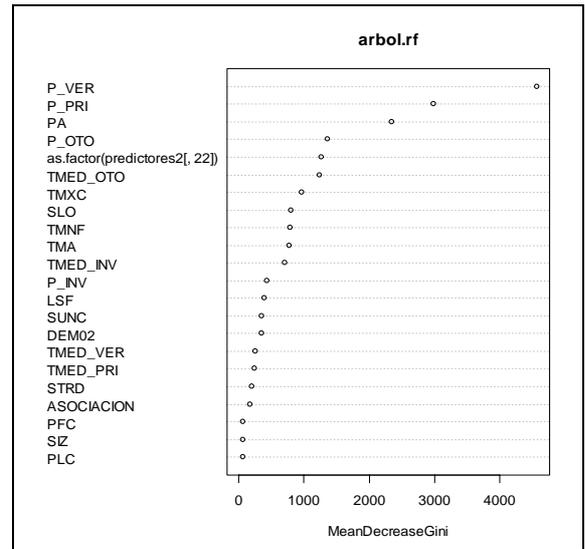


Figura 3: Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



En la figura 3 se observa el grado de importancia, en orden decreciente, de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial del cornical¹. Los factores que más influyen en su distribución son los regímenes de precipitación: la precipitación de verano (P_VER), la precipitación de primavera (P_PRI) y la precipitación total anual (PA).

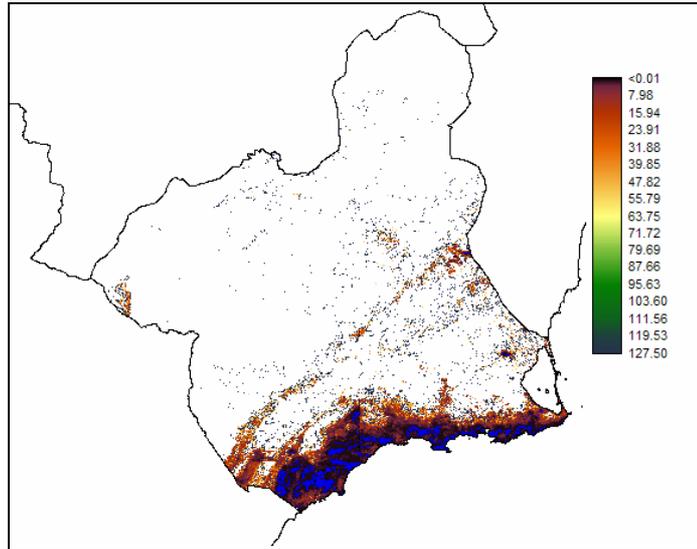
3. Análisis de conectividad

3.1. Mapa de fricción

El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad (1/idoneidad) en cada punto del territorio de la región. En la figura 4 se observa que las zonas que presentan valores de fricción más altos (en blanco) corresponden a más del 85 % del territorio murciano y abarcan sobretodo el norte, oeste y centro de la región, con algunas excepciones como la localidad de Santomera y Cabezo Gordo en el este y sureste respectivamente.

¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

Figura 4: Mapa de fricción del territorio para el cornical en la Región de Murcia

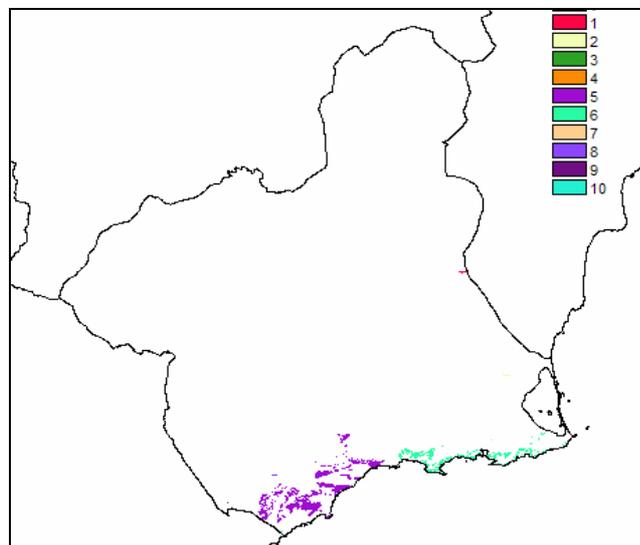


*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de la asociación vegetal analizada pertenecen a núcleos de distribución distintos. En este caso se ha establecido en 1.000 m dicha distancia umbral. De esta forma, se han obtenido 10 núcleos principales de distribución para esta asociación vegetal (ver figura 5). Se observan dos grandes núcleos (número 5 y 6) que se extienden por la zona del litoral mediterráneo. El núcleo 5 abarca la costa mediterránea desde la sierra de las Moreras hasta la sierra de la Carrasquilla, pasando por la sierra de los Mayoriales y Lomo de Bas. El núcleo 6 se extiende desde el puerto de Mazarrón hasta cabo de Palos. Destacan además dos núcleos interiores en la localidad de Santomera (núcleo 1) y en Cabezo Gordo (núcleo 2), así como los que se encuentran en las islas Mayor (núcleo 3) y del Ciervo (núcleo 4) del Mar Menor. Los demás núcleos (7, 8, 9 y 10) son sensiblemente inferiores en tamaño y se encuentran también en la zona costera, próximos a los núcleos 5 y 6.

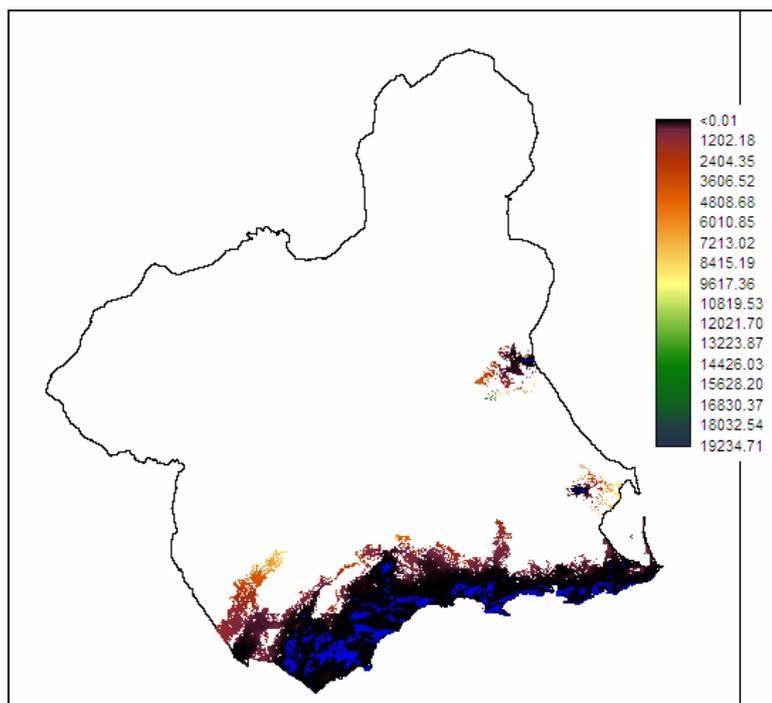
Figura 5. Núcleos de distribución para el cornical



3.3. Superficie de costes

La siguiente fase en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la etapa anterior. La superficie de costes representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha asociación (ver figura 6).

Figura 6. Mapa de de costes para el cornical



La distribución de la asociación se representa en color azul.

La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia corresponde a zonas consideradas como barreras a la expansión del hábitat (valor = -1)

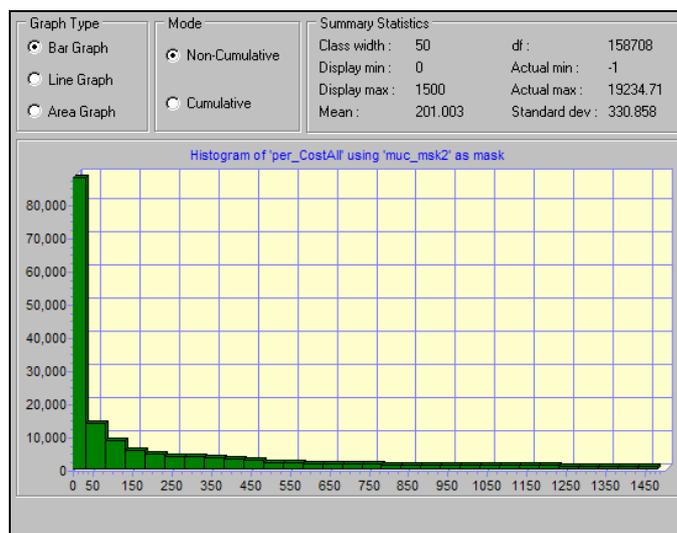
Los valores de coste en este caso varían entre 0 (zonas de presencia del hábitat analizado) y 19.234,71 y se extienden sobre una superficie que equivale al 12,44 % del territorio de la región, siendo 48,11 y 503,18 la mediana y la media respectivamente. ALCOR identifica además el territorio que representa una barrera para la expansión del hábitat, que en este caso corresponde al 87,56 % de la superficie regional (ver tabla 1).

Tabla 1. Valores estadísticos de la superficie de costes

Asociación vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Cornical</i>	0	19.234,71	503,18	48,11	1.256,24	2,49	87,55

Cabe destacar también que el 90% de todos los valores de coste están comprendidos entre 0 y 1.375. En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores de coste del territorio comprendidos entre 0 y 1.500.

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para el cornical



4. Zonas de Alta Conectividad y Red Natura 2000

En la siguiente etapa del análisis, se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan la máxima conectividad entre las distintas manchas de distribución de la asociación. Para ello, se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso el umbral máximo de valor de coste se ha establecido en 603, dentro del cual están representados más del 80 % de los valores de coste.

En la figura incluida al final de este capítulo se representan las zonas de alta conectividad y los espacios de la red Natura 2000, así como la distribución del cornical en la Región de Murcia. Como puede observarse, se mantiene la conexión entre una gran parte de los núcleos de distribución, salvo los cornicales que se localizan en islas del Mar Menor, que se encuentran naturalmente desconectados del resto. Lo mismo ocurre con los de Cabezo Gordo.

Según el Inventario regional de hábitats, el cornical ocupa un total de 167,42 Km², de los cuales 136,439 Km² (81,49 %) se encuentran dentro de espacios de la Red Natura 2000 (LIC y/o ZEPA). En esta situación se encuentran, por ejemplo, los cornicales de Cabezo Gordo y los de las islas del Mar Menor, así como parte de los núcleos de Calblanque, de Sierra de la Muela y Cabo Tiñoso, Sierra de Moreras, Calnegre, Sierra de Almenara, Cuatro Calas y Sierra de Enmedio.

En el otro extremo, situados fuera de la Red Natura 2000, se encuentran los cornicales de Santomera, el núcleo al norte de Cartagena y parte del núcleo próximo a esta ciudad, así como varios fragmentos del núcleo situado en la zona del golfo de Mazarrón (Figura 9).

Respecto a las zonas de máxima conectividad para esta asociación vegetal, cabe destacar las conexiones que se establecen entre los siguientes espacios de la Red Natura 2000:

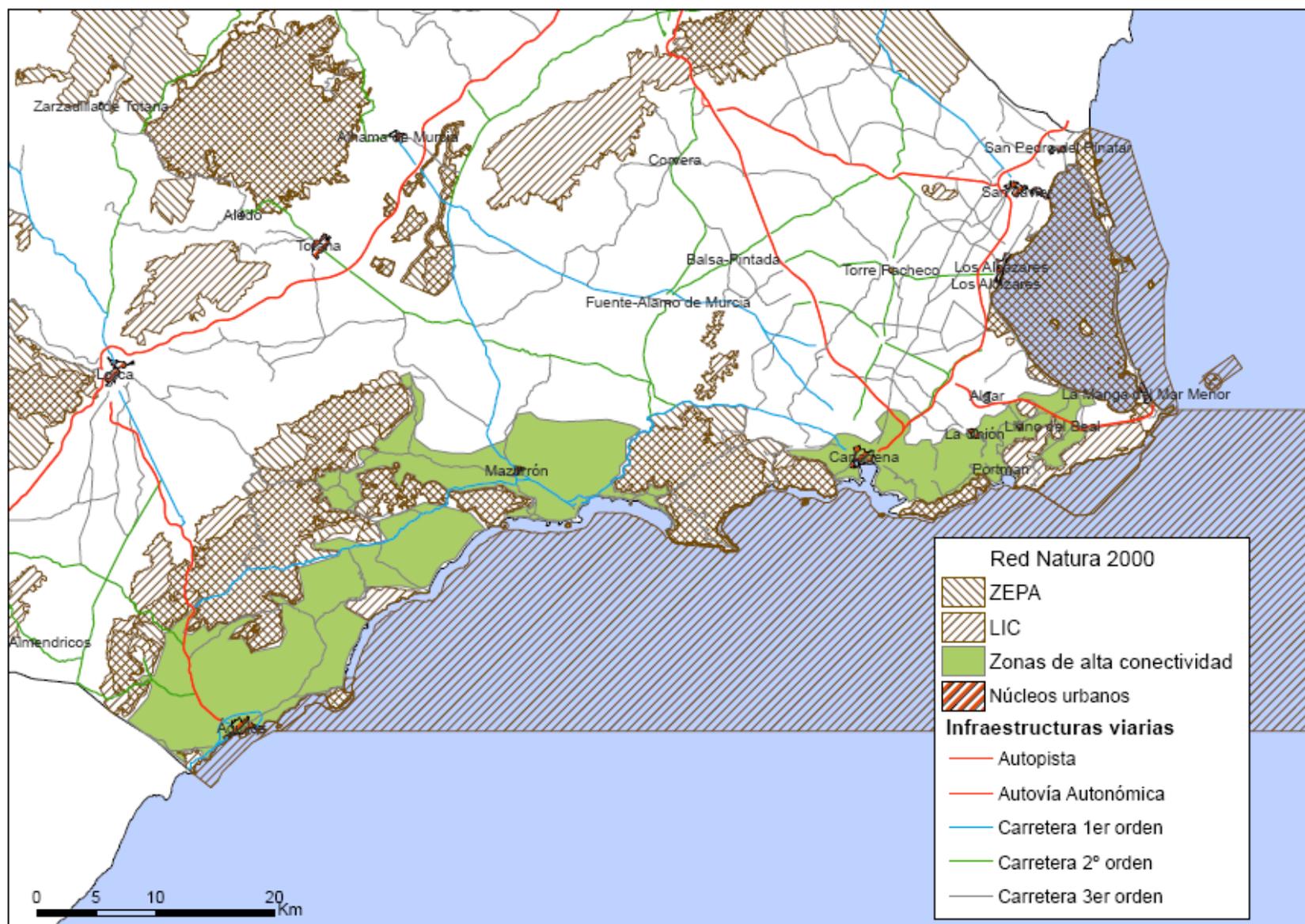
- Sierra de Almenara con Cuatro Calas, mediante Cabezo de la Merced y Cabezo de la Serrata.
- Sierra de Almenara con Cabo Cope por medio de los Peñones y Sierra de los Mayorales.
- Sierra de Almenara con Calnegre, por medio de Lomo de Bas y Sierra de los Mayorales o bien por Lomo de Bas y Barranco Asensio.
- Sierra de Almenara con Sierra de las Moreras bien mediante los alrededores de Ugéjar (rambla Ardir) o bien por medio del Puerto de Muriel, la Atalaya y sierra del Águila.
- Sierra de las Moreras con La Muela-Cabo Tiñoso mediante la rambla de las Moreras, sierra de lo Alto y sierra del Algarrobo (entre las localidades de Mazarrón y el puerto de Mazarrón)
- Sierra de la Fausilla con Calblanque mediante Portman.
- Calblanque con Espacios abiertos del Mar Menor, mediante el llano del Beal.

Las zonas de alta conectividad entre espacios de la Red Natura 2000 que contienen cornicales se han delimitado en un SIG vectorial (ArcMap, ver figura 8). Estas zonas ofrecen condiciones ambientales adecuadas para la expansión del hábitat de acuerdo con el modelo de conectividad utilizado en este estudio, y deberían ser tenidas en cuenta en el diseño y la ejecución de actuaciones orientadas a la conservación y restauración de este hábitat.

Esta misma figura presenta asimismo una superposición de las zonas de alta conectividad y la red de infraestructuras viarias y núcleos urbanos de la Región. Se observa así que en el litoral, donde se da la mayor zona de alta conectividad, destaca la presencia de la zona urbana de Cartagena (208.609 habitantes) y de localidades de menor entidad, pero aún así importantes, tales como Águilas, Mazarrón y La Unión que podrían afectar a la conectividad.

Respecto a las infraestructuras viarias, destacar las autovías N-3211 Lorca-Águilas, la Mazarrón-Totana, la Cartagena- San Javier, Cartagena-Murcia y La Manga-Cartagena. Así mismo, aunque no aparece en el mapa por no haber podido disponer de cartografía de la misma, la autopista Cartagena-Vera atraviesa la zona de alta conectividad que se extiende entre los alrededores de Mazarrón y Águilas. Así mismo existen varias carreteras de primer orden que atraviesan esta zona, como la N-3321 y la N-3322. Por último, comentar la presencia de dos líneas de ferrocarril que también discurren por esta zona, la primera en los alrededores de Águilas y la segunda entre Cartagena y San Javier.

Figura 8. Zonas de alta conectividad para el cornical entre espacios Natura 2000 que contienen esta asociación vegetal



422013 - *Ziziphetum loti* (azufaifares)

Análisis de conectividad para la asociación vegetal *Ziziphetum loti* - Rivas-Martínez & Alcaraz – 422013 (*azufaifal*)

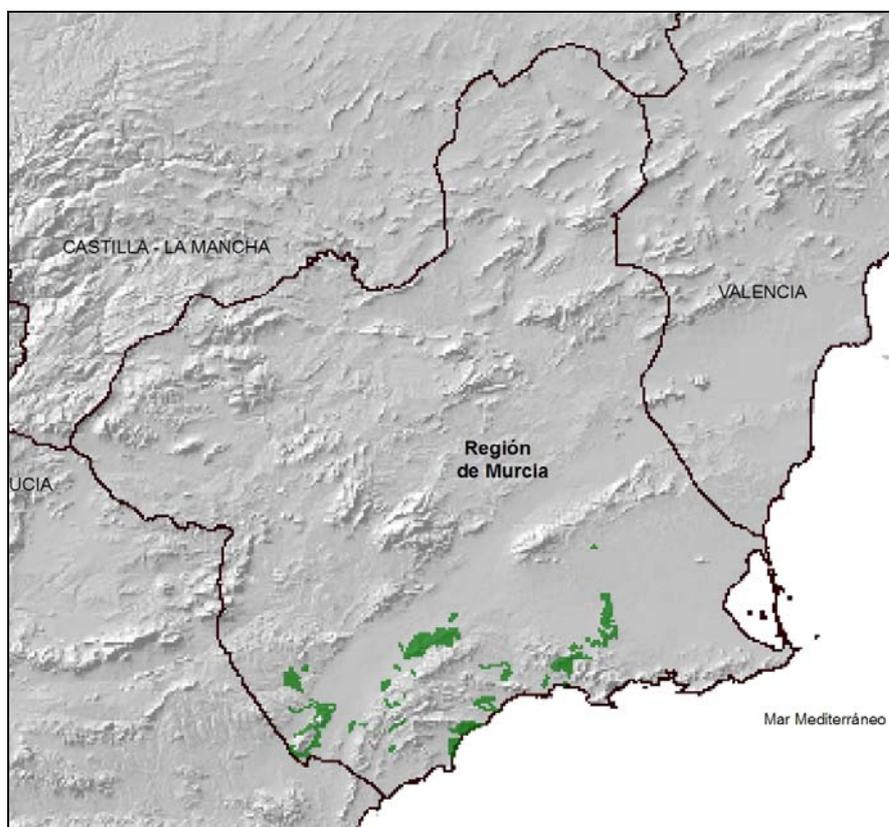
1. Distribución de la asociación en la Región de Murcia

La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución potencial de la asociación vegetal *Ziziphetum loti* Rivas-Martínez & Alcaraz, denominada *azufaifal* en adelante, ha sido extraída del Inventario de hábitats de la Región de Murcia (ver figura 1).

De acuerdo con el Manual de Interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) esta asociación se describe como espinares de azufaifos (*Ziziphus lotus*) de 1 a 2 m de altura, entre los que se presentan frecuentemente esparragueras blancas (*Asparagus albus*) y manrubios (*Ballota hirsuta*), y de forma más esporádica canaillos (*Ephedra fragilis*) y espinos negros (*Rhamnus lycioides* subsp. *lycioides*, *Rhamnus oleoides* subsp. *angustifolia*). Algo llamativo de esta comunidad es la maraña de ramas espinosas, en zigzag muy aparente, que se entrelazan unas con otras formando barreras infranqueables. Este tipo de vegetación aparece en la Región de Murcia en territorios termomediterráneos semiáridos, y excepcionalmente en áreas inframediterráneas, sobre glacis y cubetas endorreicas. Los azufaifales se encuentran así principalmente en las hoyas de Fuente Álamo y de El Hinojar-Lorca, en el entorno de Puerto Lumbreras y de la sierra de Enmedio, así como al noreste de Águilas (entre Cabo Cope y Calnegre) y Mazarrón. También se observan ejemplares sueltos en el piedemonte oriental de la sierra de Carrascoy.

Cabe mencionar que las actividades humanas han incidido mucho sobre este matorral, encontrándose los glacis de cuencas cerradas (óptimos de la asociación) ampliamente cultivados, desplazando a los ejemplares de azufaifos a ribazos y campos abandonados.

Figura 1. Distribución del azufaifal en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial del *azufaifal*

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa la probabilidad de presencia de esta asociación en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m).

Como se puede observar en la figura 2, los valores de idoneidad más altos se encuentran en el tercio sur de la Región, en el piedemonte sur de la sierra Carrascoy hasta el entorno de Almendricos y Puerto Lumbreras. Además de corresponder a las zonas actuales de presencia de la asociación, los valores de idoneidad más elevados abarcan también gran parte de la sierra del Algarrobo, el entorno del puerto de Mazarrón, el norte del monte Morro Blanco (sierra de las Moreras), el litoral del golfo de Mazarrón desde Punta Negra hasta Punta del Sombrerico, el piedemonte noroeste de la sierra de Almenara, el situado al este de la sierra de Enmedio, y una zona al oeste de Puerto Lumbreras.

Figura 2. Mapa de idoneidad del territorio para el *azufaifal* en la Región de Murcia

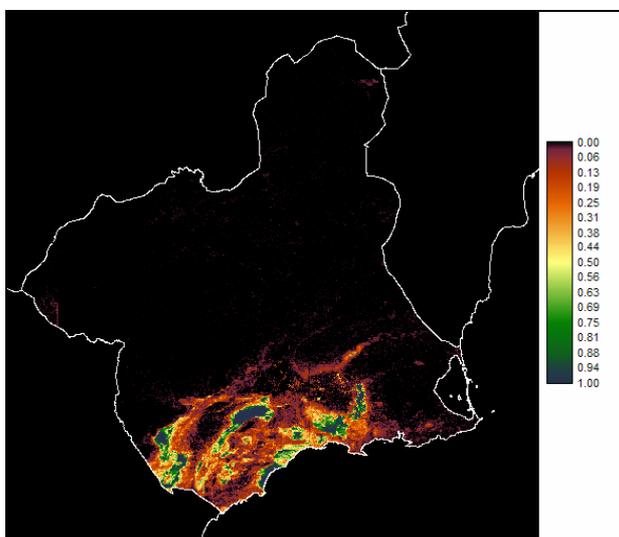
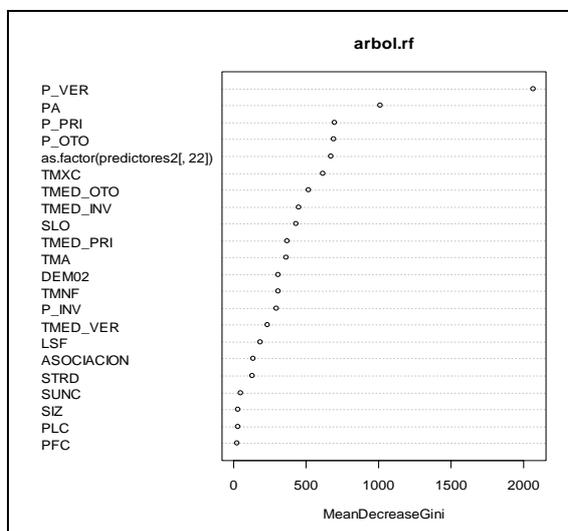


Figura 3. Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



En la figura 3 se observa el grado de importancia, en orden decreciente, de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial¹ del *azufaifal*. Los factores que más influyen en su distribución corresponden al régimen de precipitación, siendo la precipitación de verano (P_VER), la precipitación total anual (PA) y la precipitación de primavera (P_PRI) los tres factores más importantes.

3. Análisis de conectividad

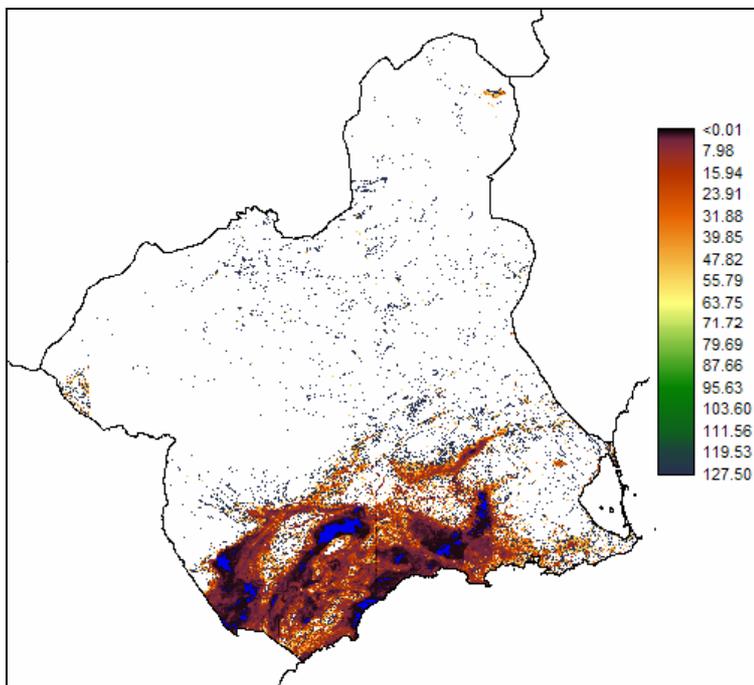
3.1. Mapa de fricción

El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad ($1/\text{idoneidad}$) en cada punto del territorio de la región (ver figura 4). Los puntos en los que los valores de idoneidad son iguales a cero se representan como barreras a la expansión del hábitat, a los que se asigna un valor igual a -1.

¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

En la figura 4 se observan las zonas que presentan valores de fricción más altos para las comunidades de azufaifal, que corresponden a todo el norte, noroeste, oeste, centro y este de la Región, incluyendo tanto zonas bajas como altas. Por otro lado, la zona de baja fricción situada en el tercio oriental de la Región corresponde a zonas llanas o de poca elevación, intercalando zonas de fricción elevada con zonas de baja fricción sobretodo en el sur. Así por ejemplo, se observa que la sierra de Almenara, con valor de fricción elevado, se sitúa entre dos zonas de baja fricción.

Figura 4. Mapa de fricción del territorio para el azufaifal en la Región de Murcia

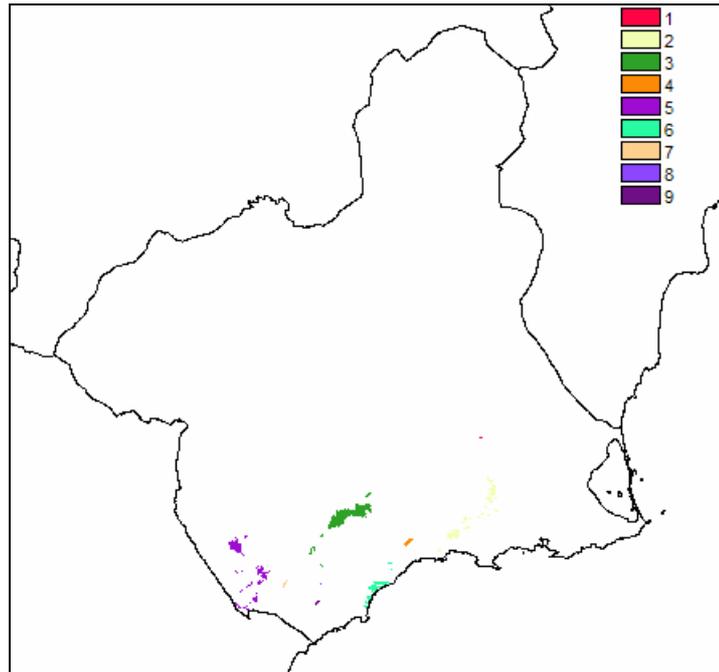


*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad entre distintas áreas de distribución del azufaifo, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de hábitat pertenecen a núcleos distintos. En el caso del azufaifo, se ha estimado que 1.500 m constituyen esta distancia umbral. De esta forma, se han obtenido 9 núcleos principales de distribución para esta asociación vegetal (ver figura 5). El núcleo número 1 se encuentra en el piedemonte al este de la sierra de Carrascoy, en la zona de Los Brianes; el número 2 se extiende desde Las Victorias (al Norte de Cartagena) hasta el norte del Puerto de Mazarrón. Por su parte, el núcleo número 3 se extiende desde el noroeste de la sierra de Almenara, en la zona de El Hinojar y la rambla de Casicas hasta la rambla de Purias. En cuanto al núcleo de distribución de azufaifo número 4, se localiza a 3,5 Km al oeste de Mazarrón; el núcleo 5 está formado por varios fragmentos y se extiende desde una zona al noroeste de Puerto Lumbreras hasta Los Almendricos, al sur de la sierra de Enmedio. El núcleo 6 se sitúa en la costa, desde la Punta del Fiscal (cerca de la Punta de Calnegre) hasta la Punta del Charco; el 7 corresponde a una pequeña mancha en la zona de la rambla de los Charcones, 2 Km al oeste de la sierra de la Carrasquilla. El núcleo 8, también de pequeña extensión, se encuentra cerca de Tébar, próximo a la carretera de primer orden N-332. Finalmente, el núcleo 9 se halla a unos 6,5 Km al norte de Águilas, próximo a la intersección entre las carreteras D-13 (tercer orden) y N-332 (autovía autonómica).

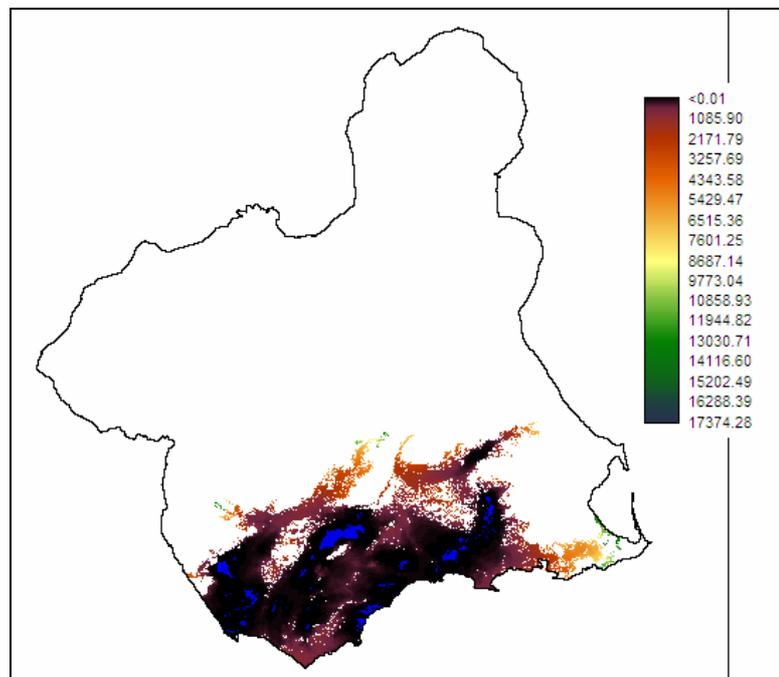
Figura 5. Núcleos de distribución del azufaifal en la Región de Murcia



3.3. Superficie de costes

La siguiente etapa en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la fase anterior. Esta superficie representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha asociación (ver figura 6).

Figura 6. Mapa de costes para el azufaifal



*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

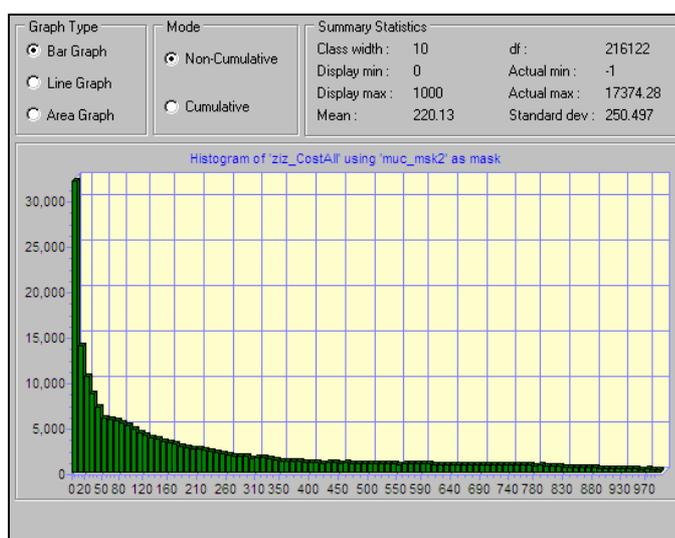
Los valores de coste varían entre 0 (zonas de presencia de la asociación) y 17.374,28 y suponen una superficie equivalente al 18,69% del territorio de la región. El territorio que representa una barrera para la expansión del hábitat en este caso corresponde al 81,32 % de la superficie regional. De esta forma, se puede constatar que gran parte del territorio representa un obstáculo para la expansión del azufaifal y sólo menos de un cuarto del territorio de la región, delimitado por el flanco oriental de la sierra de Carrascoy al norte, Cabo Tiñoso al sureste, Cuatro Calas al sur, Puerto Lumbreras al oeste y Los Saladares del Guadentín al norte, ofrecerían condiciones ambientales y ecológicas óptimas para esta asociación.

Tabla 1. Valores estadísticos del análisis de conectividad

Asociación vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Azufaifal</i>	0	17.374,28	747,71	178,07	1.587,80	2,12	81,32

Cabe destacar que más del 80 % (80,5 %) de los costes están comprendidos entre los valores 0 y 850. En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores de coste del territorio comprendidos entre 0 y 1.000.

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para el azufaifal



4. Zonas de alta conectividad y Red Natura 2000

En la siguiente etapa del análisis, se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan la máxima conectividad entre las distintas manchas de distribución de la asociación. Para ello, se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso el umbral máximo de valor de coste se ha establecido en 1.000, dentro del cual están representados más del 82 % de los valores de coste.

En la figura incluida al final de este capítulo se representan las zonas de alta conectividad y los espacios de la red Natura 2000, así como la distribución del azufaifal en la Región de Murcia. Como puede observarse, se mantiene la conexión entre una gran parte de los núcleos de distribución de esta asociación en unas tres franjas principales. La primera (franja de conexión 1) se extiende desde el sur de la sierra de Carrascoy hasta la Punta de Calnegre, en una franja norte-sur; la segunda (franja 2) correspondería a la zona comprendida entre el oeste

de la sierra de Almenara y el litoral; la última (franja 3) corresponde a la zona que se extiende desde la sierra de la Torrecilla y Puerto Lumbreras hasta la sierra de Enmedio.

Según el Inventario Regional de Hábitats de la Región de Murcia, los azufaifales ocupan un total de 77,56 Km², de los cuales 8,5 Km² (11%) se encuentran dentro de espacios de la Red Natura 2000 (LIC y/o ZEPA). Dentro de la red Natura se encuentran los fragmentos incluidos en los LIC Sierra de las Victorias, Cabezos del Pericón, Calnegre y del LIC/ZEPA Sierra de Almenara. En el otro extremo, situados fuera de Red Natura, estarían los azufaifales de la rambla del Valdelentisco (justo en la frontera occidental con el LIC Sierra de la Muela- Cabo Tiñoso), los de la rambla de la Atalaya (al oeste de Mazarrón), los situados al sur de la sierra de las Moreras, en el entorno de la rambla de Villalba; así como los ejemplares localizados alrededor de la rambla de los Pinares, al sur del LIC Calnegre, entre otros. Destaca así que una gran parte de la distribución de la asociación está fuera de la Red Natura 2000.

Las zonas de alta conectividad entre espacios de la Red Natura 2000 que contienen la asociación vegetal considerada (azufaifal) han sido delimitadas en un SIG vectorial (ArcMap, ver figura 8). Estas zonas ofrecen condiciones ambientales adecuadas para la expansión del hábitat de acuerdo con el modelo de conectividad utilizado en este estudio, y deberían ser tenidas en cuenta en el diseño y la ejecución de actuaciones orientadas a la conservación y restauración de este hábitat.

Las zonas de alta conectividad delimitadas para el azufaifal permiten así establecer una conexión ecológica entre los siguientes espacios de la red Natura 2000:

- ZEPA Sierra del Gigante-Pericay, Lomas del Buitre, Río Luchena y Sierra de la Torrecilla (ES0000262) con el LIC Sierra de Enmedio (ES6200046).
- LIC Sierra de Enmedio (ES6200046) con el LIC Sierra de Almenara (ES6200035).
- LIC Sierra de las Victorias (ES6200044) y LIC Cabezos del Pericón (ES6200040)

En la figura 8 se observan las zonas de alta conectividad definidas para el azufaifal, la red viaria y los núcleos urbanos que se encuentran dentro éstas.

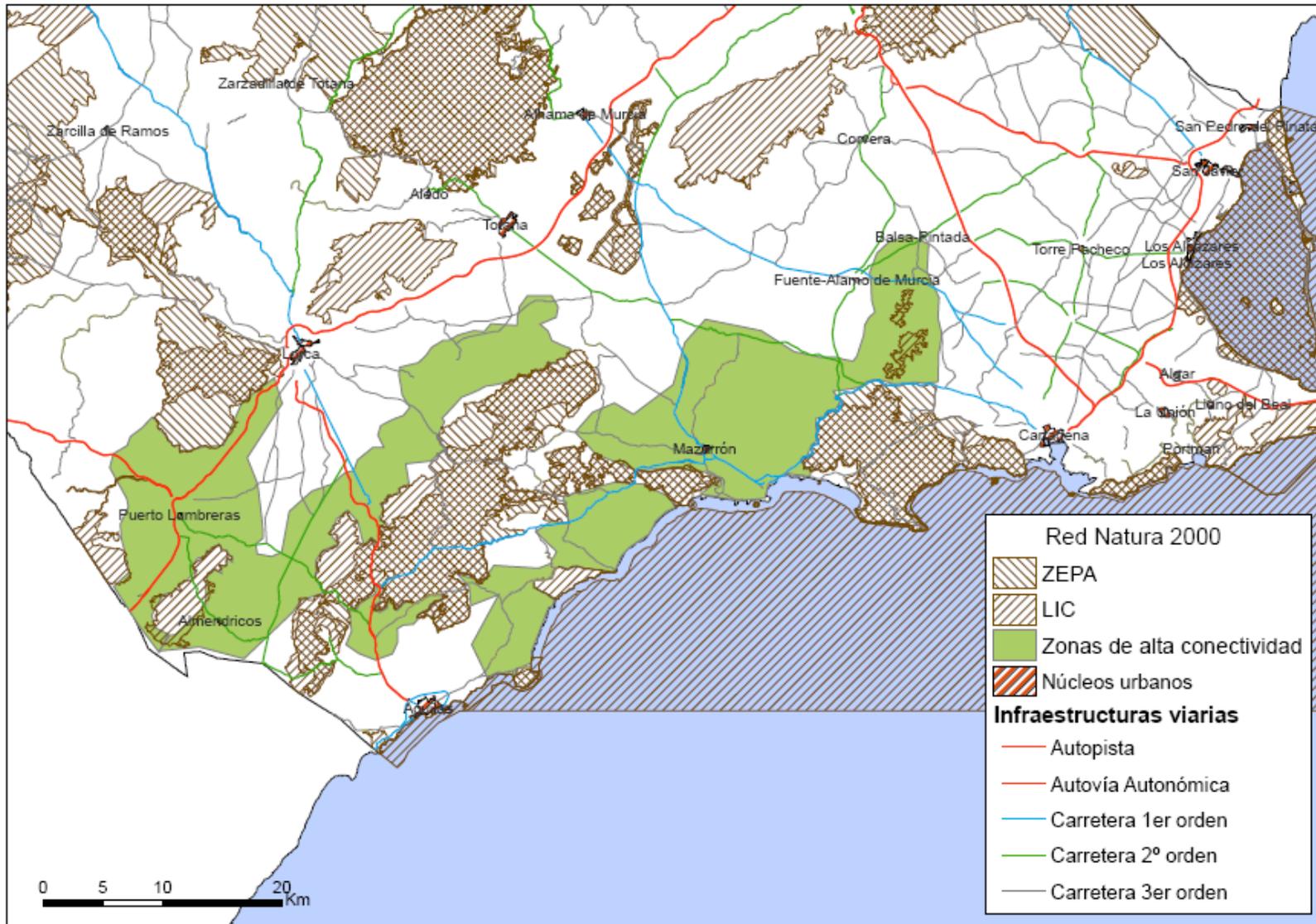
Considerando las tres franjas de conexión señaladas anteriormente, estas se hallan atravesadas por las siguientes carreteras:

- Franja de conexión 1: N-332 y MU-603 (carreteras de primer orden); D-4, D-5, D-14, D-20, D-21, E-16 y E-19 (carreteras de tercer orden).
- Franja de conexión 2: C-3211 (autovía); C-3211^a (carretera de 1er orden), D-19 y MU-620 (carreteras de 2do orden); D-8 (carretera de 3er orden).
- Franja de conexión 3: N-340, N-342 (autovías); D-17, D-19 (carreteras de 2do orden).

Además, existen algunos fragmentos de azufaifal rodeados por carreteras, como es el caso de los que se encuentran al sur de la sierra de Carrascoy, los cuales se hallan entre las carreteras de segundo orden MU-601 y E-7.

En cuanto a los núcleos urbanos, los más importantes dentro de la zona de máxima conectividad corresponden a las ciudades de Mazarrón (30.841 habitantes), Águilas (32.450 hab.) y Puerto Lumbreras (12.881 hab.).

Figura 8. Zonas de alta conectividad para el azufaífal entre espacios Natura 2000 que contienen esta asociación vegetal



433316 - *Chamaeropo humilis*-*Rhamnetum lycioidis* (palmitales)

Análisis de conectividad para la asociación vegetal *Chamaeropo humilis-Rhamnetum lycioidis* Rivas-Martínez & Alcaraz - 433316 (*palmital*)

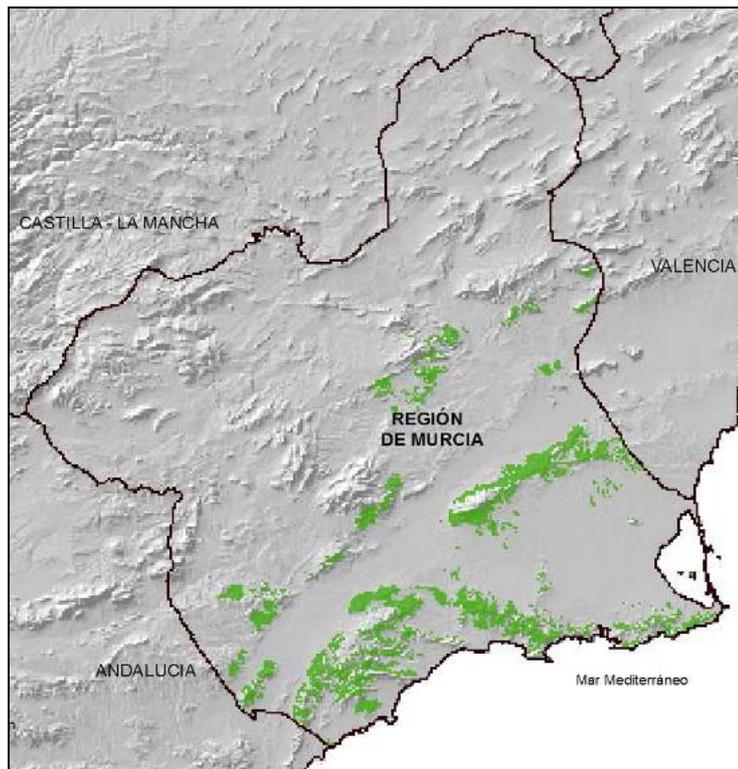
1. Distribución de la asociación en la Región de Murcia

La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución de la asociación vegetal *Chamaeropo humilis-Rhamnetum lycioidis* Rivas-Martínez & Alcaraz, denominada *palmital* en adelante, ha sido extraída del Inventario de hábitats de la Región de Murcia (ver figura 1).

El Manual de Interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) describe esta asociación como matorrales esclerófilos, de hasta 4 m de altura, con lentiscos (*Pistacia lentiscus*), palmitos (*Chamaerops humilis*), coscojas (*Quercus coccifera*), espinos negros (*Rhamnus lycioides* subsp. *lycioides*, *R. oleoides* subsp. *angustifolia*), enebros (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*), esparragueras (*Asparagus albus*, *A. horridus*), acebuches (*Olea europaea*), bayones (*Osyris lanceolata*), belchos (*Ephedra fragilis*) y algunas lianas (*Arenaria montana* subsp. *intricata*, *Rubia peregrina* subsp. *longifolia*), generalmente con un sobrevuelo de pinos carrascos (*Pinus halepensis*).

La asociación se encuentra extendida por toda la mitad sur de la Región de Murcia; cerca del mar aparece en las laderas de las montañas y colinas, la mayoría alargadas en dirección Este-Oeste, en las umbrías termomediterráneas semiáridas (*Chamaeropo-Rhamnetum lycioidis* potencial), mientras que en las solanas inframediterráneas aparece *Mayteno-Periplocetum angustifoliae* potencial, lo que resulta muy ilustrativo para exponer la influencia de la orientación en la cubierta vegetal. Se han descrito algunas variaciones de esta asociación también en la parte oriental de la Sierra de Cartagena, en zonas más o menos umbrosas de Carrascoy y El Valle y en laderas umbrosas inclinadas del cuadrante suroccidental de la provincia.

Figura 1: Distribución del palmital en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial del palmital

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa la probabilidad de presencia de esta asociación en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m).

Los valores más altos de idoneidad para el palmital se observan en zonas próximas al litoral y bordeando un conjunto de elevaciones alineadas de este a suroeste que incluyen la sierra de Carrascoy, Almenara, Enmedio, Cumbre, la Tercia, Ricote y la Pila.

Figura 2. Mapa de idoneidad del territorio para el palmital en la Región de Murcia

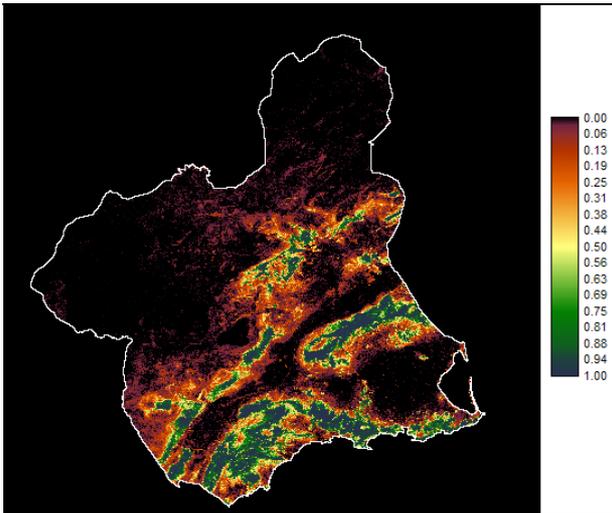
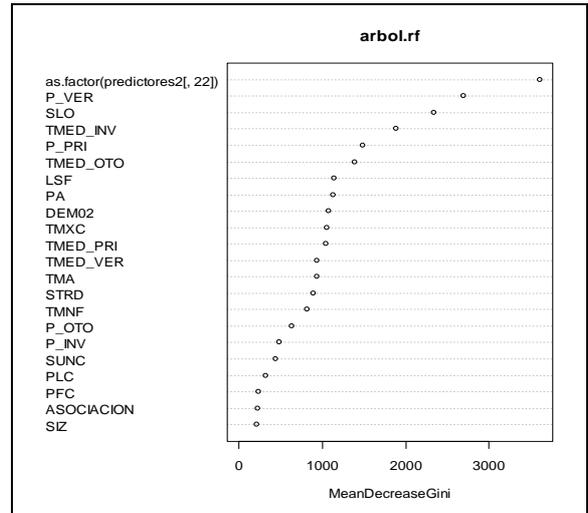


Figura 3. Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



La figura 3 presenta el grado de importancia de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial del palmital¹. Los factores que más influyen en su distribución son la ocupación del suelo (as.factor_predictores/Corine land Cover), la precipitación de verano (P_VER), la pendiente (SLO) y la temperatura media de invierno (TMED_INV).

3. Análisis de conectividad

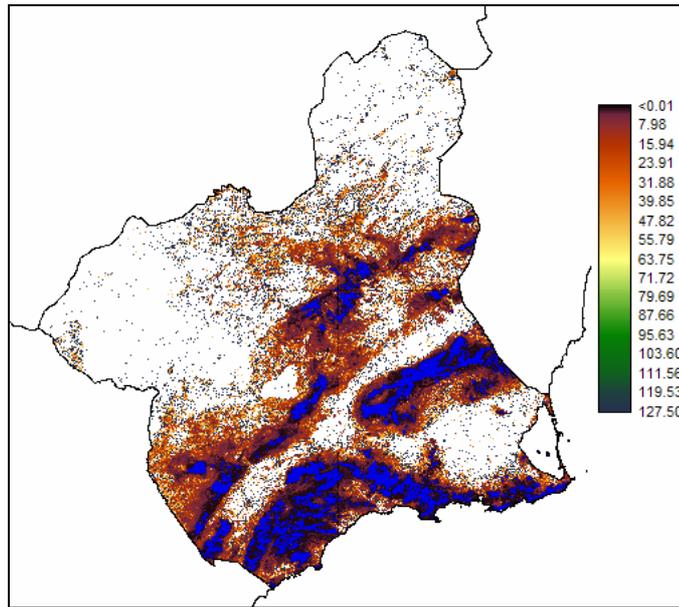
3.1. Mapa de fricción

El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad (1/idoneidad) en cada punto del territorio de la región (ver figura 4). Los puntos en los que los valores de idoneidad son iguales a cero se representan como barreras a la expansión del hábitat, a los que se asigna un valor igual a -1.

Las zonas que presentan valores de fricción más altos para esta asociación corresponden a las comarcas del Altiplano y el Noroeste, las cuales se encuentran fuera del área de distribución potencial de esta asociación, así como el Valle del Guadalentín, el Campo de Cartagena y el entorno de la ciudad de Murcia.

¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

Figura 4. Mapa de fricción del territorio para el palmital en la Región de Murcia

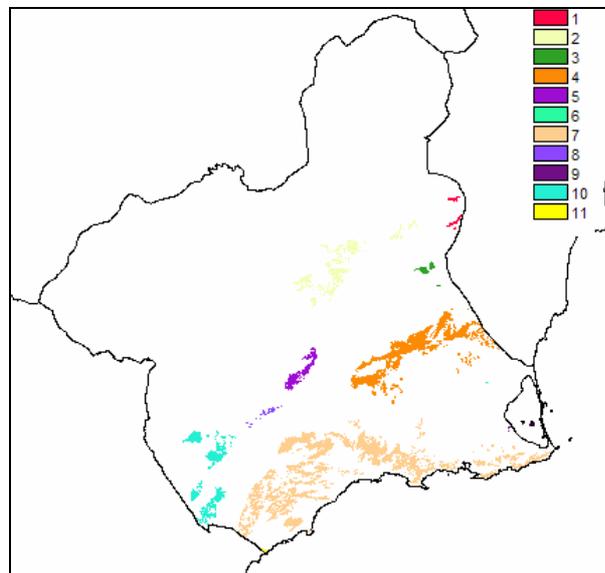


*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de la asociación vegetal analizada pertenecen a núcleos de distribución distintos. En este caso se ha establecido en 2.000 m dicha distancia umbral. De esta forma, se han obtenido 11 núcleos principales para esta asociación vegetal, entre las que destaca un gran núcleo (número 7) que se extiende por la zona costera de la región, mientras que el resto de los núcleos, de tamaño intermedio, se sitúan principalmente en el entorno de Sierra de la Pila y Ricote (número 2), Carrascoy y el Valle (número 4), Sierra España (número 5), Sierra de la Tercia (número 8) y Sierra de la Torrecilla y de Enmedio (número 10). El resto de los núcleos (números 1, 3, 6, 9 y 11) son sensiblemente inferiores en tamaño y se encuentran dispersos principalmente en la mitad sureste (ver figura 5).

Figura 5. Principales núcleos de palmital



3.3. Superficie de costes

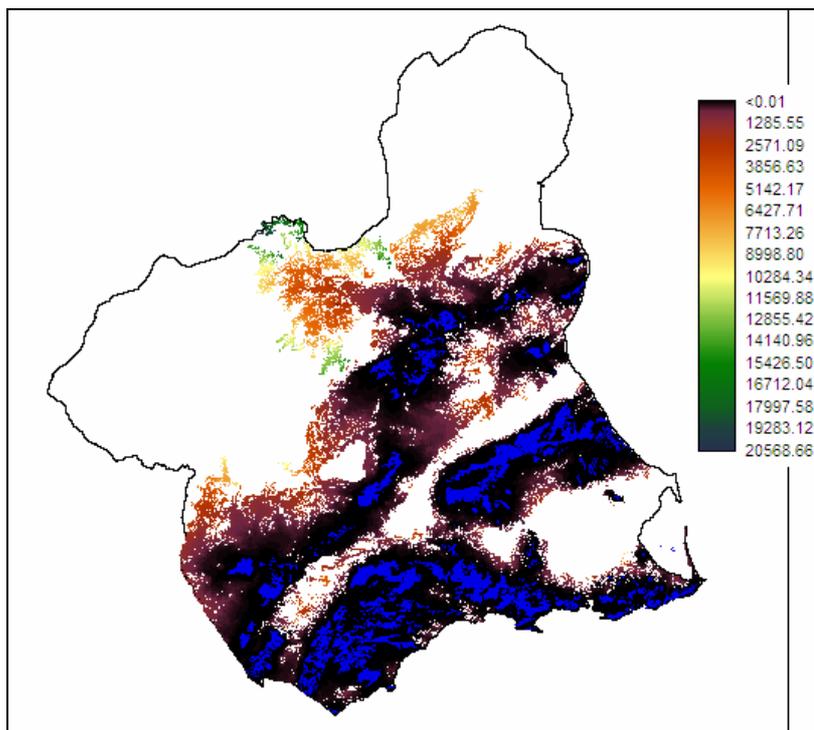
La siguiente etapa en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la etapa anterior. Esta superficie representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha asociación (ver figura 6).

Los valores de coste para el palmital entre 0 (zonas de presencia del hábitat analizado) y 20.569, y suponen una superficie equivalente al 47,3% del territorio de la región, correspondiendo el territorio restante (52,7 %) a zonas consideradas como barreras para la expansión de esta asociación vegetal.

Tabla 1. Valores estadísticos de la superficie de costes

Asociación vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Palmital</i>	0	20.568,7	814,2	100,9	2.046,2	2,5	52,7

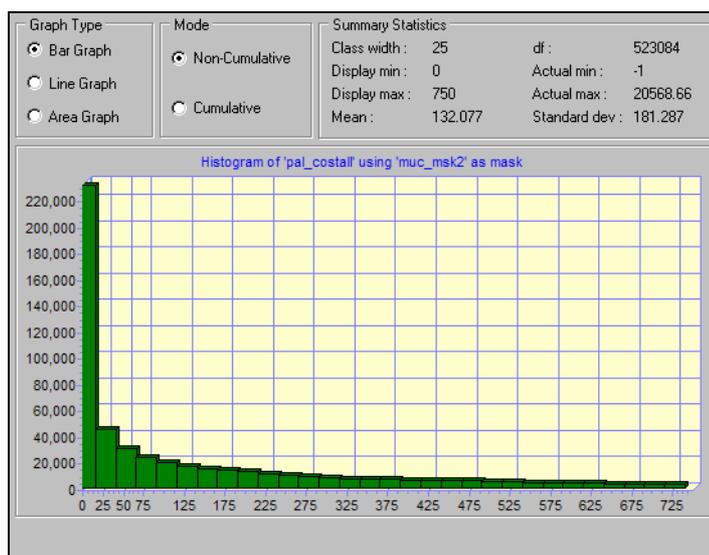
Figura 6. Mapa de de costes para el palmital



*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

Cabe destacar que el 75% de todos los valores de coste están comprendidos entre 0 y 702. En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores de coste comprendidos entre 0 y 2.500

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para el palmital



4. Zonas de alta conectividad y Red Natura 2000

En la siguiente etapa del análisis, se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan la máxima conectividad entre las distintas manchas de distribución de la asociación. Para ello, se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso el umbral máximo de valor de coste se ha establecido en 250, dentro del cual están representados más del 60 % de los valores de coste.

En la figura incluida al final de este capítulo se representan las zonas de alta conectividad y los espacios de la red Natura 2000, así como la distribución de palmitales en la Región de Murcia. Como puede observarse, se mantiene la conexión entre una gran parte de los núcleos de distribución de esta asociación.

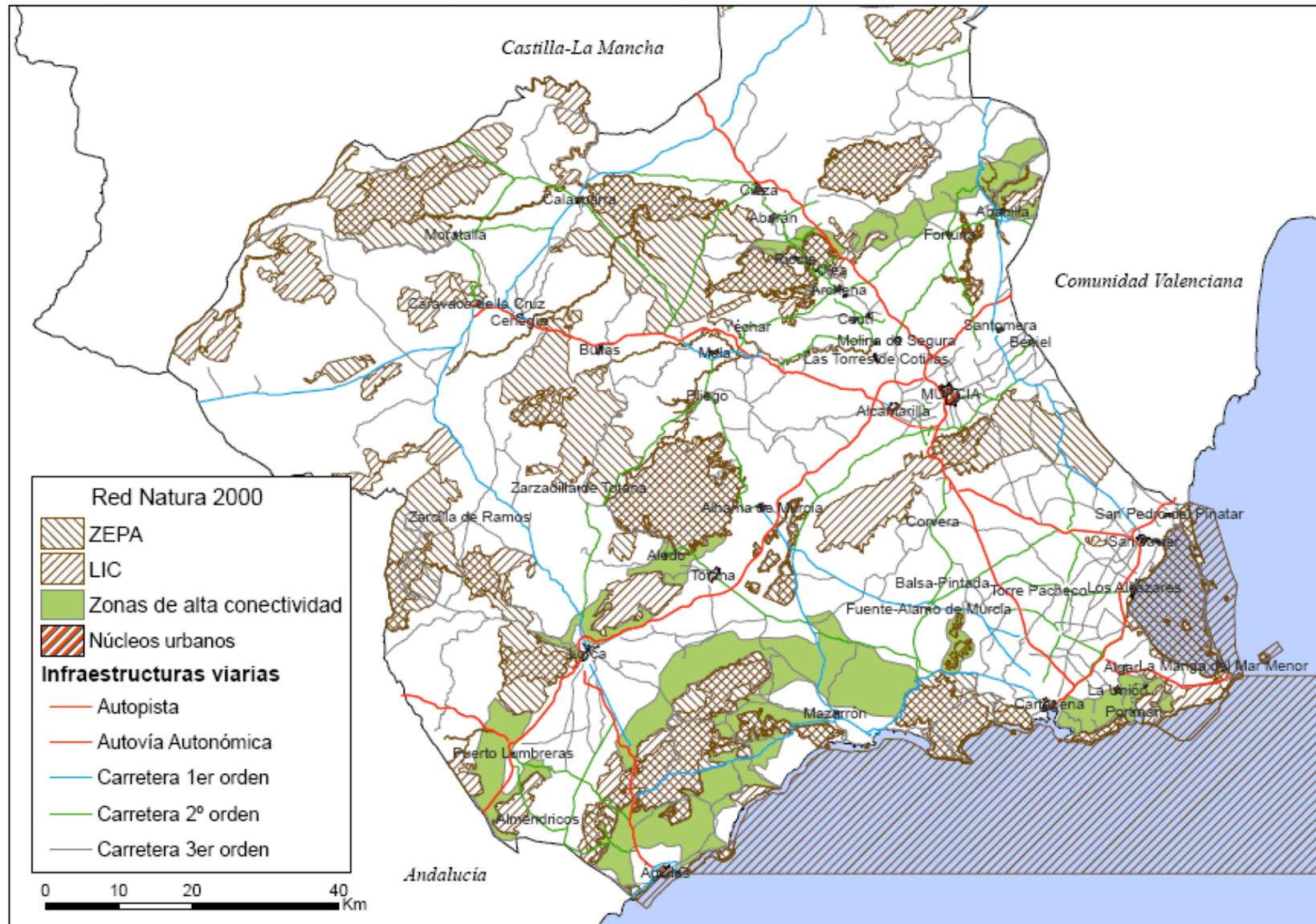
Según datos del Inventario Regional de Hábitats de la Región de Murcia, el palmital ocupa un total de 727,88 Km², de los cuales 555,19 Km² (76,27 %) se hallan dentro de espacios de la Red Natura 2000 (LIC y/o ZEPA). En esta situación se encuentran, por ejemplo, los palmitales ubicados en las sierras de Ricote, Carrascoy y El Valle, Sierra Espuña, sierras de la Tercia, la Torrecilla, Enmedio, Almenara y algunas zonas de la costa. En el otro extremo, situados fuera de Red Natura, estarían una buena parte de los palmitales de la zona costera, como por ejemplo aquéllos situados al norte de Mazarrón, al igual que al norte de Águilas. Las zonas de alta conectividad identificadas para el palmital permiten conectar los siguientes espacios de la Red Natura 2000:

- LIC/ZEPA Sierra Espuña con el LIC Sierra de la Tercia
- LIC Sierra de la Tercia con el LIC Sierra de la Torrecilla
- LIC Sierra de la Torrecilla con el LIC Sierra de Enmedio
- LIC Sierra de Almenara con el LIC Cabo Cope
- LIC Sierra de Almenara con el LIC Calnegre
- LIC Sierra de Almenara con la ZEPA La Muela-Cabo Tiñoso.
- LIC Sierra de las Victorias con el LIC Cabezos del Pericón y la ZEPA La Muela-Cabo Tiñoso
- ZEPA La Muela-Cabo Tiñoso con el LIC Cabezo de Roldán

En la figura 8 se observan las zonas de alta conectividad para el palmital y la red viaria y núcleos urbanos que se encuentran dentro éstas. Respecto a las carreteras, se mencionan aquí, debido a su posible impacto sobre la conectividad ecológica, las principales vías que atraviesan las zonas de alta conectividad de esta asociación. Éstas corresponden a la autovía A-30 (Albacete–Murcia), la A-7 (Alicante-Murcia), la C-415 (Caravaca de la Cruz-Alcantarilla), la N-340 (Alcantarilla-Puerto Lumbreras- Almería), la N-342 (Puerto Lumbreras-Granada), la N-301 (Murcia-Cartagena) y la N-312 (El Algar- La Manga). Asimismo, numerosas carreteras de orden inferior atraviesan las zonas de alta conectividad, aunque en este trabajo el impacto de las mismas sobre la conectividad ecológica ha sido considerado muy débil.

Por otra parte, los núcleos urbanos importantes pueden representar sin duda un obstáculo importante para la conectividad de ciertas especies. Las ciudades más importantes dentro de las zonas de alta conectividad corresponden a: Abarán, Blanca, Ricote, Ojós, Ulea, Villanueva del Segura, Abanilla, Mula, La Puebla de Mula, Campos del Río, Pliego, Albuidete, Aledo, Lorca, Puerto Lumbreras, Calabardina, Mazarrón, Cartagena, La Unión, Llano del Beal y Portmán.

Figura 8. Zonas de alta conectividad para el palmital entre espacios Natura 2000 que contienen esta asociación vegetal



433527 - *Rhamno lycioidis*- *Genistetum murcicae* (retamares)

Análisis de conectividad para la asociación vegetal *Rhamno lycioidis-Genistetum murcicae* Rivas-Martínez & Alcaraz – 433527 (*retamar*)

1. Descripción de la asociación en la Región de Murcia

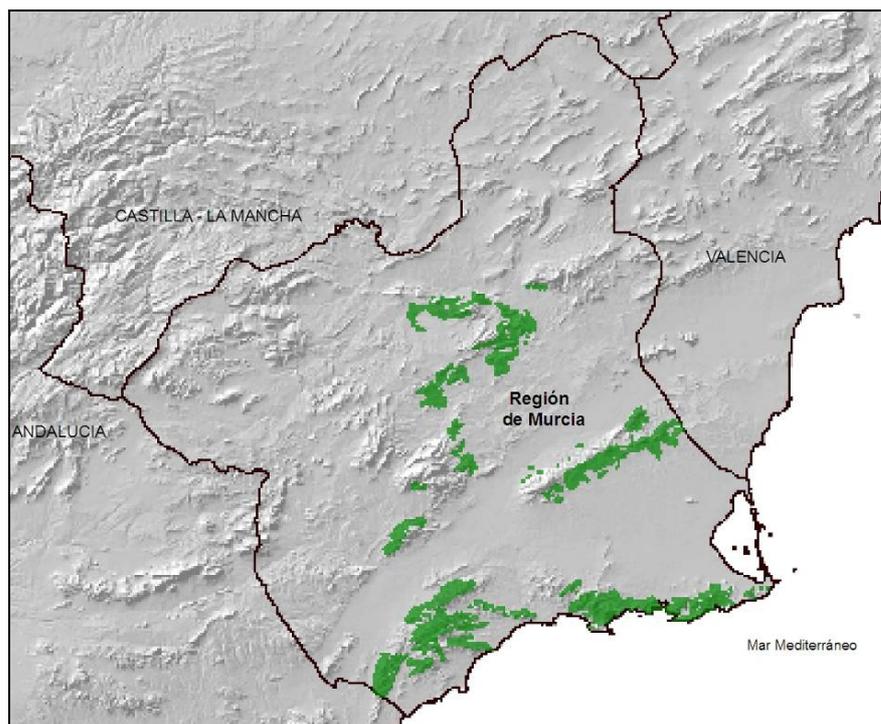
La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución potencial de la asociación vegetal *Rhamno lycioidis-Genistetum murcicae* Rivas-Martínez & Alcaraz, denominada *retamar* en adelante, ha sido extraída del Inventario de hábitats de la Región de Murcia (figura 1).

De acuerdo con el Manual de interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) esta asociación se describe como retamares de *Genista valentina* subsp. *jimenezii* y/o *Coronilla juncea*, a la que acompañan otras pocas especies, destacando por su frecuencia la retama (*Retama sphaerocarpa*) y el lentisco (*Pistacia lentiscus*). En las manifestaciones de la asociación sobre suelos margosos o arcillosos es frecuente la presencia de un estrato arbóreo abierto de pino carrasco (*Pinus halepensis*).

Según el citado manual, en la Región de Murcia este tipo de vegetación aparece en territorios termomediterráneos semiáridos, sobre suelos ricos en bases, de consistencia muy variada. En la Región de Murcia su extensión es muy amplia, sobre todo en la mitad sur, desde el Valle de Ricote hasta las sierras de Almenara y Cartagena, donde es frecuente que aparezca exclusivamente en las umbrías.

Los retamares constituyen la vegetación permanente en zonas rocosas, y en áreas con sustrato arcilloso podrían ser la vegetación potencial, en una estructura sabanoide de bosque muy abierto de pinos carrascos.

Figura 1. Distribución del retamar en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial de los retamares

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa la probabilidad de presencia de esta asociación en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m).

Los valores más altos de idoneidad para el retamar aparecen en tres franjas principales; la primera se extiende por el centro de la región, desde Calasparra hasta Lorca, bordeando las sierras de Ricote y Espuña; la segunda abarca la sierra de Carrascoy, sobretudo en su flanco más oriental, y la tercera franja se observa en elevaciones de la cordillera litoral, con una interrupción en el entorno de Mazarrón.

Figura 2. Mapa de idoneidad del territorio para el retamar en la Región de Murcia

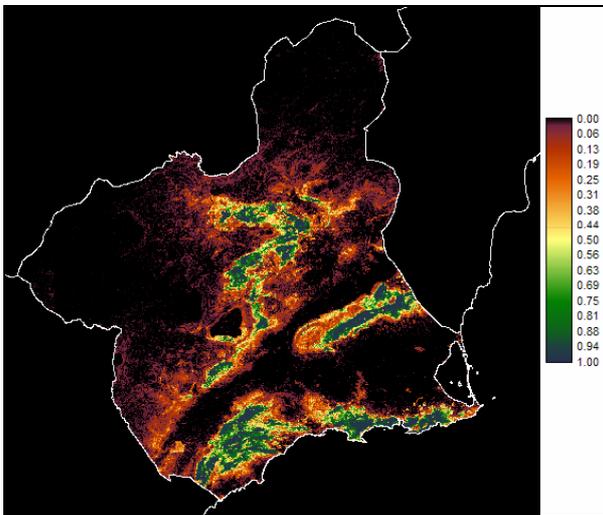
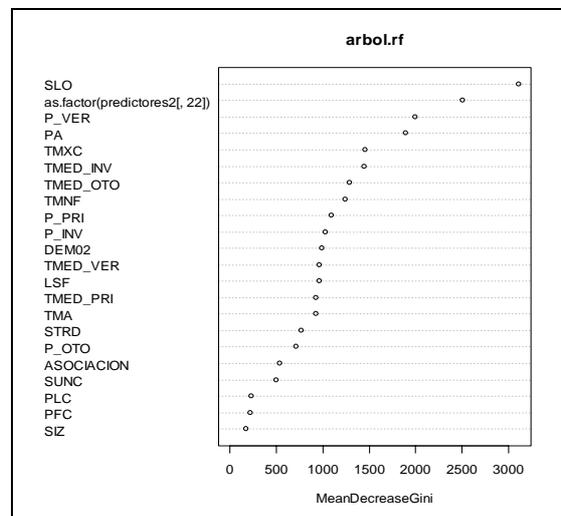


Figura 3. Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



En la figura 3 se observa el grado de importancia, en orden decreciente, de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial del retamar¹. Los factores que más influyen en su distribución corresponden a la pendiente (SLO), los usos del suelo (as.factor_predictores/Corine Land Cover) y la precipitación de verano (P_VER).

3. Análisis de conectividad

3.1. Mapa de fricción

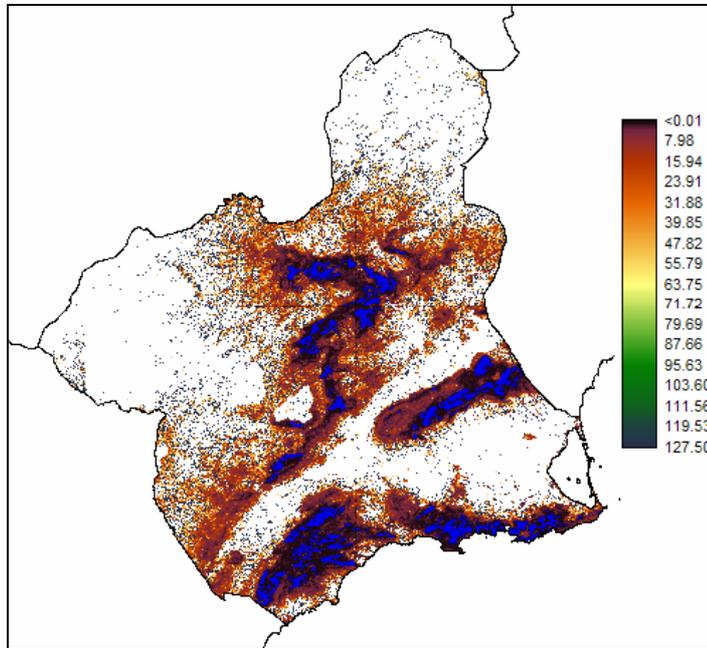
El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad (1/idoneidad) en cada punto del territorio de la región (ver figura 4). Los puntos en los que los valores de idoneidad son iguales a cero se representan como barreras a la expansión del hábitat, a los que se asigna un valor igual a -1.

Las zonas donde se observan los valores de fricción más altos para esta asociación corresponden a la zona del altiplano de Jumilla-Yecla, la comarca del Noroeste, la cuenca de Fortuna-Abanilla, el valle del Guadalentín, sierra Espuña, el campo de Cartagena, el entorno de Mazarrón y Puerto de Mazarrón, la zona comprendida entre las ramblas de Villalba y de

¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

Pastrana (al sur del Puerto de Mazarrón), y el litoral desde el norte del cabo Cope hasta el límite regional con la provincia de Almería.

Figura 4. Mapa de fricción del territorio para el retamar en la Región de Murcia



*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

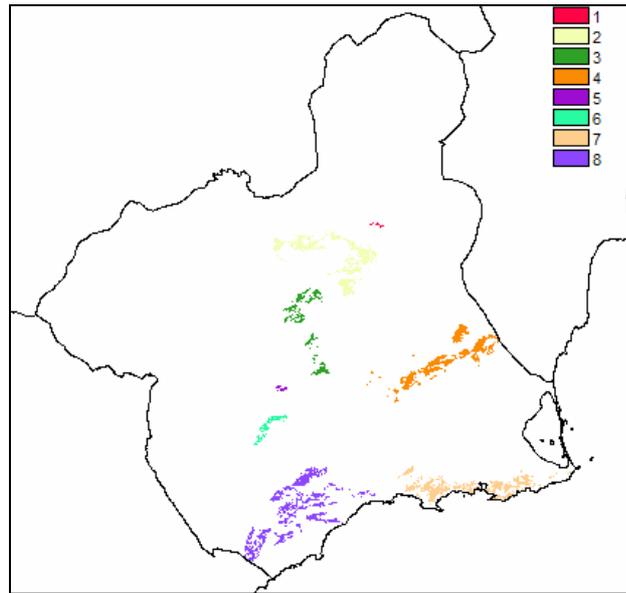
3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de la asociación vegetal analizada pertenecen a núcleos de distribución distintos. En este caso se ha establecido en 2.000 m dicha distancia umbral.

De esta forma, se han obtenido 8 núcleos principales de distribución para el retamar (ver figura 5). El núcleo número 1 se encuentra en el piedemonte al sur de la sierra de la Pila; el número 2 se sitúa al este de Calasparra, bordeando la parte oriental del valle de Ricote, desde el entorno del Embalse de Alfonso XIII hasta el sur de Archena. El núcleo 3 se extiende por una franja discontinua desde Yéchar hasta Alhama de Murcia.

El núcleo 4 corresponde a los retamares de la cordillera prelitoral. El núcleo 5 se sitúa en zonas poco elevadas del flanco meridional de sierra Espuña. El núcleo 6 va desde el sur de Aledo hasta el norte de Lorca, bordeando la sierra de la Tercia por el oeste. Finalmente, los núcleos 7 y 8 bordean el litoral, desde la localidad de La Unión hasta Cabezo del Horno el primero de éstos, y desde Mazarrón hasta la frontera con Almería, por la sierra de Almenara, el segundo.

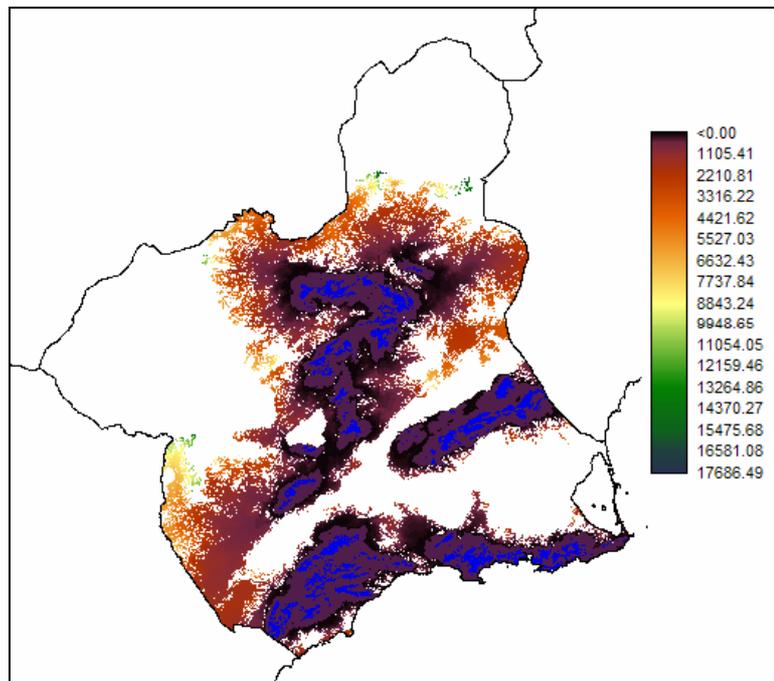
Figura 5. Principales núcleos de retamar



3.3. Superficie de costes

La siguiente etapa en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la fase anterior. Esta superficie representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha asociación (ver figura 6).

Figura 6. Mapa de de costes para el retamar



*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

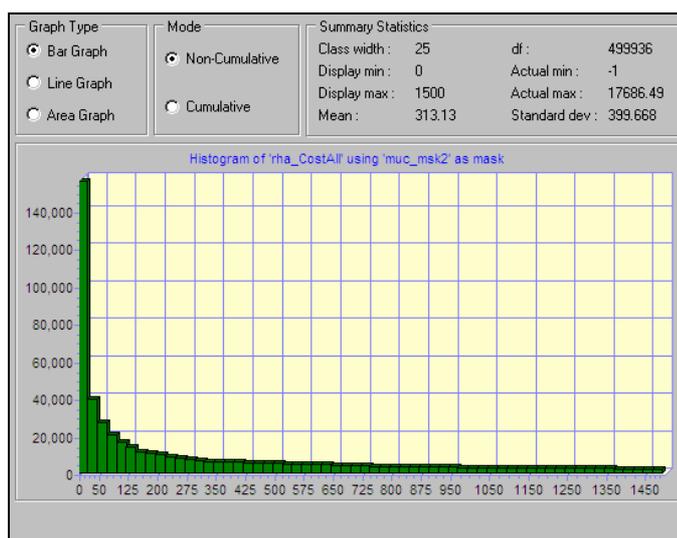
Los valores de coste en este caso varían entre 0 (zonas de presencia del hábitat analizado) y 17.686,49 y suponen una superficie equivalente al 46,16% del territorio murciano. El territorio que representa una barrera para la expansión del hábitat corresponde al 53,84 % de la superficie regional. Estas zonas barrera corresponden al Altiplano Jumilla-Yecla, hasta el sur de Jumilla y la sierra de El Carche; el entorno de Molina de Segura y Las Torres de Cotillas, y todo el eje Beniel-Puerto Lumbreras, por el valle del Guadalentín; se encuentran también barreras en la comarca del Noroeste hasta Zarzadilla de Sotana, Sierra Espuña, el campo de Cartagena y el entorno del cabo Cope y Águilas.

Tabla 1. Valores estadísticos de la superficie de costes

Asociación vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Retamar</i>	0	17.686,49	1.035,50	280,44	1.737,74	1,68	53,84

Cabe destacar que más del 70 % (73,26 %) de los valores de coste están comprendidos entre 0 y 1.200. En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores de coste del territorio comprendidos entre 0 y 1.500.

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para el retamar



4. Zonas de alta conectividad y Red Natura 2000

En la siguiente etapa del análisis, se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan la máxima conectividad entre las distintas manchas de distribución de la asociación. Para ello, se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso dicho umbral máximo se ha establecido en 485, dentro del cual están representados más del 56% de los valores de coste.

En la figura incluida al final de este capítulo se representan las zonas de alta conectividad así identificadas y los espacios de la red Natura 2000, así como la distribución del retamar en la Región de Murcia. Como puede observarse, se mantiene la conexión entre una gran parte de los núcleos de distribución. Sin embargo, los retamares de la sierra de la Pila, así como los de

la sierra de Carrascoy-El Valle, los de la cordillera prelitoral y los del litoral aparecen desconectados de los demás en este rango de costes.

Según datos del Inventario regional de hábitats, los retamares ocupan un total de 381,23 Km², de los cuales 235,17 Km² (62%) se encuentran dentro de espacios de la red Natura 2000 (LIC y/o ZEPA). En esta situación se encuentran los retamares de los LICs Sierra de la Pila, Sierra de Ricote-La Navela, Sierra Espuña, Sierra de la Tercia, Carrascoy-El Valle, Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila, Cabezo de Roldán, La Muela y Cabo Tiñoso, Sierra de la Moreras y Sierra de Almenara, así como las ZEPA Sierra Molino, Embalse del Quípar y Llanos del Cagitán, Monte El Valle y Sierras de Altahona y Escalona.

En el otro extremo, situados fuera de espacios Natura 2000, están los retamares del sur de Cieza, Abarán y Blanca; los del entorno de Mula y aquéllos situados al este de Cartagena, en el entorno de La Unión.

Las zonas de alta conectividad entre espacios de la Red Natura 2000 que contienen retamares se delimitan en un SIG vectorial (ArcMap, ver figura 8). Estas zonas ofrecen condiciones ambientales adecuadas para la expansión del hábitat de acuerdo con el modelo de conectividad utilizado en este estudio, y deberían ser tenidas en cuenta en el diseño y la ejecución de actuaciones orientadas a la conservación y restauración de este hábitat.

Estas zonas de alta conectividad permiten conectar los siguientes espacios de la red Natura 2000:

- ZEPA Sierra del Molino, Embalse del Quípar y Llanos del Cagitán (ES0000265) con el LIC Sierra de Ricote-La Navela (ES6200026).
- LIC Sierra de Ricote-La Navela (ES6200026) con el LIC/ZEPA Sierra Espuña (ES0000173).
- LIC/ZEPA Sierra Espuña (ES0000173) con el LIC Sierra de la Tercia (ES6200023).
- LIC Sierra de Almenara (ES6200035) con el LIC Sierra de las Moreras (ES6200011).
- LIC Sierra de las Moreras (ES6200011) con el LIC La Muela-Cabo Tiñoso (ES6200015).
- LIC/ZEPA Sierra de la Fausilla (ES0000119) con el LIC Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila (ES6200001).

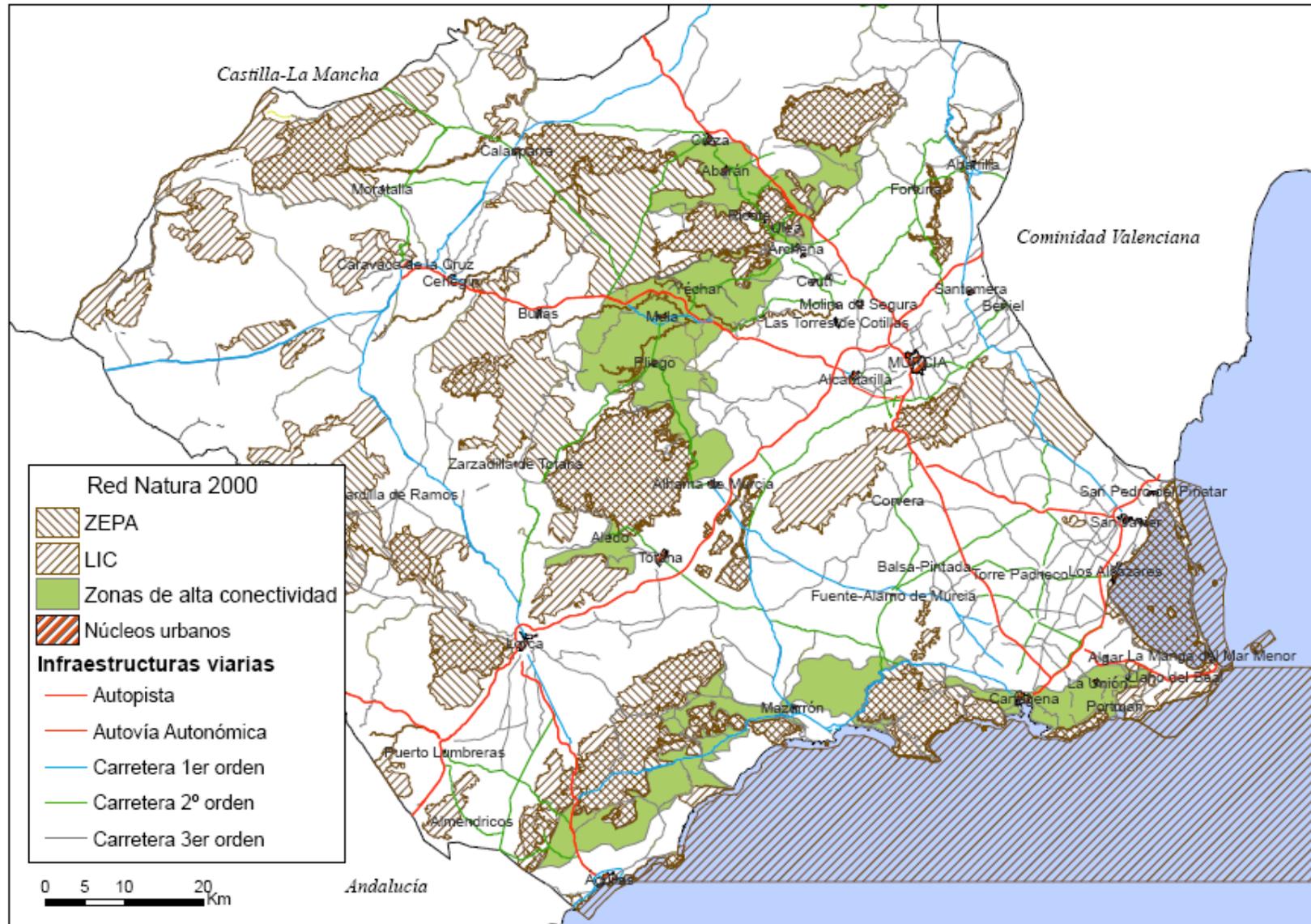
En la figura 8 se presentan las zonas de alta conectividad definidas para el encinar junto con la y la red viaria y los núcleos urbanos que se encuentran dentro de éstas.

Se ha constatado que, en buena parte, las formaciones de retamar se encuentran en zonas interiores, próximas a poblaciones de tamaño medio o pequeño, siendo Cartagena (208.609 habitantes) el único gran núcleo urbano con retamares en su proximidad. Respecto a otros núcleos urbanos dentro de zonas de alta conectividad, se observan los de Cieza (34.735 hab.), Abarán (12.919 hab.), Ricote (1.527 hab.), Ojós (559 hab.), Ulea (955 hab.), Villanueva del Río Segura (1.853 hab.), Mula (16.283 hab.), Pliego (3.713 hab.) y Aledo (1.045 hab.). En cuanto a las carreteras más importantes que atraviesan estas zonas, destacan las autovías A-30 y C-415 y las carreteras C-415 (de primer orden), C-330, MU-520, MU-512, MU-530, MU-543, C-3315 (de segundo orden), B-17, B-15, C-20, C-4 y MU-701 (de tercer orden).

La zona de alta conectividad que bordea el litoral murciano aparece subdividida en tres segmentos por las zonas urbanas de Cartagena y Mazarrón (30.841 hab.). El primer segmento, que va desde el cabo de Palos hasta Cartagena, está delimitado al norte por las autovías MU-312 y N-332. En esta zona se encuentran asimismo las áreas urbanas de Cabo de Palos (1.106 hab.), Estrecho de San Ginés (619 hab.), La Unión (16.180 hab.), Portman y Santa Lucía (6.025 hab.). La zona de alta conectividad entre Cartagena y Mazarrón, está delimitada al norte por las carreteras N-332 (de primer orden) y E-17 (de segundo orden), y al oeste por la MU-603 (de primer orden). Además, cruzan esta misma zona las carreteras N-332 (de primer orden), E-16, E-23 y E-19 (de tercer orden). Aquí no se observan núcleos urbanos relevantes.

Por último, la zona de alta conectividad al oeste de Mazarrón, que se extiende por las sierras de Almenara, Carrasquilla y el Lomo de Bas hasta la sierra de los Mayorales, está surcada por la autovía C-3211, prolongada por la N-332 hasta Águilas; además de las carreteras N-332 (de primer orden) y D-19, D-24 (de segundo orden). Esta franja de conectividad bordea el litoral sólo en las inmediaciones de la sierra de las Moreras y Calnegre.

Figura 8. Zonas de alta conectividad para el retamar entre espacios Natura 2000 que contienen esta asociación vegetal



522212 - *Dactylido hispanicae-Lygeetum sparti* (albardinales)

Análisis de conectividad para la asociación vegetal *Dactylido hispanicae-Lygeetum sparti* Rivas-Martínez & Alcaraz - 522212 (albardinal)

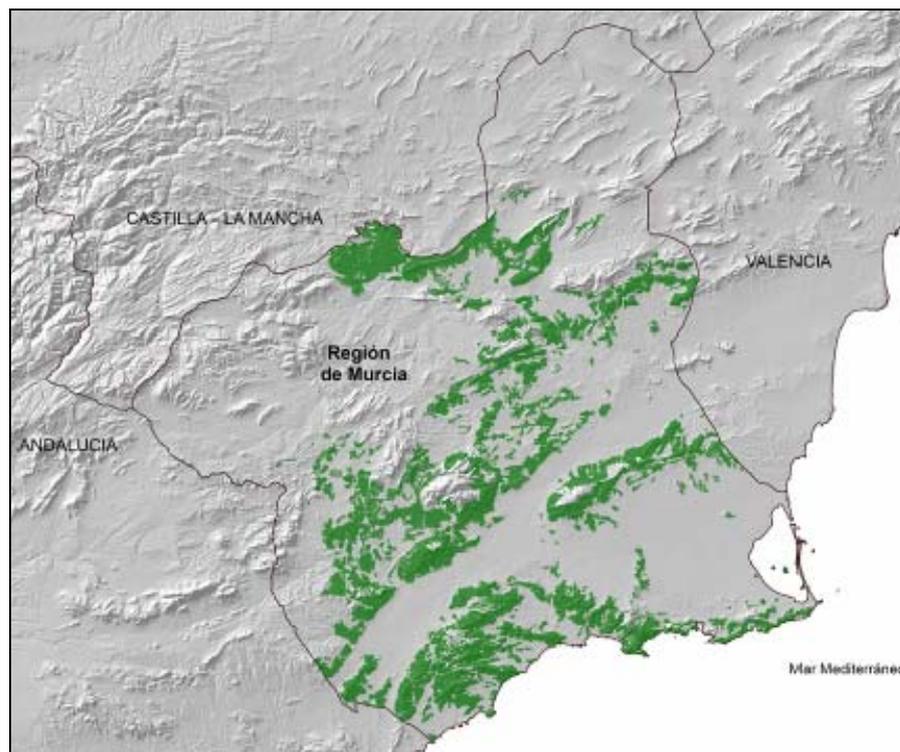
1. Distribución de la asociación en la Región de Murcia

La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución de la asociación vegetal *Dactylido hispanicae-Lygeetum sparti* Rivas-Martínez & Alcaraz (albardinal en adelante) ha sido extraída del Inventario de Hábitats de la Región Murcia (figura 1), y se encuentra encuadrada dentro del hábitat de interés comunitario “Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodietea” de código 6220*.

El Manual de Interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) describe esta asociación como pastizales xerofíticos de hasta 80 cm, dominados por el albardín (*Lygeum spartum*), especie a la que acompañan habitualmente otras gramíneas como *Brachypodium retusum*, *Dactylis hispanica* y *Stipa parviflora*. También es frecuente ver uvas de milano (*Sedum sediforme* subsp. *sediforme*), esparragueras (*Asparagus horridus*) y escobillas (*Salsola genistoides*) entre las macollas de albardín. Este tipo de vegetación aparece en las zonas más cálidas de la Región de Murcia, en áreas topográficamente deprimidas de territorios inframediterráneos a mesomediterráneos semiáridos. Más raramente aparece en territorios mesomediterráneos de ombroclima seco, con suelos ricos en elementos finos (arcillas retráctiles y limos) que pueden verse sometidos a encharcamientos temporales.

Esta asociación se extiende por gran parte de la Región de Murcia, desde el Altiplano hasta el sur de la Región y el litoral mediterráneo, formando manchas de vegetación relativamente dispersas en zonas poco elevadas.

Figura 1. Distribución del albardinal en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial del albardinal

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa la probabilidad de presencia de esta asociación en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m). En la figura 2 refleja se observan las zonas más aptas del territorio para esta comunidad vegetal, que se encuentran en el centro de la Región, desde la Hoya de la Tercia, al oeste, hasta la rambla de Balonga, al este, y en los alrededores de Mula, Pliego y Campos del Río. Más al este de la Región, las zonas de altitud baja o media de la sierra de Carrascoy-El Valle, presentan una idoneidad elevada. Por otro lado, las áreas de idoneidad elevada en el Altiplano se reducen a la sierra de la Tercia y a las sierras al suroeste de Lorca. Así mismo, la parte norte de la sierra de Almenara presenta valores de idoneidad cercanos a 1. Por último, la franja litoral, desde Cabo de Palos hasta Cabo Tiñoso y alrededor de Cabo Cope, presenta valores de idoneidad intermedios a altos.

Figura 2. Mapa de idoneidad del territorio para el albardinal en la Región de Murcia

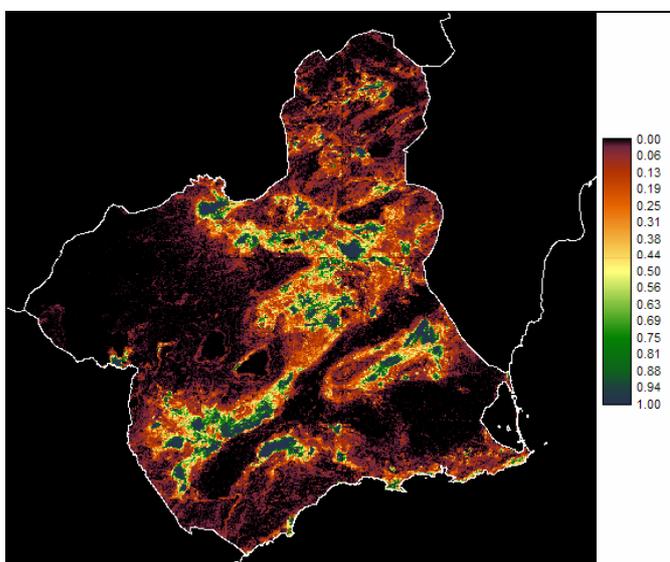
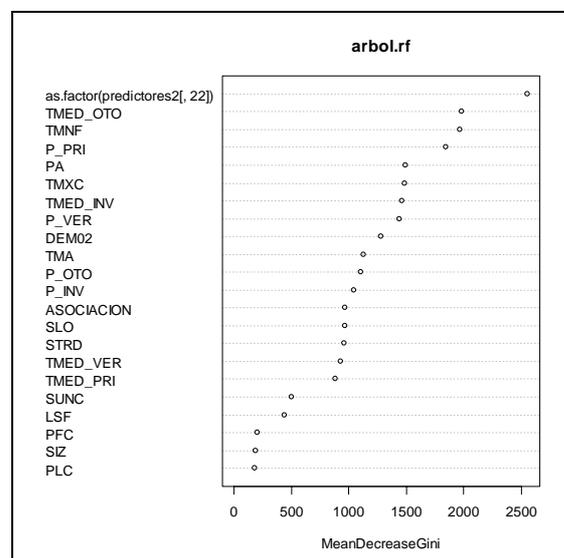


Figura 3. Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



El algoritmo Random Forest permite además estimar el grado de importancia de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial del albardinal. En la figura 3 se presenta el grado de importancia, en orden decreciente, de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial de esta asociación¹. Los factores que más influyen en su distribución son la ocupación del suelo (as.factor/predictores), la temperatura media de otoño (TMED_OTO) y la temperatura mínima media del mes más frío (TMNF).

3. Análisis de conectividad

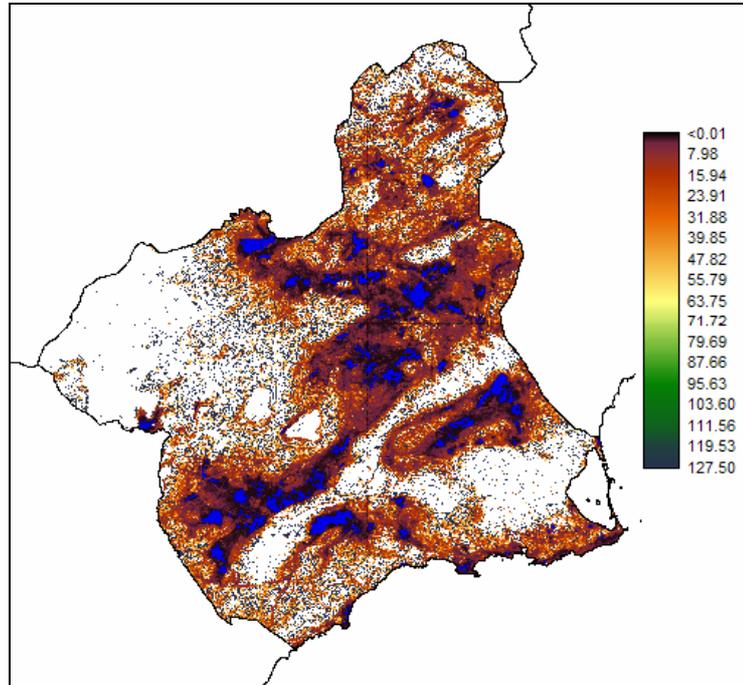
3.1. Mapa de fricción

El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad (1/idoneidad) en cada punto del territorio de la región. En la figura 4 destaca que las zonas que presentan valores de fricción más altos corresponden al extremo occidental de la Región, abarcando gran parte de los términos municipales de Moratalla, Cehegín, Caravaca de la Cruz, Bullas, el

¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

norte de Lorca y las sierras de Cambrón y Espuña. Por su parte, el valle del Guadalentín, el campo de Cartagena y la zona de Águilas aparecen también como zonas de alta fricción. Con respecto a la Comarca del Altiplano, las sierras de Lacera, el Príncipe, el Carche y gran parte del extremo más septentrional presentan valores de fricción elevados. Por último, en la sierra de la Pila se observan también valores de fricción altos.

Figura 4. Mapa de fricción del territorio para el albardinal en la Región de Murcia



*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

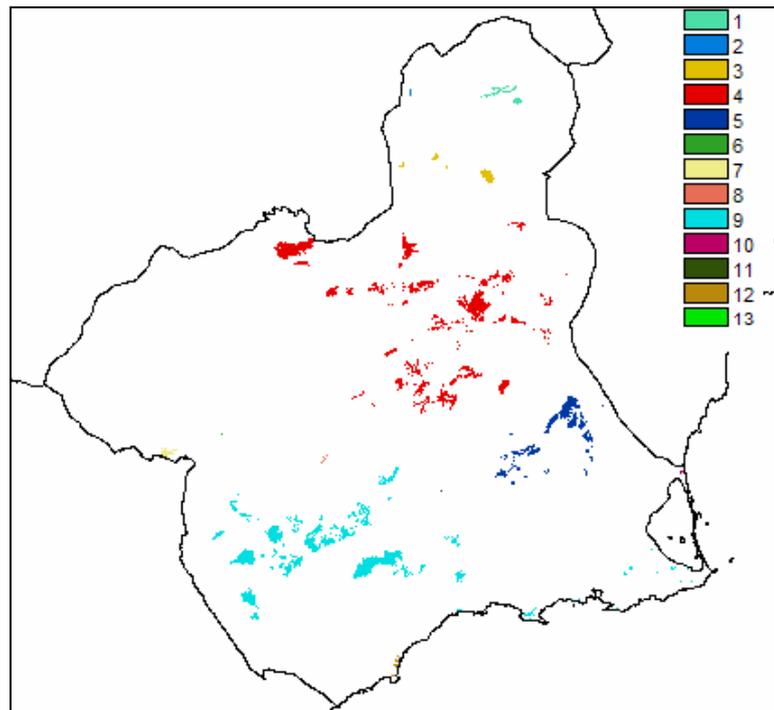
3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de la asociación vegetal analizada pertenecen a núcleos de distribución distintos. En este caso se ha establecido en 4.000 m dicha distancia umbral. De esta forma, se han obtenido 13 núcleos principales de distribución para esta comunidad vegetal (ver figura 5).

Se observan tres núcleos de distribución en el extremo norte de la región de Murcia. Estos se encuentran en la sierra de la Magdalena y zona del Puerto de Jumilla (núcleo 1); Cañada de Albatana, más al oeste se encuentra el núcleo 2 y el núcleo número 3 se extiende desde el oeste de Jumilla, en la zona de El Morrón y de la sierra de la Tienda, y Casas de Lifantes al sur de Jumilla, hasta Cabezo de la Rosa, al oeste de la sierra del Carche. El núcleo número 4 abarca fragmentos de distribución dispersos entre la zona de Hoya de la Tercia (al norte de Calasparra), la vega del Segura (entre Cieza y Espinardo) y el oeste de Pliego. El núcleo 5 se extiende principalmente por las laderas orientales de la sierra de la Cresta del Gallo, y por el oeste de las sierra del Puerto y Carrascos. El núcleo 7 se encuentra próximo a la rambla del Cantar y en la frontera con la provincia de Almería, en el suroeste. Por su parte, el núcleo 9 abarca fragmentos que se extienden desde el Río Luchena, el sur de Aledo, la sierra de la Tercia, la zona montañosa al sur de Lorca hasta Puerto Lumbreras, la parte occidental de la

sierra de Almenara en zonas inferiores a los 600m, así como al norte de Mazarrón, alrededor de las ramblas del Reventón y del Canal; Cabo Tiñoso y cerro del Roldán, así como fragmentos dispersos cerca de El Algar, La Unión y Los Belones, en la punta sureste de la Región. Por otro lado, el núcleo 12 comprende los albardinales de Cabo Cope y la rambla de los Pinares. Por último, los núcleos restantes son sensiblemente más pequeños y se encuentran en la zona norte de Zarcilla de Ramos (núcleo 6); al suroeste de sierra Espuña (núcleo 8), en el litoral de San Pedro del Pinatar (núcleo 10), la zona al sur de la sierra de Carrascoy (núcleo 11) y una los alrededores de Cuatro Calas (núcleo 13).

Figura 5. Núcleos de distribución del albardinal

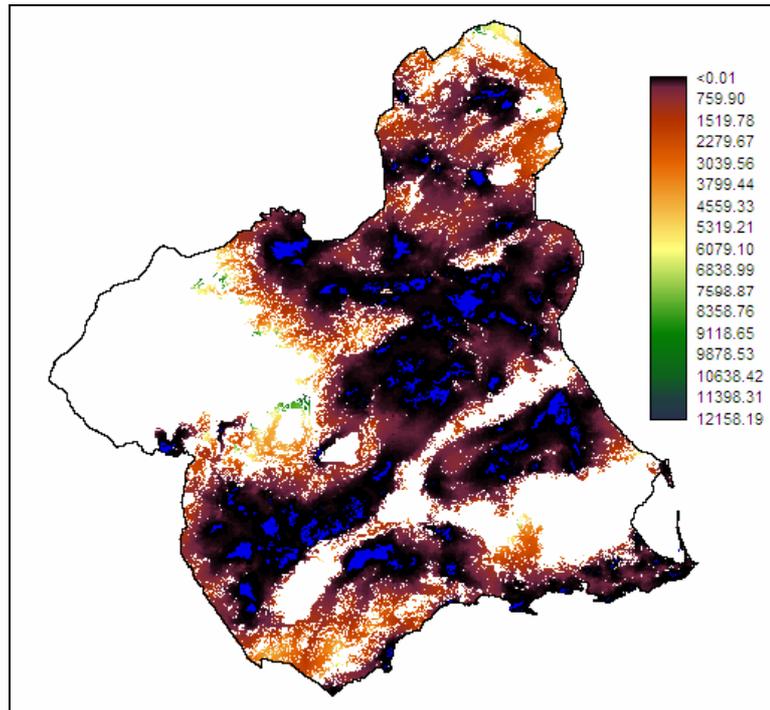


3.3. Superficie de costes

La siguiente etapa en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la fase anterior. La superficie de costes representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha asociación (ver figura 6).

Los valores de coste en este caso varían entre 0 (zonas de presencia del hábitat analizado) y 12.158,19 y se extienden sobre una superficie que equivale al 63,4 % del territorio de la región. ALCOR identifica además el territorio que representa una barrera para la expansión del hábitat, que este caso corresponde al 36,6 % de la superficie regional, localizándose en la comarca del Noroeste, el Campo de Cartagena, el Valle del Guadalentín y la zona de Murcia capital.

Figura 6. Mapa de de costes para el albardinal



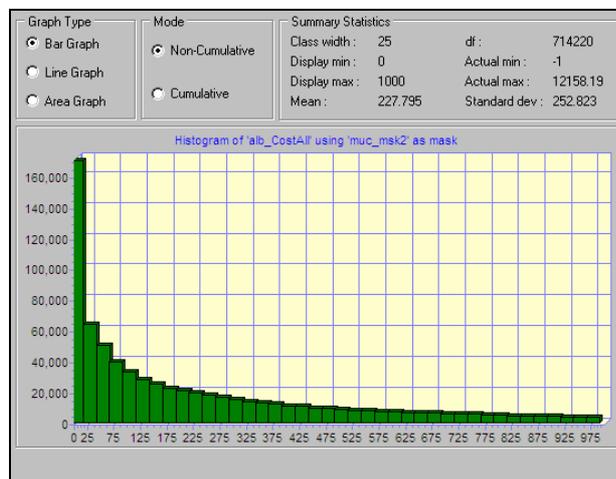
*La distribución de la asociación se representa en color azul.
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras a la expansión del hábitat (valor = -1)*

Cabe destacar que más del 75 % de todos los valores de coste están comprendidos entre 0 y 750, y más del 90 % corresponde a valores inferiores a 2.100, que están muy por debajo del valor de coste máximo (12.158,19). En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores de coste comprendidos entre 0 y 1.000.

Tabla 1. Valores estadísticos de la superficie de costes

Asociación vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Albardinal</i>	0	12.158,19	654,32	213,02	1.102,26	1,68	36,58

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para el albardinal



4. Zonas de Alta Conectividad y Red Natura 2000

En la siguiente etapa del análisis, se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan la máxima conectividad entre las distintas manchas de distribución de la asociación. Para ello, se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso el umbral máximo de valor de coste se ha establecido en 810, dentro del cual están representados más del 76,5 % de los valores de coste.

En la figura incluida al final de este capítulo se representan las zonas de alta conectividad y los espacios de la red Natura 2000. Como puede observarse, se mantiene la conexión entre una gran parte de los núcleos de distribución, en particular en el centro y sur de la región. Sin embargo, varios fragmentos más pequeños aparecen aislados en este rango de costes.

Según el Inventario regional de hábitats, esta asociación vegetal ocupa un total de 362,09 Km². Se hallan incluidos en Red Natura 2000 los albardinales localizados en el LIC Sierra del Carche, los de la ZEPA Monte El Valle y Sierras de Altahona y Escalona, y los del LIC Sierra de la Torrecilla, entre otros.

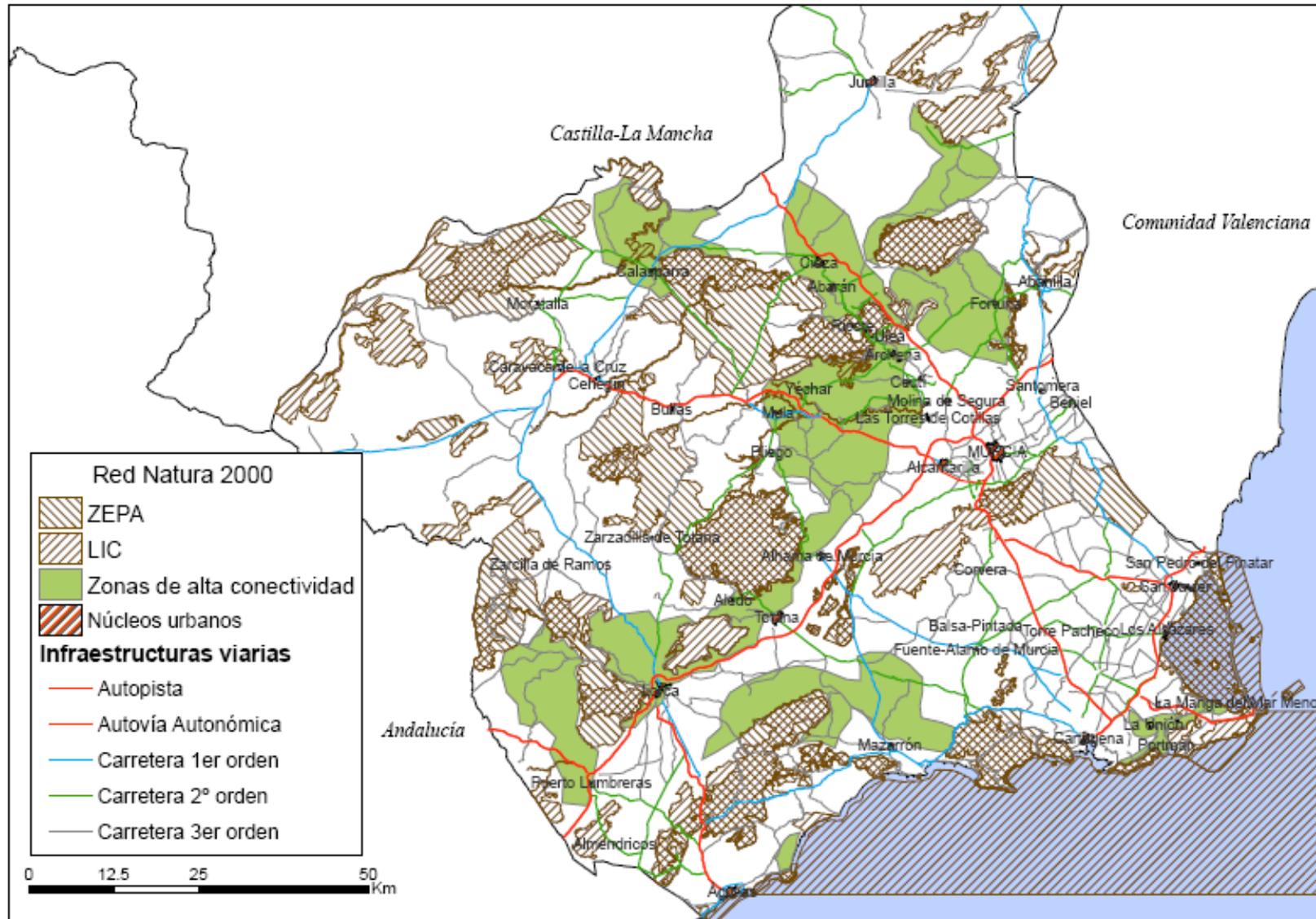
Una vez establecida las zonas de máxima conectividad y teniendo en cuenta aquellos espacios Natura 2000 donde hay presencia de hábitat se pueden distinguir diferentes áreas de conexión entre estos espacios, que se delimitan en un SIG vectorial (ArcMap, ver figura 8). Estas zonas, que se describen a continuación, ofrecen condiciones ambientales adecuadas para la expansión del hábitat de acuerdo con el modelo de conectividad utilizado en este estudio, y deberían ser tenidas en cuenta en el diseño y la ejecución de actuaciones orientadas a la conservación y restauración de este hábitat.

A continuación se describen de las principales zonas de alta conectividad entre los espacios de la Red Natura 2000 que contienen albardinal junto con las infraestructuras viarias y los núcleos urbanos existentes en ellas:

- LIC Sierras y Vega Alta del Segura y Ríos Alhárabe y Moratalla. En esta zona destaca una franja de alta conectividad que incluye manchas de distribución de albardinal. No existen núcleos urbanos relevantes y la ciudad de Calasparra se encuentra a unos 4 Km de esta franja. Tampoco existen grandes vías de comunicación en este área, estando la zona atravesada sólo por dos vías de menor importancia, la C-3314 y una pista que va desde la estación de Calasparra hasta la ciudad.
- ZEPA Sierra del Molino, Embalse del Quípar y Llanos del Capitán – LIC Sierra de Ricote-La Navela. Esta zona está atravesada únicamente por la carretera de tercer orden B-15.
- LIC Sierra de Ricote-La Navela – LIC Yesos de Ulea – LIC Sierra de la Pila. En la franja de alta conectividad seleccionada que permitiría conectar estos tres LIC, destaca una gran mancha de distribución de albardinal. En esta zona no se encuentra ningún núcleo urbano relevante y por el centro de la misma transcurre la carretera de tercer orden A-8.
- LIC Sierra de la Pila – ZEPA/LIC Humedal del Ajauque y Rambla Salada. Aunque esta zona no atraviesa ningún núcleo urbano, la ciudad de Fortuna (8.665 habitantes) está relativamente próxima. Por otro lado, las carreteras de segundo orden C-3223 y A-7 atraviesan el corredor en la zona próxima al Humedal del Ajauque.

- LIC Yesos de Ulea – ZEPA Humedal del Ajauque y Rambla Salada. Esta zona de conexión está atravesada por segmentos de las carreteras de segundo orden MU-411 y A-5.
- LIC Sierra de la Tercia – ZEPA Sierra Gigante-Pericay, Lomas del Buitre-Río Luchena y Sierra de la Torrecilla. Esta zona está atravesada por la carretera de primer orden C-3211 y las vías de tercer orden C-15 y C-9, y abarcaría así mismo una zona de extracción minera.
- LIC Sierra de la Tercia – LIC/ZEPA Sierra Espuña. Las carreteras que atraviesan la zona son la MU-502 (de segundo orden) y la C-8 (de tercer orden). Los núcleos urbanos más cercanos son Aledo y Totana. También se observan dos urbanizaciones a ambos lados del corredor; una al noreste de Aledo y la otra a unos 3 Km al noroeste de Totana, al borde del espacio protegido de Sierra Espuña.
- LIC/ZEPA Sierra de la Fausilla – LIC Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila. Esta franja de conexión rodea la población de Portman (1.000 habitantes aproximadamente) por el norte, y aunque las manchas de distribución de la zona de Calblanque se encuentren un poco alejadas, parece ser la única conexión posible entre estos dos espacios protegidos. El corredor atraviesa zonas antropizadas, urbanas y de extracción minera. Por último, el corredor está atravesado por la carretera de tercer orden F-44.

Figura 8. Zonas de alta conectividad para el albardinal entre espacios Natura 2000 que contienen esta asociación vegetal



522224 - *Lapiedro martinezii*-*Stipetum tenacissimae* (espartales)

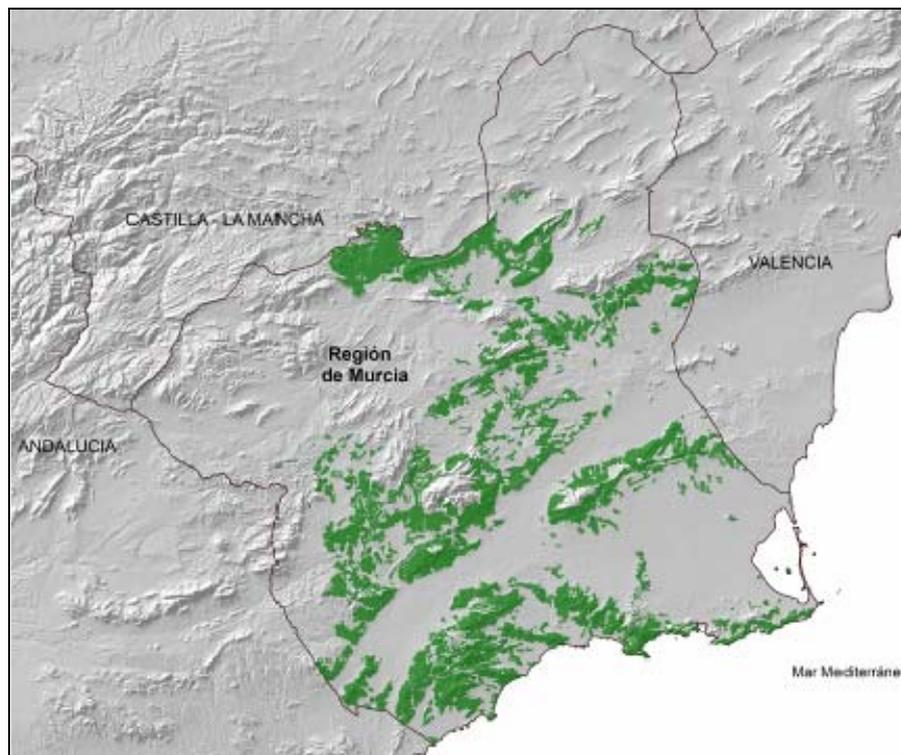
Análisis de conectividad para la asociación vegetal *Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissimae* Rivas-Martínez & Alcaraz - 522224 (*espartal*)

1. Distribución de la asociación en la Región de Murcia

La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución potencial de la asociación vegetal *Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissimae* Rivas-Martínez & Alcaraz, denominada *espartal* en adelante, ha sido extraída del Inventario de hábitats de la Región de Murcia (figura 1).

El Manual de interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) describe esta asociación como pastizales, a veces muy densos, y de hasta 80 cm de altura, de esparto (*Stipa tenacissima*) con algunas gramíneas (*Avenula murcica*, *Brachypodium retusum*, *Dactylis hispanica*, etc.) y bulbosas (*Asphodelus cerasiferus*, *Dipcadi serotinum*, *Gagea durieui* subsp. *iberica*, *Gladiolus illyricus*, *Lapiedra martinezii*, etc.). Se encuentra sobre todo en el centro y sur de la Región de Murcia, en territorios inframediterráneos áridos y termomediterráneos semiáridos con suelos relativamente profundos pero no afectados por hidromorfía temporal. En la zona occidental, la asociación se extiende desde la sierra del Molar hasta la Reserva Natural Sotos y Bosques de Ribera de Cañaverosa. Al este, los espartales se encuentran en una franja de dirección este-suroeste que va desde la sierra de Barinas hasta la zona de Puerto Lumbreras y de la sierra de Enmedio, abarcando también la sierra de Ricote y la vertiente sur de sierra Espuña, donde excepcionalmente asciende hasta zonas mesomediterráneas inferiores bajo ombroclima seco. En el manual, se mencionan también los espartales en la sierra de Carrascoy y El Valle y en gran parte de la zona costera; en la sierra de la Almenara, sierra del Algarrobo, sierra de la Muela hasta Cabo Tiñoso, y en la franja costera del entorno de Cartagena.

Figura 1. Distribución del espartal en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial del espartal

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa la probabilidad de presencia de esta asociación en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m).

Los valores más altos de idoneidad para el espartal en la Región de Murcia se observan en zonas de las sierras del Molar, Picacho, Cabeza del Asno y el Puerto en el límite noroccidental de la región, así como en el centro, en sierras alineadas en dirección este a suroeste, como las sierras de la Pila, Ricote, Carrascoy, Espuña, Almenara y Enmedio. También la franja costera desde Cabo de Palos hasta Águilas presenta valores de idoneidad elevados (ver figura 2).

Figura 2. Mapa de idoneidad del territorio para el espartal en la Región de Murcia

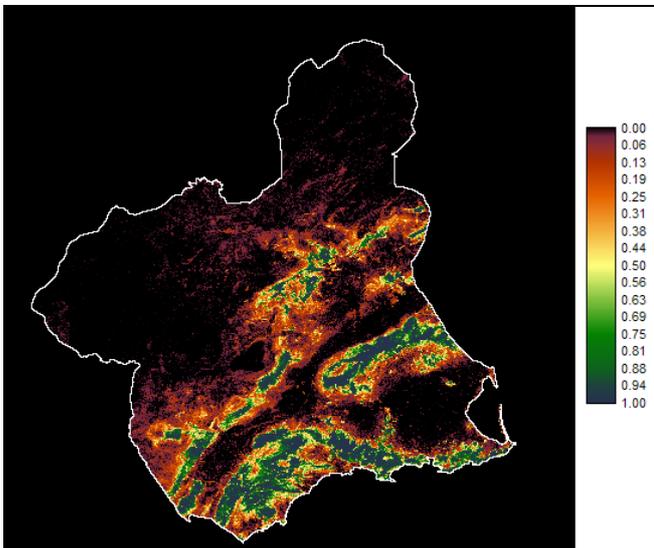
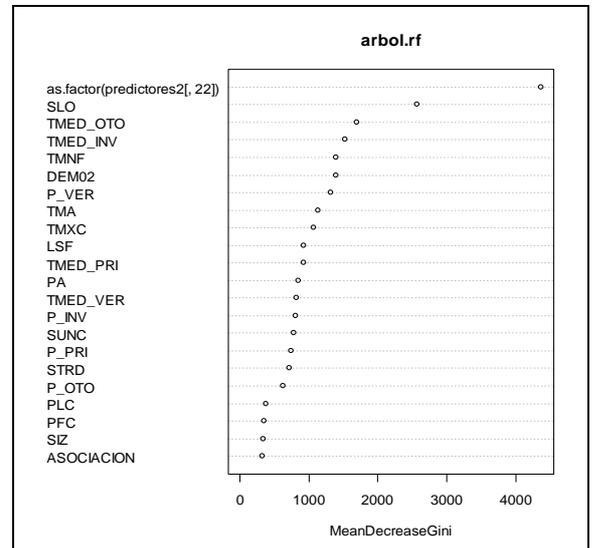


Figura 3. Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



En la figura 3 se observa el grado de importancia, en orden decreciente, de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial del espartal¹. Los factores que más influyen en su distribución son la ocupación del suelo (as.factor_predicadores / Corine land Cover), la pendiente (SLO) y la temperatura media de otoño (TMED_OTO).

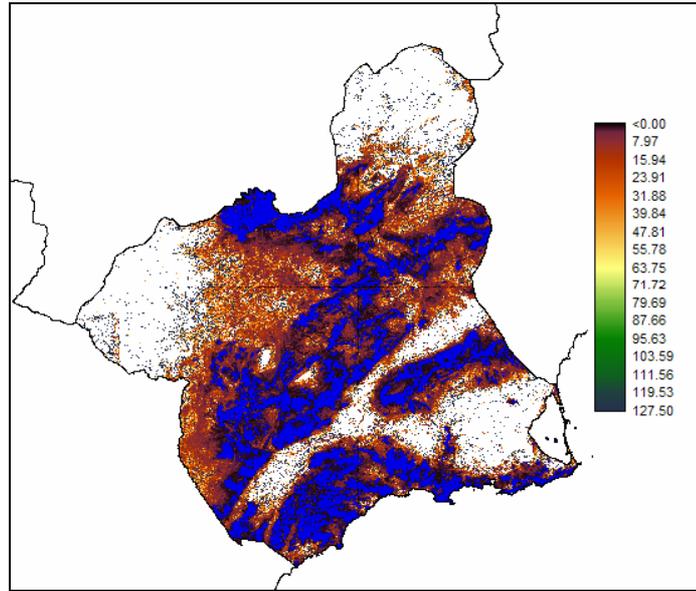
3. Análisis de conectividad

3.1. Mapa de fricción

El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad (1/idoneidad) en cada punto del territorio de la región (ver figura 4). Los puntos en los que los valores de idoneidad son iguales a cero se representan como barreras a la expansión del hábitat, a los que se asigna un valor igual a -1. Las zonas que presentan valores de fricción más altos para esta asociación corresponden a las comarcas del Altiplano y del Noroeste, así como al Valle del Guadalentín y el Campo de Cartagena.

¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

Figura 4. Mapa de fricción del territorio para el espartal en la Región de Murcia

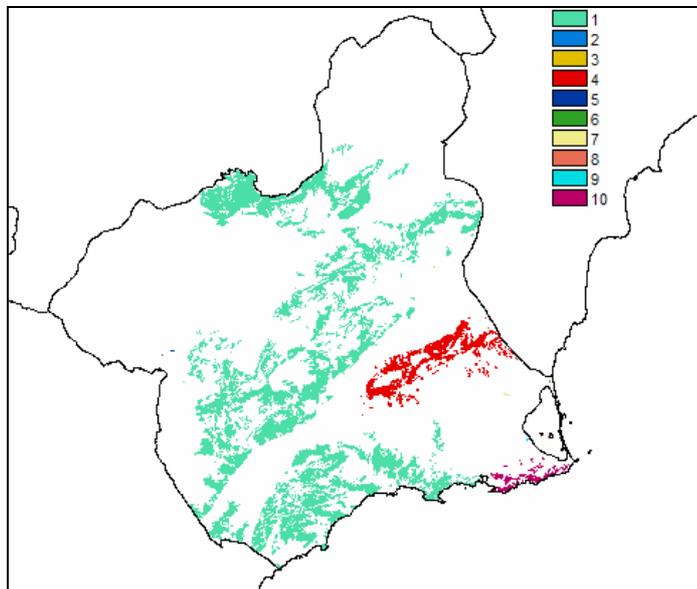


*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de la asociación vegetal analizada pertenecen a núcleos de distribución distintos. En este caso se ha establecido en 1.400 m dicha distancia umbral. De esta forma, se han obtenido 10 núcleos principales para esta asociación vegetal (ver Figura 5). Destaca un gran núcleo (número 1) que se extiende por la zona central de la región incluyendo la sierra de Almenara, junto con los núcleos de distribución de la sierra de Carrascoy (número 4) y de la zona costera al este de Cartagena (número 10). El resto de los núcleos son sensiblemente inferiores y se encuentran dispersos principalmente en el este de la región y en los alrededores del Mar Menor, hallándose una población en la isla Mayor.

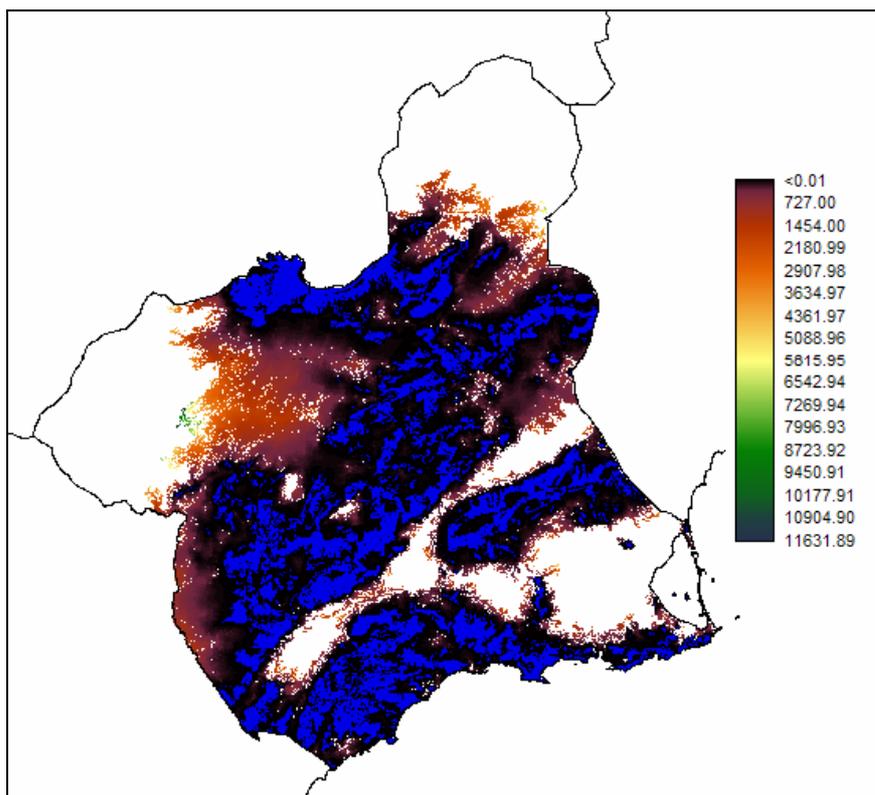
Figura 5. Principales núcleos de espartal



3.3. Superficie de costes

La siguiente etapa en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la fase anterior. Esta superficie representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha asociación (ver figura 6).

Figura 6. Mapa de de costes para el espartal



*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

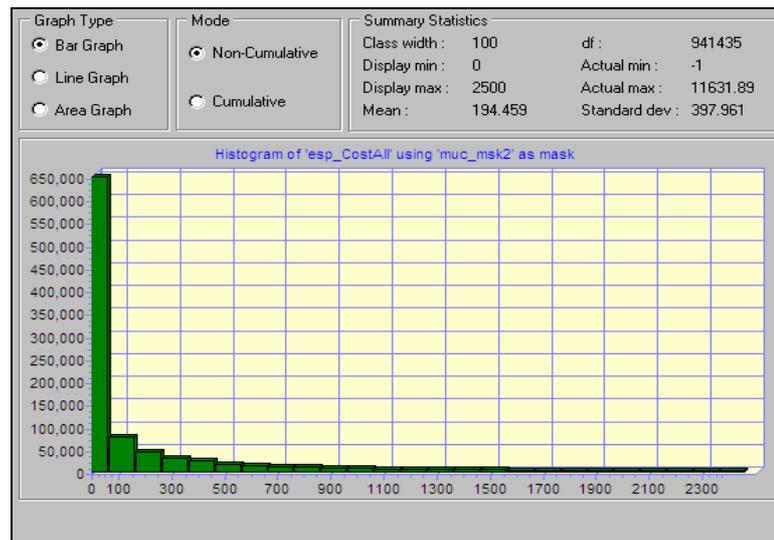
Los valores de coste comprendidos entre 0 (zonas con presencia del hábitat analizado) y 11.631,89 (valor máximo de coste) suponen una superficie que equivale al 68,6% del territorio de la región. El 31,4% del territorio corresponde a zonas que se consideran barreras a la expansión del hábitat.

Tabla 1. Valores estadísticos de la superficie de costes

Asociación vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Espartal</i>	0	11.631,89	252,5	21,03	620,85	2,46	31,4%

Cabe destacar que cerca del 95% (94,6%) de los valores de coste están comprendidos entre 0 y 1.300. En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores de coste comprendidos entre 0 y 2.500.

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para el espartal



4. Zonas de alta conectividad y Red Natura 2000

En la siguiente etapa del análisis, se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan la máxima conectividad entre las distintas manchas de distribución de la asociación. Para ello, se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso el umbral máximo de valor de coste se ha establecido en 410, dentro del cual están representados más del 83 % de los valores de coste.

En la figura incluida al final de este capítulo se representan las zonas de alta conectividad y los espacios de la red Natura 2000. Como puede observarse, se mantiene la conexión entre una gran parte de los núcleos de distribución. Sin embargo, el núcleo de la sierra de Carrascoy y los núcleos de menor extensión localizados en la zona este de la región aparecen aislados.

Según el Inventario regional de hábitats de la Región de Murcia, el espartal ocupa un total de 1.933,72 Km², de los cuales 953,16 Km² (61,1%) se encuentran dentro de espacios de la Red Natura 2000 (LIC y/o ZEPA). En esta situación se encuentran, por ejemplo, los espartales de Sierra Espuña, Sierra de Carrascoy, Monte y Valle de Altahona y Escalona, Sierra del Gigante y del Pericay, Sierra Almenara y Moreras.

Fuera de la Red Natura se encuentran parte de los espartales ubicados en la zona de la sierra de Cabeza del Asno, sierra del Picacho y sierra de Santa Ana en el cuadrante noroeste; así como los espartales de la sierra del Cura en el centro de la región y de la sierra del Algarrobo en el sureste.

Las zonas de alta conectividad entre espacios de la Red Natura 2000 que contienen la espartal se delimitan en un SIG vectorial (ArcMap, ver figura 8). Estas zonas ofrecen condiciones ambientales adecuadas para la expansión del hábitat de acuerdo con el modelo de conectividad utilizado en este estudio, y deberían ser tenidas en cuenta en el diseño y la ejecución de actuaciones orientadas a la conservación y restauración de este hábitat.

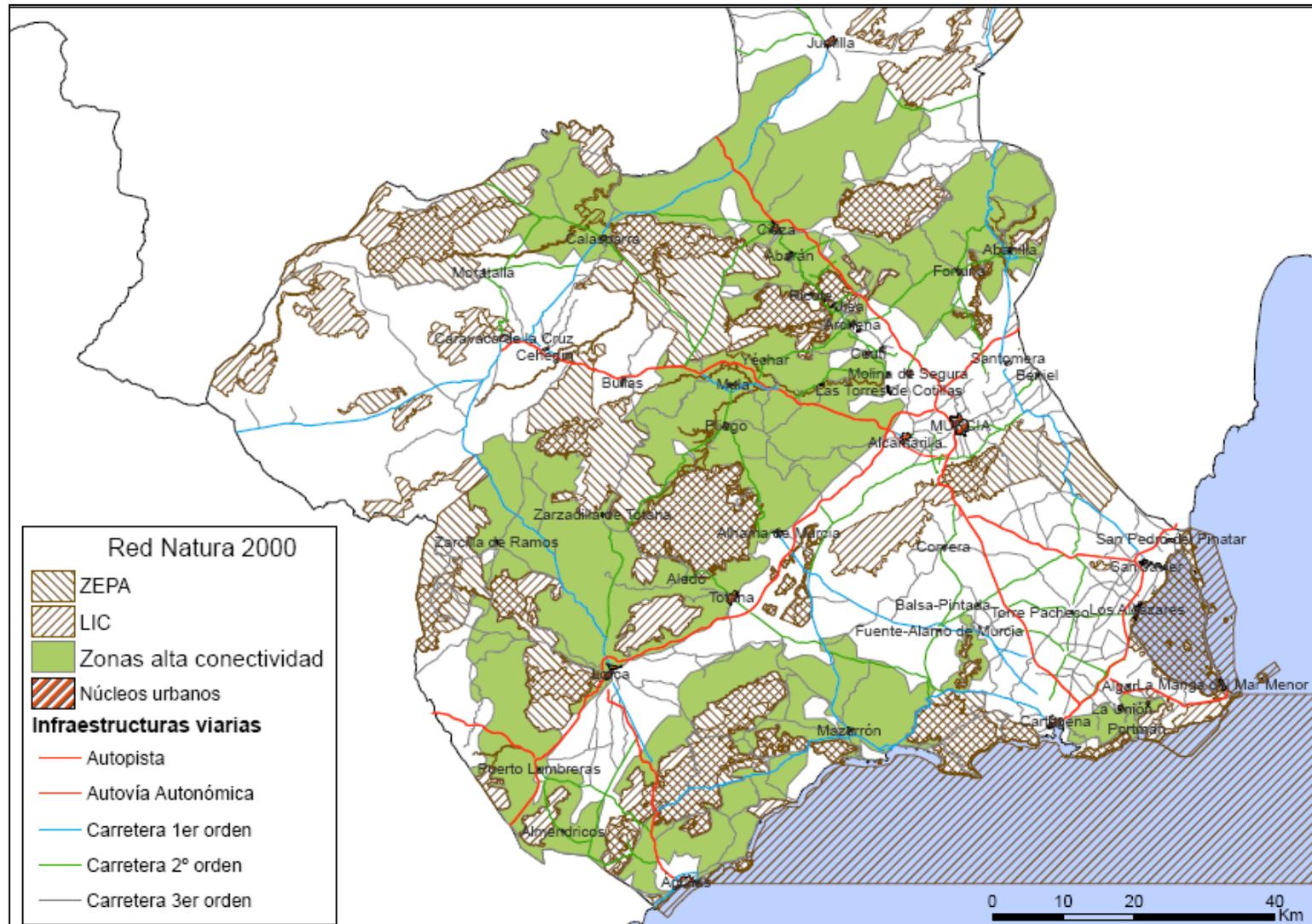
Se han analizado las diferentes zonas de conectividad del espartal teniendo en cuenta los espacios de la Red Natura 2000 que conectan y la presencia de infraestructuras en las mismas. En primer lugar, la zona de alta conectividad entre el Noroeste (Sierra de Moratalla y Sierras y Vega Alta del Segura) y el Altiplano (Sierra del Carche, Sierra de la Pila), se encuentra atravesada por la autovía A-30 (Murcia-Hellín) y por la carretera de primer orden N-3314 (Jumilla-Caravaca). Así mismo, cabe destacar la presencia de núcleos urbanos importantes, tales como Calasparra y Cieza. Otra zona extensa de alta conectividad se encuentra entre el altiplano (Sierra de la Pila, Sierra de Abanilla) y la vega del Segura (Yesos de Ulea, Sierra de Ricote-La Navela) en la que destacan infraestructuras como la autovía A-30 y la carretera de primer orden N-3323, y los núcleos urbanos de Fortuna, Abanilla, Blanca y Abarán.

Por su parte, la comarca del Río Mula sería una gran zona de conectividad entre Sierra Espuña, Burete, Lavia y Cambrón y las sierras del Molino y de Ricote-La Navela. En esta zona de conectividad se encuentran la autovía C-415 (Murcia-Caravaca) y localidades como Mula, Pliego y Campos del Río.

Respecto a la comarca de la Vega del Guadalentín, existen varias zonas de alta conectividad. La primera se extiende entre las sierras de Burete, Lavia y Cambrón, sierra Espuña, sierra del Gigante, sierra de la Torrecilla y sierra de la Tercia y en ella destaca la presencia de la autovía A-7 (Murcia-Almería), la carretera de primer orden N-3211 (Lorca-Caravaca) y las localidades de Lorca y Totana. La segunda zona de alta conectividad en esta comarca se extiende entre la sierra del Gigante y la sierra de la Torrecilla, Cabezo de la Jara y sierra de Enmedio, y está atravesada por dos autovías, la A-7 y la A-91, destacando también la presencia de la ciudad de Puerto Lumbreras.

Por último, en cuanto al litoral, existe una extensa zona de conectividad rodeando las sierras de Almenara y las Moreras, que está atravesada por la carretera de primer orden N-332-2, las autovías N-3211 (Águilas-Lorca) y la de nueva creación entre Totana y Mazarrón, así como por la también reciente autopista Cartagena-Vera. En cuanto a los núcleos de población importantes, destaca la presencia de Mazarrón así como grandes complejos urbanísticos actuales (Camposol) y futuros (Marina de Cope).

Figura 8. Zonas de alta conectividad para el espartal entre espacios Natura 2000 que contienen esta asociación vegetal



834034 - *Quercetum rotundifoliae* (encinares)

Análisis de conectividad para la asociación vegetal *Quercetum rotundifoliae* – Rivas-Martínez & Alcaraz - 834034 (*encinar*)

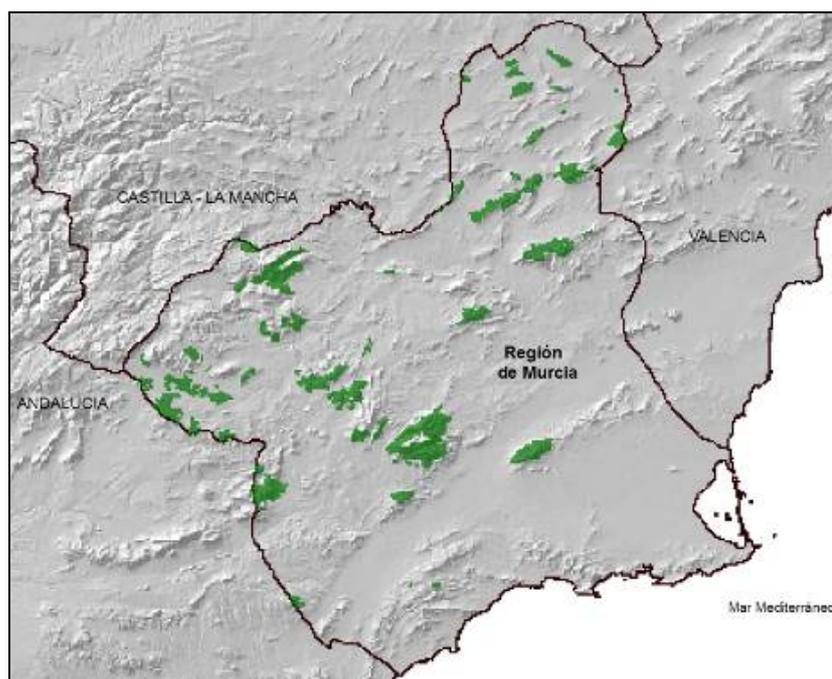
1. Distribución de la asociación en la Región de Murcia

La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución potencial de la asociación vegetal *Quercetum rotundifoliae* Rivas-Martínez & Alcaraz, denominada *encinar* en adelante, ha sido extraída del Inventario de Hábitats de la Región de Murcia (figura 1).

El Manual de interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) describe esta asociación vegetal como bosques pobres de encinas (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), a veces salpicado de pinos carrascos (*Pinus halepensis*), con un estrato poco denso de coscojas (*Quercus coccifera*), *Daphne gnidium*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, etc., con algunas lianas como *Arenaria montana* subsp. *intricata*, *Lonicera implexa* o *Rubia peregrina*, y *Brachypodium retusum* en el estrato herbáceo cuando el bosque no está muy cerrado.

En la Región de Murcia, los encinares se encuentran en zonas interiores de la comarca del Altiplano (sierras del Buey; Salinas, El Carche, Santa Ana, Larga y La Pila, etc.), de la comarca del Noroeste (en la zona de Casa Requeñas, en las sierras de la Muela, el Cerezo, los Álamos; Gadea, en la zona del Barranco de la Junquera, sierra de la Zarza y sierra Áspera) y de la comarca del Alto Guadalentín (sierra del Pericay). También se recogen encinares en las sierras de Burete y Cambrón, en el centro de la región. Por último, se presentan también encinares en el valle de Ricote, en la sierra de Carrascoy y El Valle, en la sierra de Almenara y en sierra Espuña. De acuerdo con la citada fuente, los encinares mejor conservados serían los del barranco de la Guarrafía (sierra de El Carche), Caramucel (sierra de la Pila) y los de barrancos de las laderas norte de las sierras Espuña y Salinas.

Figura 1: Distribución del encinar en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial del encinar

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa su probabilidad de presencia de esta asociación en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m).

En la figura 2 puede observarse que los valores más altos de idoneidad del territorio para el encinar se encuentran en la comarca del Altiplano, del noroeste de la región hasta sierra Espuña y en las sierras de Ricote, Carrascoy y el Gigante.

Figura 2. Mapa de idoneidad del territorio para el encinar en la Región de Murcia

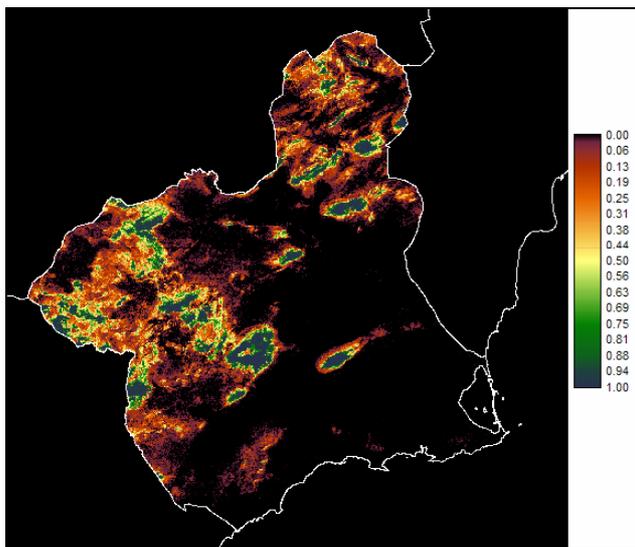
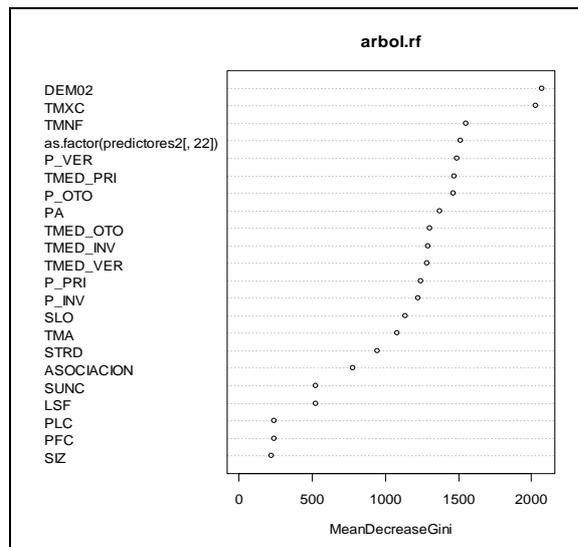


Figura 3. Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



En la figura 3 se observa el grado de importancia, en orden decreciente, de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial del encinar¹. Los factores que más influyen en su distribución son la altitud (DEM02), la temperatura máxima media del mes más cálido (TMXC) y la temperatura mínima media del mes más frío (TMNF).

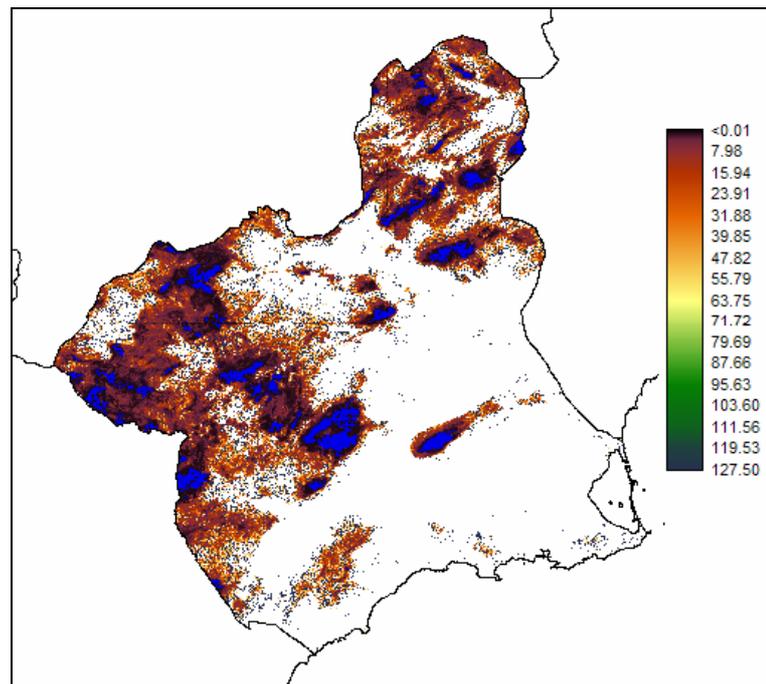
3. Análisis de conectividad

3.1. Mapa de fricción

El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad (1/idoneidad). Los puntos en los que los valores de idoneidad son iguales a cero se representan como barreras a la expansión del hábitat, a los que se asigna un valor igual a -1. En la figura 4 se observa que las zonas que presentan valores de fricción más altos corresponden al valle del Segura, cuencas de Fortuna-Abanilla, Mula, valle del Guadalentín, campo de Cartagena, y a la mayor parte de la franja costera a excepción de algunas sierras.

¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

Figura 4. Mapa de fricción del territorio para el encinar en la Región de Murcia



*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

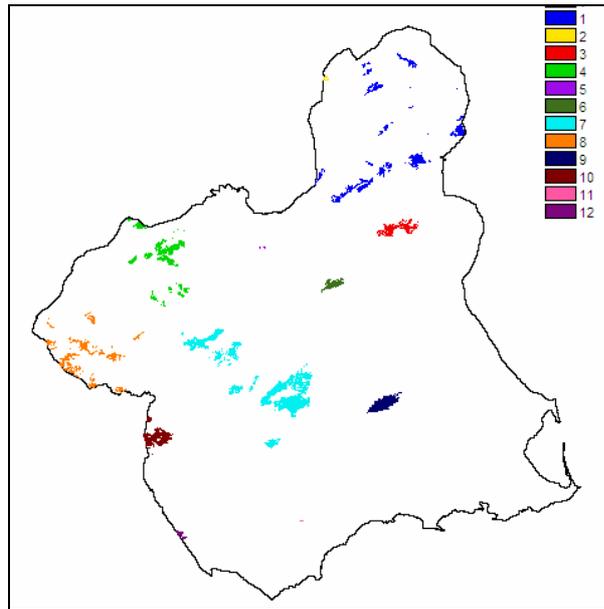
3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de la asociación vegetal analizada pertenecen a núcleos de distribución distintos. En este caso se ha establecido en 1.500 m dicha distancia umbral. De esta forma, se han obtenido 12 núcleos principales para esta asociación vegetal (ver figura 5), distribuidos por todo el territorio regional excepto las zonas costeras.

El núcleo número 1 abarca distintos fragmentos en la comarca del Altiplano, desde el sur de la ZEPA Estepa de Yecla hasta sierra Larga, y los límites regionales occidental, en la sierra del Picacho, y oriental en la sierra de Abanilla. El núcleo 2 es un pequeño núcleo en el límite noroeste de la Región con la provincia de Albacete, y se extiende por una zona llamada Lomas de Cal y Canto. El núcleo 3 comprende los encinares de la sierra de la Pila. En cuanto al núcleo 4, se extiende por la comarca del Noroeste desde el límite regional con Albacete, en la zona del Puntal de Pliego hasta la sierra de la Muela y las lomas al norte de Moratalla y Caravaca de la Cruz. El núcleo 5 corresponde a un pequeño núcleo en la sierra del Molino.

El núcleo 6 se encuentra en cerros de la sierra del Ricote. En cuanto al núcleo 7, abarca el centro de la región, desde la sierra de las Cabras hasta sierra Espuña. El núcleo 8 comprende varios fragmentos al sur de la comarca del Noroeste hasta el límite con Almería. El núcleo 9 ocupa lomas de la sierra de Carrascoy. El núcleo 10 se encuentra en zonas de la sierra del Pericay y el entorno del Embalse de Valdeinfierno. El núcleo 11 corresponde a dos pequeños fragmentos en el centro-sur de la región, encontrándose uno en el Alto de Carrasquilla y el otro en El Talayón, en la sierra de Almenara. Por último, la totalidad el pequeño núcleo 12 se encuentra dentro del LIC Cabezo de la Jara y Rambla de Nogalte, en el límite con la provincia de Almería.

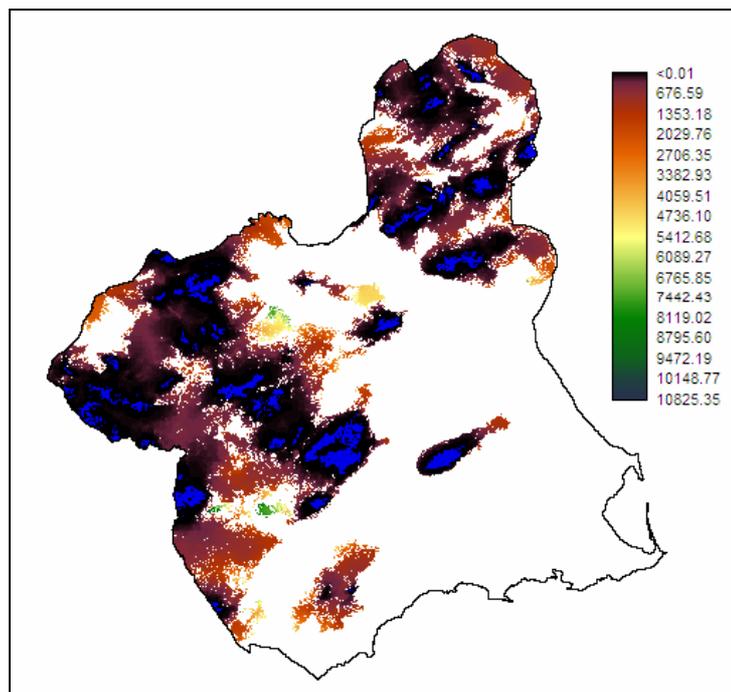
Figura 5. Principales núcleos de encinar



3.3. Superficie de costes

La siguiente fase en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la etapa anterior. Esta superficie representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha asociación (ver figura 6).

Figura 6. Mapa de de costes para el encinar



*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

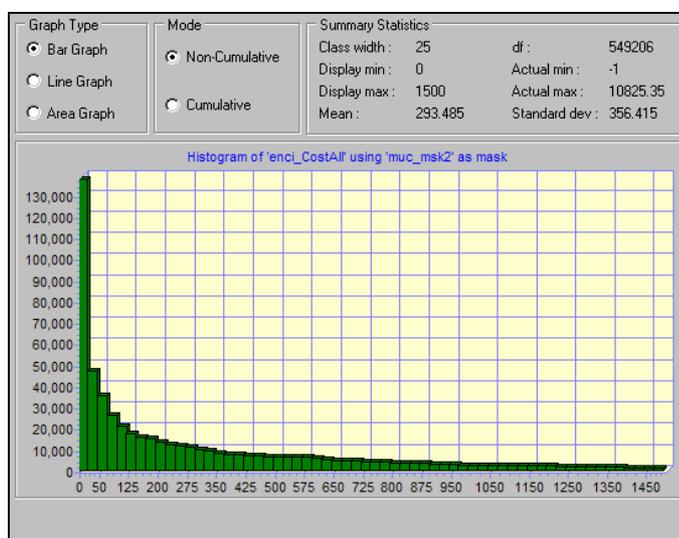
Para esta asociación vegetal, los valores de coste varían entre 0 (zonas de presencia del hábitat analizado) y 10.825,35. Estos valores se extienden sobre una superficie que equivale al 43,2% del territorio de la región. El resto del territorio regional (56,8%) corresponde a zonas que se consideran barrera para la expansión del encinar.

Tabla 1. Valores estadísticos de la superficie de costes

Asociación vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Encinar</i>	0	10.825,35	529,38	178,13	948,37	1,79	56,80

Cabe destacar que más del 90% (90,71%) de los valores de coste están comprendidos entre 0 y 1.450. En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores de coste comprendidos entre 0 y 1.500.

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para el encinar



4. Zonas de alta conectividad y Red Natura 2000

En la siguiente etapa del análisis, se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan la máxima conectividad entre las distintas manchas de distribución de la asociación. Para ello, se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso el umbral máximo de valor de coste se ha establecido en 800, dentro del cual están representados más del 80 % de los valores de coste.

En la figura incluida al final de este capítulo se representan las zonas de alta conectividad y los espacios de la red Natura 2000, así como la distribución del encinar en la Región de Murcia. Como se puede observar, se mantiene la conexión entre una gran parte de los núcleos de distribución. En efecto, este nuevo umbral de coste, aún bastante reducido con respecto al valor de coste máximo, mantiene conectados varios fragmentos de distribución de las comarcas del Altiplano y del Noroeste, quedando aislados los encinares de la vega alta del Segura, así como los de la zona de Ricote, sierra de Carrascoy Cabezo de la Jara.

Según el Inventario regional de hábitats, el encinar ocupa un total de 356,09 Km², con un gran porcentaje dentro de espacios de la Red Natura 2000 (LIC y/o ZEPA). En esta situación se encuentran, por ejemplo, los encinares de las sierras de El Carche, Salinas y la Pila en el cuadrante norte de Murcia; también los de las sierras de Moratalla, la Muela y el Gavilán en la comarca del Noroeste, y las comunidades de encinar de sierra Espuña y sierra de Carrascoy, entre otros. En el otro extremo, situados fuera de la Red Natura 2000, se encuentran los encinares de las sierras del Picacho y sierra Larga en el altiplano; así como los de la loma de Gadea y los del barranco y sierra de la Junquera en el límite occidental de la región.

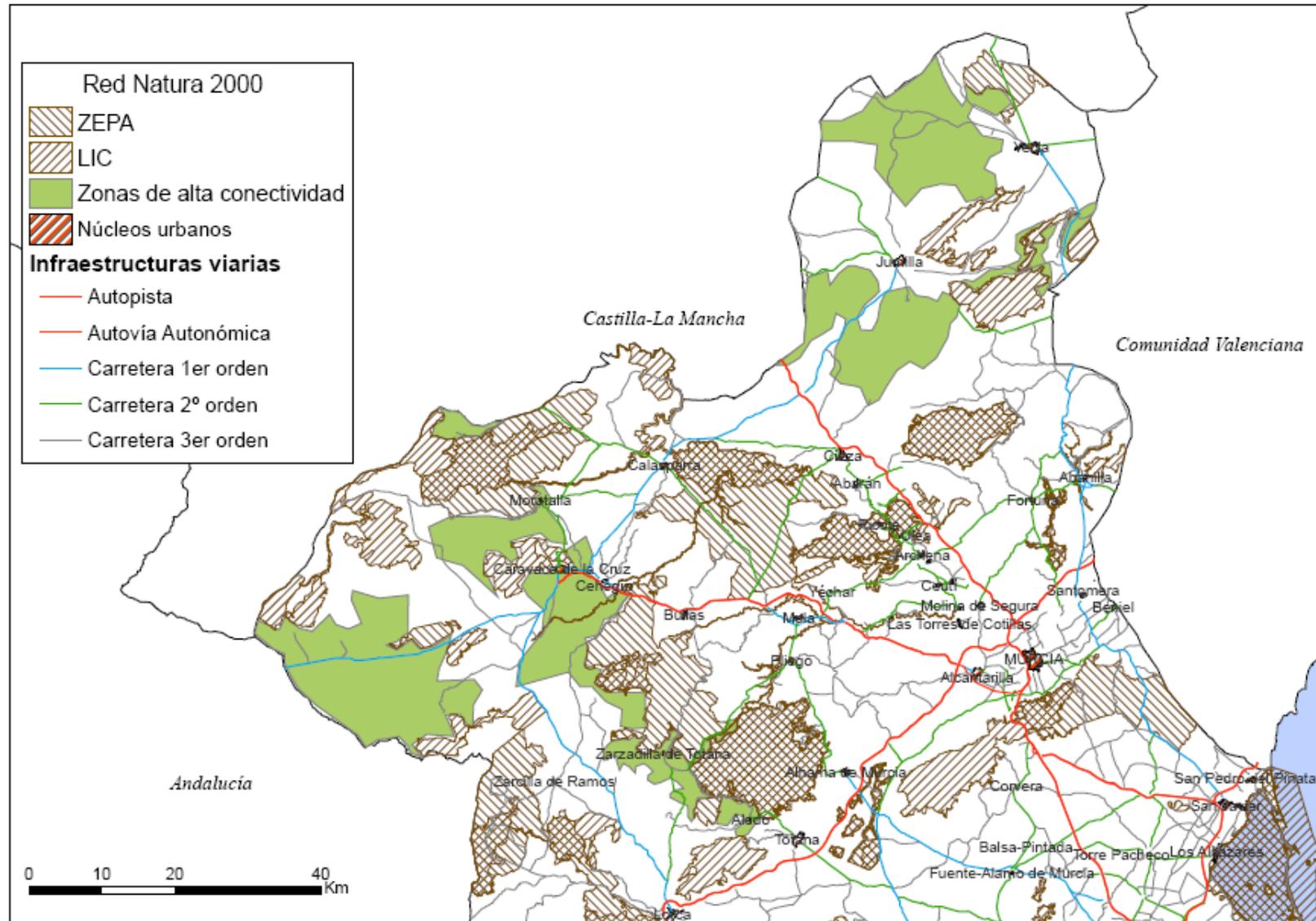
Las zonas de alta conectividad entre espacios de la Red Natura 2000 que contienen encinar han sido delimitadas en un SIG vectorial (ArcMap, ver figura 8). Estas zonas ofrecen condiciones ambientales adecuadas para la expansión del hábitat de acuerdo con el modelo de conectividad utilizado en este estudio, y deberían ser tenidas en cuenta en el diseño y la ejecución de actuaciones orientadas a la conservación y restauración de este hábitat.

Estas zonas de alta conectividad para el encinar permiten así conectar los siguientes espacios de la Red Natura 2000:

- ZEPA Estepas de Yecla con el LIC Sierra del Buey
- LIC Sierra de El Carche con el LIC Sierra del Serral
- LIC Sierra del Serral con el LIC Sierra de Abanilla
- LIC Sierra de La Muela con la ZEPA Sierra de Moratalla
- ZEPA Sierra de Moratalla con el LIC Sierra del Gavilán
- LIC Sierra del Gavilán con la ZEPA Sierra de Burete, Lavia y Cambrón
- LIC Revolcadores con la ZEPA Sierra de Mojantes y los LICs Cuerda de la Serrata y Casa Alta-Salinas
- ZEPA Sierra de Burete, Lavia y Cambrón con el LIC/ZEPA Sierra Espuña y la ZEPA Llano de las Cabras
- LIC/ZEPA Sierra Espuña y la ZEPA Llano de las Cabras con el LIC Sierra de la Tercia

En la figura 8 se observan las zonas de alta conectividad para el encinar junto con la red viaria y los núcleos urbanos que se encuentran dentro éstas. Se observa que en la comarca del Altiplano la carretera N-344 atraviesa una zona de máxima conectividad. Por otro lado, en la comarca del Noroeste, la zona de conectividad próxima a la ciudad de Caravaca de la Cruz está surcada por las carreteras C-330 (de primer orden) y C-415 (de menor importancia). Además, la carretera C-330 de Caravaca de la Cruz a Puebla de Don Fadrique atraviesa dos zonas de máxima conectividad (carretera de primer orden) en sentido este-oeste. Respecto a los núcleos urbanos, los más relevantes dentro de zonas de alta conectividad son los de Moratalla y Caravaca de la Cruz.

Figura 8. Zonas de alta conectividad para el encinar entre espacios Natura 2000 que contienen esta asociación vegetal



853342 - *Junipero phoeniceae-Pinetum clusianae*
(pinares de pino blanco)

Análisis de conectividad para la asociación vegetal *Junipero phoeniceae-Pinetum clusianae* Rivas-Martínez & Alcaraz – 853342 (pinar de pino blanco)

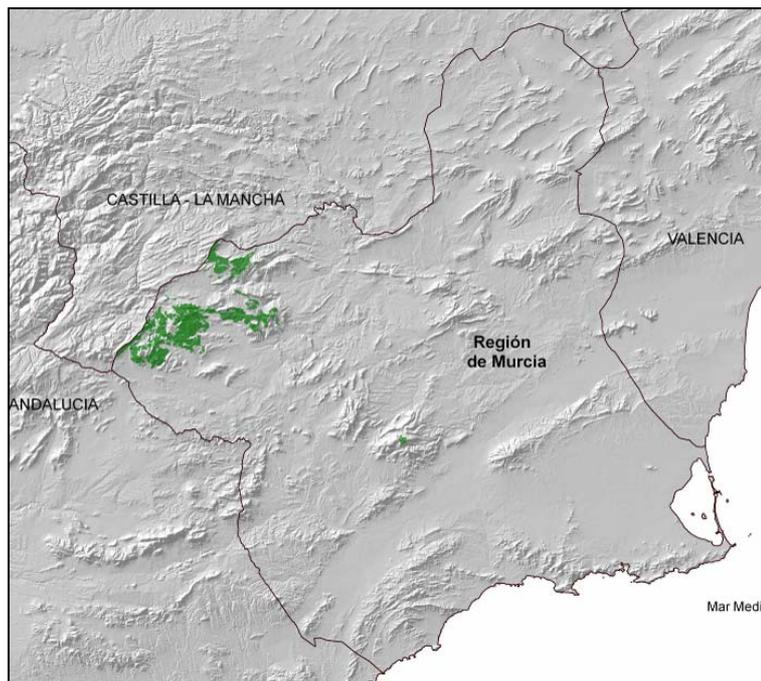
1. Distribución de la asociación en la Región de Murcia

La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución de la asociación vegetal *Junipero phoeniceae-Pinetum clusianae* Rivas-Martínez & Alcaraz, denominada *pinars de pino blanco* en adelante, se obtiene del Inventario de Hábitats de la Región de Murcia (Figura 1).

De acuerdo con el Manual de interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) esta asociación vegetal corresponde a pinares de pino blanco (*Pinus nigra subsp. mauretanica*), que forman bosques abiertos en laderas de pendientes medias a altas. En los claros son abundantes los caméfitos, los cuales se ven desplazados por matorrales altos de *Ononis fruticosa* en las zonas margosas. Se pueden distinguir dos variantes edáficas de esta asociación; una sobre dolomías, en cuyo caso el matorral es rico en especies dolomítcolas como *Fumana paradoxa*, *Pterocephalus spathulatus*, *Seseli montanum subsp. granatense*, *Thymus clandestinus*, *Thymus funkii var. sabulicola*, etc.; mientras que en las manifestaciones de la asociación sobre laderas margosas con fuerte pendiente, la planta más frecuente en el sotobosque es *Ononis fruticosa*.

Según el citado manual, en la Región de Murcia este tipo de pinares aparece en zonas supramediterráneas húmedas, en laderas inclinadas dolomíticas o margosas. Así ocurre principalmente en el cuadrante occidental de la comarca del Noroeste, en las zonas más elevadas de las sierras de los Álamos, el Gavilán, Villafuerte y Moratalla. De forma mucho más fragmentaria, la asociación alcanza las partes altas de sierra Espuña y, con un carácter relíctico, aparece en la umbría del pico de El Carche, en la sierra del Carche, donde la formación se encuentra empobrecida debido a la ausencia de muchas de las plantas del matorral de óptimo bético.

Figura 1: Distribución del pinar de pino blanco en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial del pinar de pino blanco

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa la probabilidad de presencia de esta asociación en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m).

Los valores más altos de idoneidad para el pinar de pino blanco se encuentran en el cuadrante occidental de la comarca del Noroeste, en las zonas de Calar de la Valera, sierra de la Muela, sierra de los Álamos, sierra del Buitre, sierra del Gavilán y sierras de Villafuerte y de Moratalla. También la zona del Parque Regional de Sierra Espuña presenta un valor de idoneidad elevado. Finalmente, las sierras de Ponce (1.443 m, en el centro-oeste de Murcia) y los picos de El Carche (1.372 m) y de La Capilla (1.237 m) en el noreste presentan valores de idoneidad relativamente elevados (ver figura 2).

Figura 2. Mapa de idoneidad del territorio para el pinar de pino blanco en la Región de Murcia

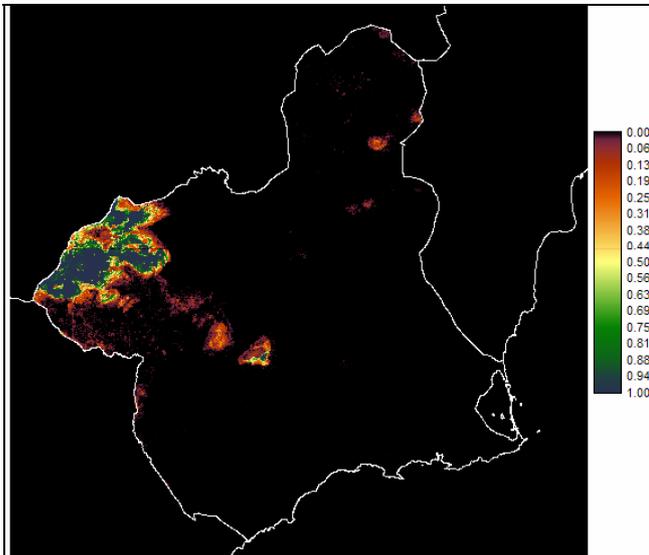
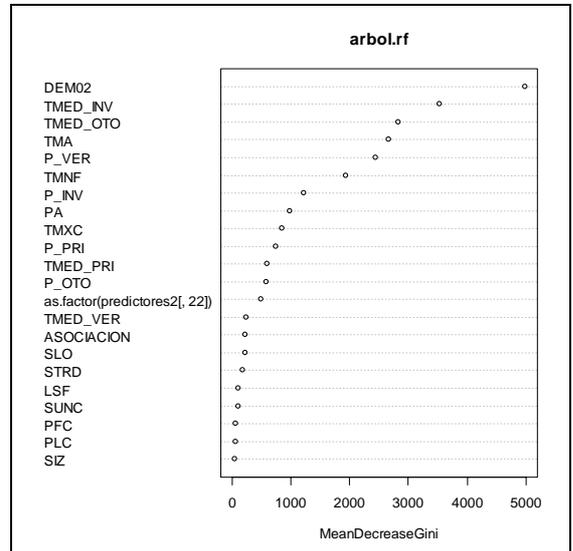


Figura 3. Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



En la figura 3 se observa el grado de importancia, en orden decreciente, de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial del pinar de pino blanco¹. Los factores que más influyen en su distribución son la altitud (DEM02), la temperatura media de invierno (TMED_INV) y la temperatura media de otoño (TMED_OTO).

3. Análisis de conectividad

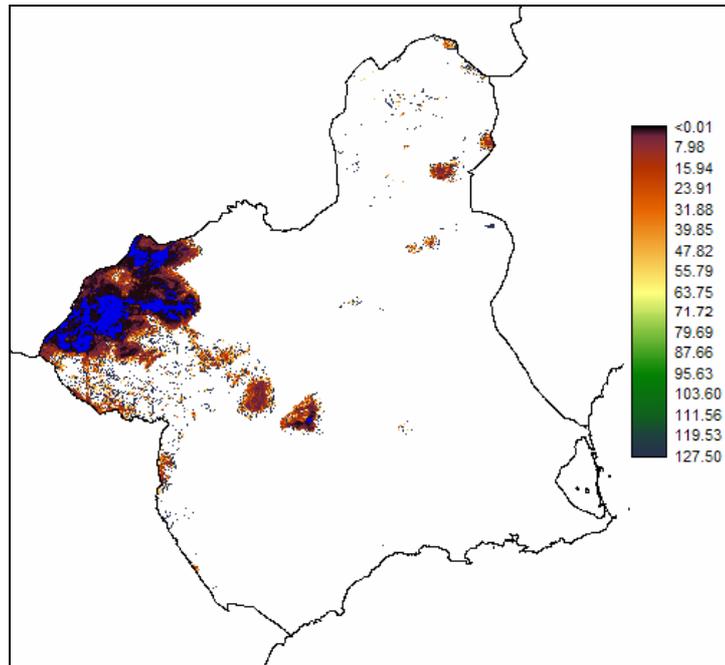
3.1. Mapa de fricción

El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad (1/idoneidad) en cada punto del territorio de la región (ver figura 4). Los puntos en los que los valores de idoneidad son iguales a cero se representan como barreras a la expansión del hábitat, a los que se asigna un valor igual a -1. Las zonas que presentan valores de fricción más bajos para esta asociación corresponden al cuadrante más occidental de la comarca del Noroeste. También la

¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

zona de las sierras de Cambrón y de Ponce, al igual que sierra Espuña, presentan valores de fricción muy bajos. Por último, en el norte de la región destacan la sierra de Salinas, sierra de El Carche y los picos de Caramucel y de Pila con valores de fricción bajos; así como la sierra de Lacera con valores comprendidos entre 17 y 51. El resto del territorio, que en este caso supone gran parte del mismo, presenta valores de fricción muy elevados, correspondiendo a barreras para la expansión del hábitat.

Figura 4. Mapa de fricción del territorio para el pinar de pino blanco en la Región de Murcia



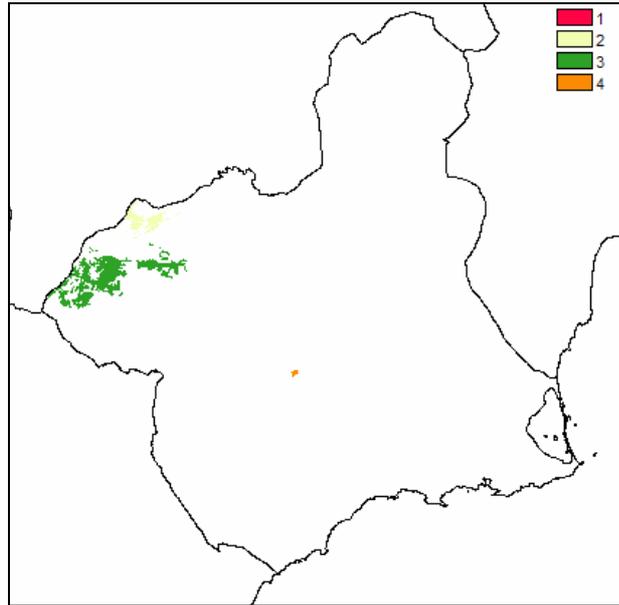
*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de la asociación vegetal analizada pertenecen a núcleos de distribución distintos. En este caso se ha establecido en 1.000 m dicha distancia umbral. De esta forma, se han obtenido 4 núcleos principales de distribución para esta asociación vegetal (ver figura 5). Se observan dos núcleos de distribución en el extremo oeste de la región de Murcia. El núcleo más extenso es el número 3 que se sitúa en las sierras de Moratalla, Villafuerte, el Gavilán, el Buitre y los Álamos. Un poco más al norte de éste núcleo, se encuentra el número 2 que se extiende desde la zona de la sierra de la Muela hasta la frontera con la provincia de Albacete.

Por último, los núcleos de distribución 1 y 4 aparecen dispersos en las zonas más altas de la sierra de El Carche (núcleo 1) y de sierra Espuña (núcleo 4).

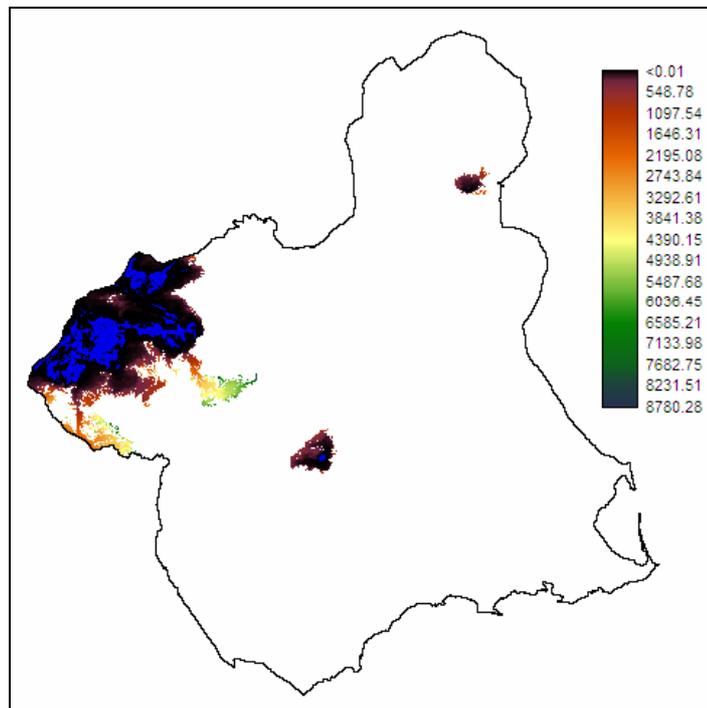
Figura 5. Principales núcleos de pinar de pino blanco



3.3. Superficie de costes

La siguiente etapa en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la fase anterior. Esta superficie representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha asociación (ver figura 6).

Figura 6. Mapa de de costes para el pinar de pino blanco



*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

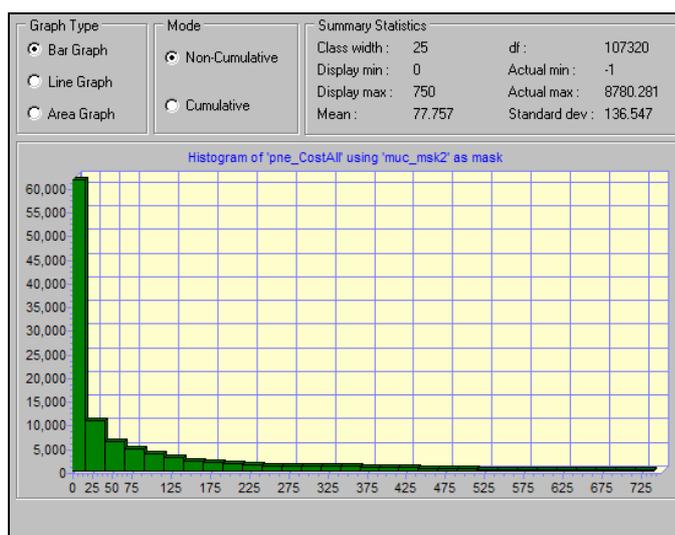
Los valores de coste en este caso varían entre 0 (zonas de presencia del hábitat analizado) y 8.780,28 y suponen una superficie que equivale al 9,14 % del territorio de la región. El territorio que representa una barrera para la expansión del hábitat en este caso corresponde al 90,86 % de la superficie regional, siendo únicamente las zonas de montaña del cuadrante más occidental, en la comarca del Noroeste, y los picos de sierra Espuña y de El Carche los terrenos que ofrecerían conectividad para este pinar.

Tabla 1. Valores estadísticos de la superficie de costes

Asociación vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Pinar de Pinus nigra</i>	0	8.780,28	570,51	28,82	1.329,66	2,33	90,86

Cabe destacar también que más del 80 % (81,81 %) de todos los valores de coste están comprendidos entre 0 y 500, y más del 70% se sitúa por debajo de 200. En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores de coste del territorio comprendidos entre 0 y 750.

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para el pinar de pino blanco



4. Zonas de alta conectividad y Red Natura 2000

En la siguiente etapa del análisis, se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan la máxima conectividad entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada. Para ello, se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso, el umbral máximo de valor de coste se ha establecido en 200, dentro del cual están representados más del 73% de los valores de coste.

En la figura incluida al final de este capítulo se representan las zonas de alta conectividad y los espacios de la Red Natura 2000, así como la distribución de los pinares de pino blanco en la Región de Murcia. Como se puede observar, se mantiene la conexión entre los núcleos de

distribución del extremo occidental. Sin embargo, los núcleos del norte y centro de la región permanecen aislados.

Según del Inventario regional de hábitats, los pinares de pino blanco ocupan un total de 203,17 km², gran parte de los cuales se halla dentro de espacios Natura 2000 (LIC y/o ZEPA). En esta situación se encuentran, por ejemplo, los pinares de Sierra del Carche, Sierra Espuña, Sierra de la Muela, Sierra de Villafuerte, Sierra del Gavilán y Revolcadores. En el otro extremo, situados fuera de Red Natura, estarían parte de los pinares de la zona de Calar de las Buitreras, al oeste del LIC de Sierra del Gavilán; al igual que los pinares que se extienden desde el este de la sierra de Moratalla hasta el sur de la sierra de Villafuerte.

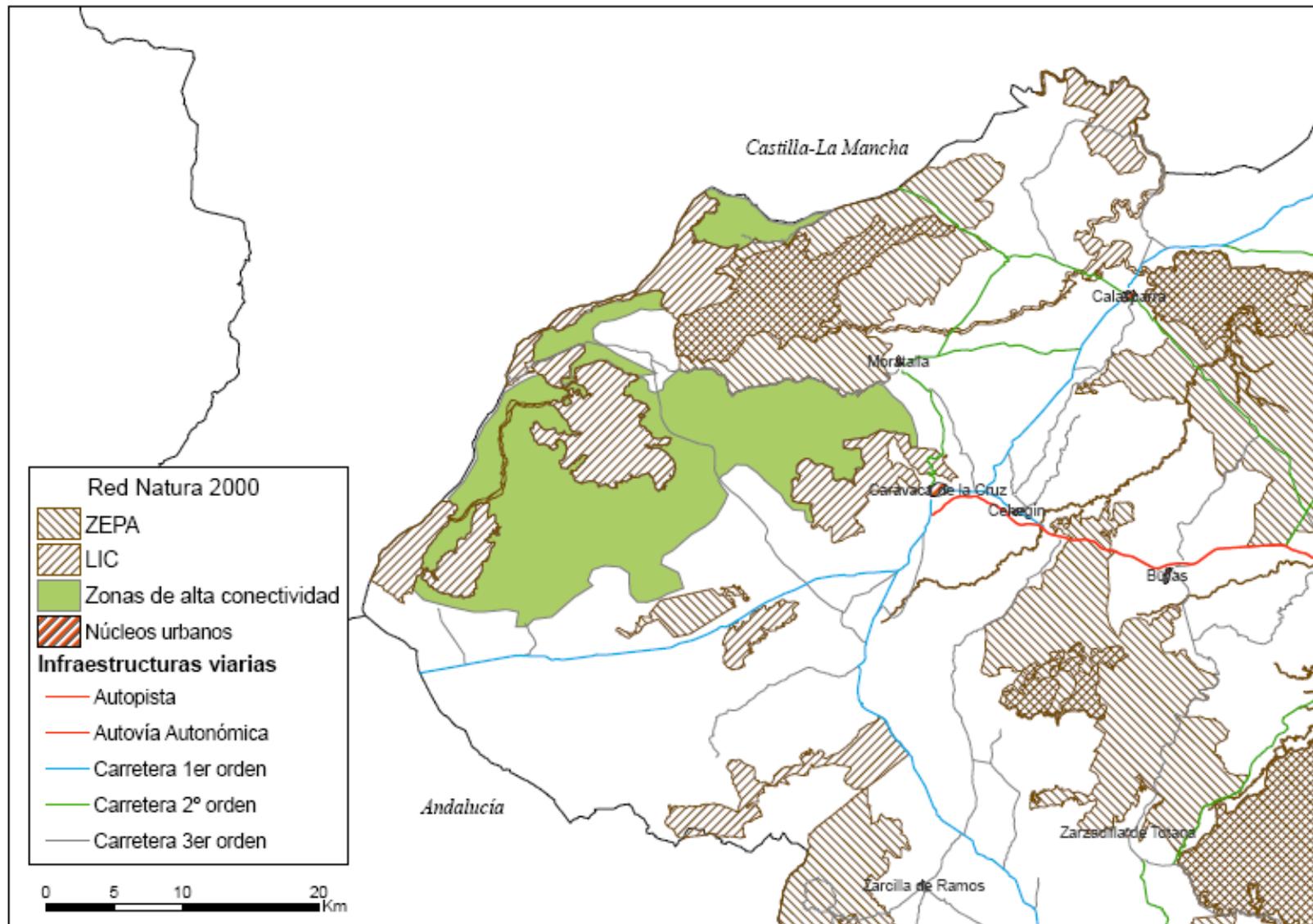
Las zonas de alta conectividad entre espacios de la Red Natura 2000 que contienen pinares de pino blanco se delimitan en un SIG vectorial (ArcMap, ver figura 8). Estas zonas ofrecen condiciones ambientales adecuadas para la expansión del hábitat de acuerdo con el modelo de conectividad utilizado en este estudio, y deberían ser tenidas en cuenta en el diseño y la ejecución de actuaciones orientadas a la conservación y restauración de este hábitat.

Estas zonas de alta conectividad para el pinar de pino blanco permiten conectar los siguientes espacios de la RedNatura 2000:

- ZEPA de Sierra de Moratalla con el LIC de Sierra del Gavilán
- LIC de Sierra del Gavilán con el LIC de Sierra de Villafuerte
- LIC Sierra de Villafuerte con LIC Revolcadores

En la figura 8 se representan las zonas de alta conectividad definidas entre espacios Natura 2000 para el pinar de pino blanco junto con y la red viaria y los núcleos urbanos que se encuentran dentro éstas. Se observa que gran parte de estos pinares, situados a altitudes cercanas y superiores a los 1.000 m, se encuentran fuera de zonas urbanas y alejados de las principales vías de comunicación, sobre todo en lo que respecta a los pinares de los picos de El Carche y sierra Espuña. En cuanto a la red viaria, sólo algunas carreteras de tercer orden, como las B-30 Mazuza-Benízar, MU-702 y MU-703 atraviesa estas zonas de alta conectividad.

Figura 8. Zonas de alta conectividad para el pinar de pino blanco entre espacios Natura 2000 que contienen esta asociación vegetal



856132 - *Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae* (sabinares)

Análisis de conectividad para la asociación vegetal *Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae* Rivas-Martínez & Alcaraz – 856132 (*sabinar*)

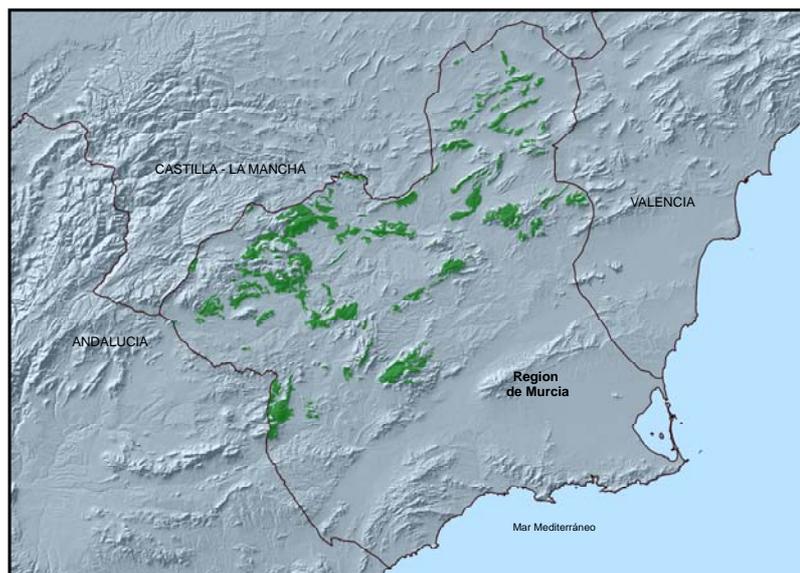
1. Distribución de la asociación en la Región de Murcia

La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución de la asociación vegetal *Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae* Rivas-Martínez & Alcaraz (*sabinar* en adelante) ha sido extraída del Inventario de Hábitats de la Región de Murcia (figura 1).

El Manual de Interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) describe esta asociación como formaciones generalmente abiertas de sabina mora (*Juniperus phoenicea* subsp. *phoenicea*), que dejan amplios claros colonizados por matorrales y/o pastizales xerófilos. Junto a la sabina se pueden presentar con cobertura variada algunos otros arbustos (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus lycioides* subsp. *lycioides*, etc.), y es muy frecuente la presencia de pinos carrascos (*Pinus halepensis*) dispersos, en lo que parece ser una de sus posiciones ecológicas naturales más evidentes. En zonas semiáridas es muy típica la extensión del esparto (*Stipa tenacissima*) cubriendo amplias superficies allí donde la pendiente es más suave o las fracturas de la roca permiten la acumulación de más cantidad de suelo. Con pendientes más abruptas la sabina aparece en mosaico con tomillares subrupícolas (*Anthyllis onobrychioides*, *Fumana ericifolia*, *Hypericum ericoides*, *Satureja obovata* s.l., etc.) o incluso con matorrales claramente rupícolas.

Se trata de una asociación muy extendida en la Región de Murcia dentro del ámbito mesomediterráneo, lo que se traduce en rasgos generales en una distribución básicamente septentrional, teniendo como límites meridionales las sierras del Pericay y sierra Espuña. En algunas zonas mesomediterráneas inferiores, estos sabinares pueden ser desplazados por algaidonales (*Asparago-Genistetum retamoidis*), como sucede en el territorio murciano-septentrional. En la sierra de La Pila el sabinar es muy común en la mitad occidental y apenas aparece en los roquedos de la parte oriental del macizo.

Figura 1. Distribución del sabinar en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial del sabinar

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa la probabilidad de presencia de esta asociación en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m).

Como puede observarse en la figura 2, las zonas más aptas del territorio para esta comunidad vegetal se encuentran en el noroeste de la región (sierras de Villafuente, los Álamos, el Gavilán, el Buitre, etc.) así como en las principales sierras del altiplano (sierras del Molar, el Buey, sierra los Gavilanes, el Carche, la Pila, etc.). Por último cabe destacar también altos valores de idoneidad en otras zonas más meridionales, tales como las sierras de Ricote, Pericay y Espuña.

Figura 2. Mapa de idoneidad del territorio para el sabinar en la Región de Murcia

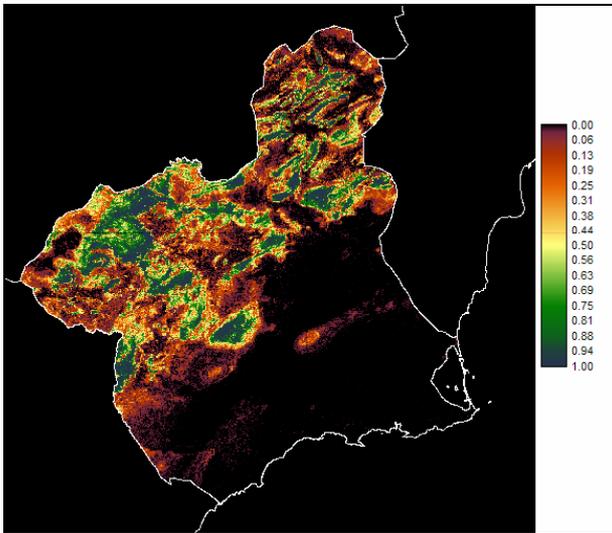
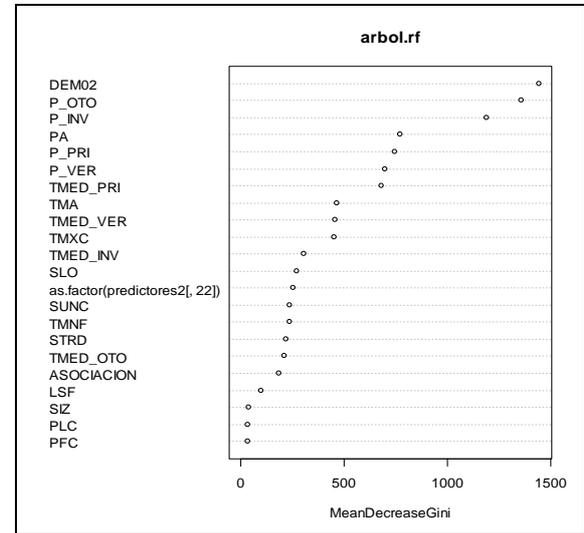


Figura 3. Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



El algoritmo Random Forest permite además estimar el grado de importancia de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial del sabinar¹. En la figura 3 se presentan estas variables en orden decreciente de importancia. Se puede observar que para este hábitat el factor que más influye en su distribución en la Región de Murcia es la altitud (DEM02), siendo también importante la precipitación de otoño (P_OTO) y la precipitación de invierno (P_INV). Este resultado concuerda con lo ya comentado en el anterior apartado, ya que el sabinar se encuentra principalmente en laderas rocosas calizas y/o dolomíticas, con suelo confinado a fisuras y bolsones de tierra del área mesomediterránea murciana.

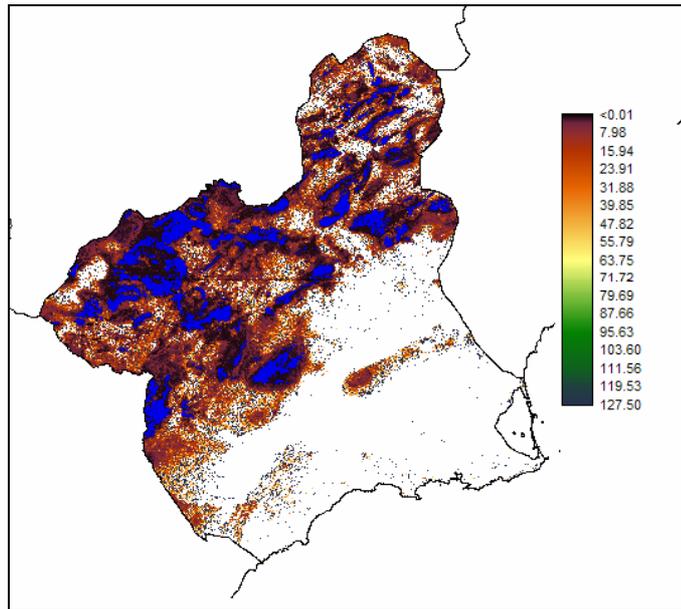
¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

3. Análisis de conectividad

3.1. Mapa de fricción

El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad (1/idoneidad) en cada punto del territorio de la Región. En la figura 4 se observa que las zonas que se consideran barreras a la expansión de esta comunidad, representadas en blanco, corresponden principalmente con la vega baja del Segura, valle del Guadalentín, Campo de Cartagena y toda la costa.

Figura 4. Mapa de fricción del territorio para el sabinar en la Región de Murcia



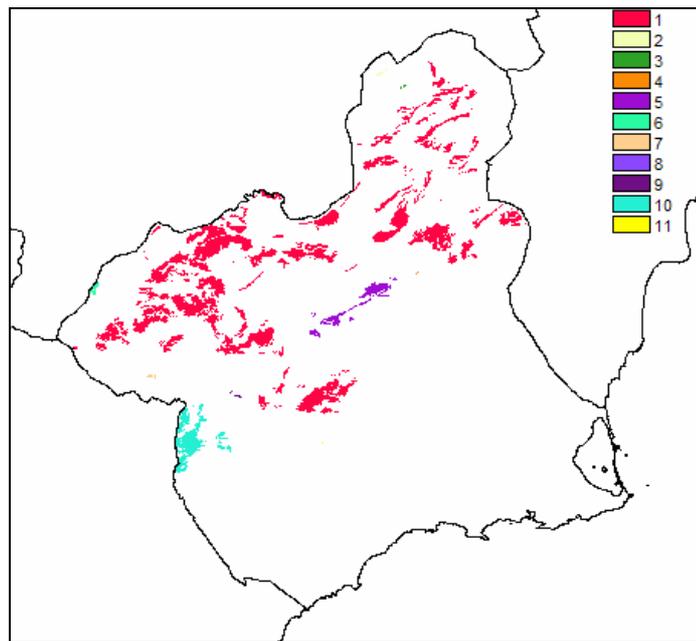
*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de la asociación vegetal analizada pertenecen a núcleos de distribución distintos. En este caso se ha establecido en 2.000 m dicha distancia umbral.

De esta forma, se han obtenido 11 núcleos principales de distribución para esta asociación vegetal (ver figura 5). Destaca un gran núcleo (número 1) que se extiende por la comarca del Altiplano, el noroeste de la región y llega hasta sierra Espuña, y otros dos núcleos de tamaño intermedio que ocupan la sierra de Ricote-Mula (número 5) y las sierras del Gigante y del Pericay (número 10). El resto de los núcleos, de menor tamaño, se sitúan en los alrededores de éstos de mayor tamaño.

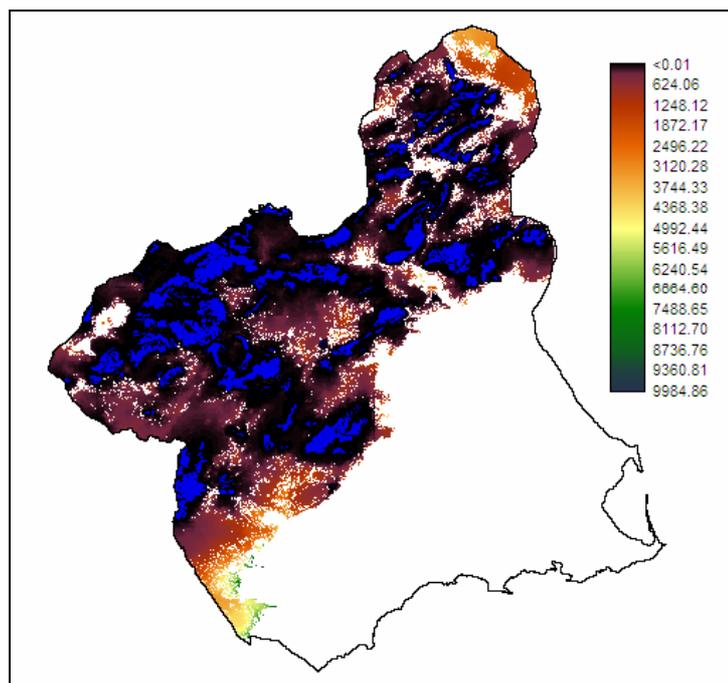
Figura 5. Núcleos de distribución para el sabinar



3.3. Superficie de costes

La siguiente fase en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la etapa anterior. Esta superficie representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha asociación (ver figura 6).

Figura 6. Mapa de de costes para el sabinar



*La distribución de la asociación se representa en color azul.
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras a la expansión del hábitat (valor = -1)*

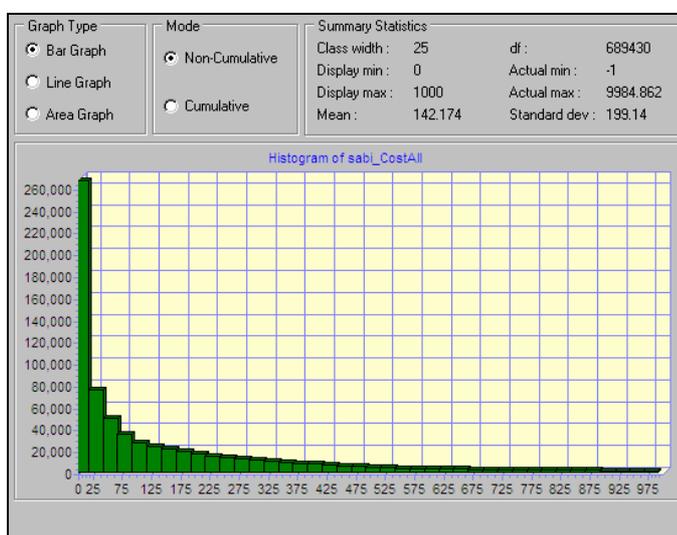
Los valores de coste en este caso varían entre 0 (zonas de presencia del hábitat analizado) y 10.494. ALCOR identifica además las barreras a la expansión del hábitat, a las que asigna el valor -1, que para el sabinar suponen el 73,32% de la superficie de la región.

Tabla 1. Valores estadísticos de la superficie de costes

Asociación vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Sabinar</i>	0	10.493,63	311,31	59,17	651,89	2,09	73,32

Cabe destacar que más del 87 % de los valores de coste están comprendidos entre 0 y 450. En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores comprendidos entre 0 y 1.000.

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para el sabinar



4. Zonas de Alta Conectividad y Red Natura 2000

En la siguiente etapa del análisis, se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan la máxima conectividad entre los diferentes núcleos. Para ello, se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso este umbral máximo se ha establecido en 235, dentro del cual están representados más del 83 % de los valores de coste para esta asociación vegetal.

En la figura incluida al final de este capítulo se representan las zonas de alta conectividad y los espacios de la red Natura 2000, así como la distribución del sabinar en la Región de Murcia. Como se puede observar, se mantiene la conexión entre una gran parte de los núcleos de distribución de esta asociación vegetal en este rango de costes.

Según el Inventario de Hábitats de la Región de Murcia, el sabinar ocupa un total de 810,94 Km², de los que 474,06 Km² (58,45 %) se encuentran dentro de espacios de la Red Natura

2000 (LIC y/o ZEPA). En esta situación se encuentran, por ejemplo, los sabinares ubicados en Sierra de la Pila, Sierra Espuña, Sierras del Pericay y el Gigante y Sierras de Moratalla.

En el otro extremo, situados fuera de la Red Natura, estarían los sabinares de las sierras Cabeza del Asno, del Molar, Santa Ana y Larga, todos ellos en el altiplano, así como los de la sierra de Gadea y el cerro de las Cañas en el noroeste de la región.

Las zonas de alta conectividad así delimitadas, permiten la conexión entre los siguientes espacios de la Red Natura 2000 en los que hay presencia del hábitat:

- Sierra del Buey con Sierras y Vegas Altas del Segura, mediante una amplia zona formada por las sierras del Puerto, Cabeza del Asno, el Picacho, el Molar, las Cabras, las Fuentes, la Cingla y la zona del Caserío de los Charquillos.
- Sierras y Vegas Altas del Segura (varios espacios entre sí) mediante la zona al norte de Calasparra y la Hoya de la Tercia.
- Sierras y Vegas altas del Segura con Sierra de la Muela-Moratalla mediante la sierra del Búho, La Serratica, sierra del Algaidón y sierra de las Herrerías así como mediante el entorno del Embalse de Moratalla y el Collado de la Silla.
- Sierra de la Muela-Moratalla con Sierra del Gavilán mediante la sierra del Buitre y Calar de las Buitreras, rambla de las Buitreras y rambla de los Calderones, así como los alrededores de Benamor.
- Cuerda de la Serrata con Sierra del Gavilán, abarcando una amplia zona comprendida por la sierra de Mojantes así como Puntal del Cerrico, Cerro de las Cañas, Rambla de las Higueras, Cerro de la Fuente y Calar de las Buitreras.
- Sierra del Gavilán con las Sierras de Burete Lavia y Cambrón mediante sierra de las Cabras, sierra de Quipar y parte de la Acequia del Sangrador.
- Sierras de Burete, Lavia y Cambrón con Sierras del Gigante, Pericay y Torrecilla, mediante la sierra del Madroño, cerro de la Paca, Cabezo Redondo y cerro del Sordo.
- Sierras de Burete, Lavia y Cambrón con Sierra Espuña mediante la rambla de Malvariche.
- Sierra del Molino con Sierra de Ricote-la Navela mediante Cejo Cortado y Vega del Río Mula.

Las zonas de alta conectividad entre espacios de la Red Natura 2000 que contienen sabinares se delimitan en un SIG vectorial (ArcMap, ver figura 8). Estas zonas ofrecen condiciones ambientales adecuadas para la expansión del hábitat de acuerdo con el modelo de conectividad utilizado en este estudio, y deberían ser tenidas en cuenta en el diseño y la ejecución de actuaciones orientadas a la conservación y restauración de este hábitat.

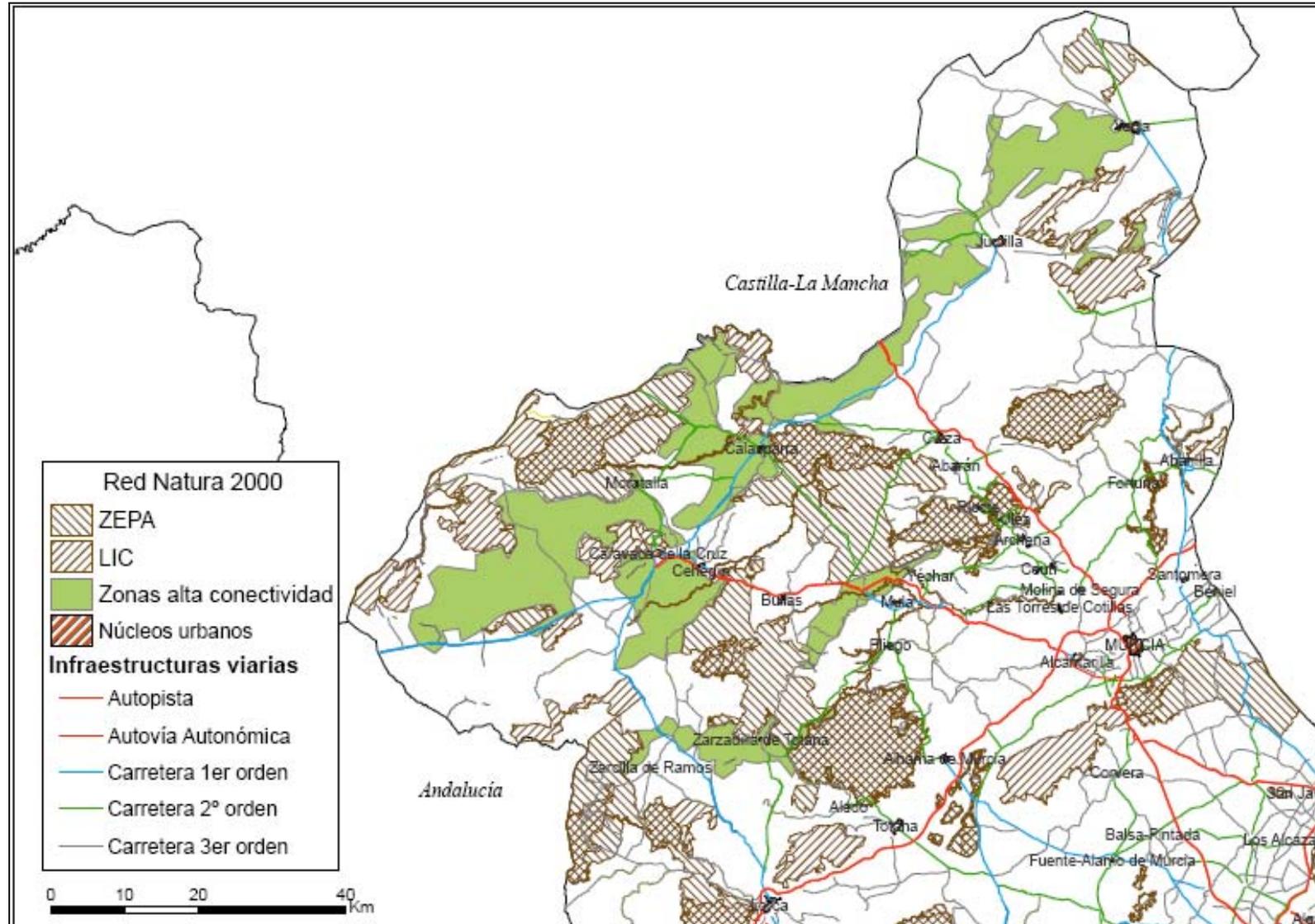
Esta misma figura presenta también una superposición de las zonas de alta conectividad y la red de infraestructuras viarias de la región, así como los núcleos de población. A continuación se describen las principales zonas de interés en cuanto a conectividad.

La primera de éstas se ubica en la comarca centro de la región, y conectaría la sierra y valle de Ricote-La Navela con las sierras de Lavia y Burete, lo que originaría un gran corredor que uniría la comarca centro-oeste con la del río Segura. Observando el mapa de infraestructuras, se aprecia que existen dos carreteras que atraviesan dicha zona. La más importante es la autovía C-415 que une Murcia con Caravaca, la cuál atraviesa no sólo la zona de máxima conectividad sino que también divide en dos el núcleo de distribución número 5 (ver figura 5). La MU-503 afectaría principalmente a la conectividad con las sierras de Lavia y del Burete.

La segunda zona interesante en cuanto a conectividad se localiza en el valle del Guadalentín y uniría los sabinares de las sierras Espuña, Burete, Lavia y Cambrón con los de las sierras de la Torrecilla y el Gigante, estando esta zona únicamente atravesada por la N-3211 (Lorca-Caravaca).

Otra zona extensa de conectividad se encuentra en la comarca del Noroeste y abarcaría el área comprendida entre los espacios de la sierra de Villafuerte, sierra de Mojantes, sierra de Moratalla, sierra del Gavilán y sierra de Lavia. En esta ocasión no sólo existen vías de comunicación que la atraviesan (autovía C-415, N-330) sino también algunos núcleos urbanos de tamaño importante, tales como Caravaca de la Cruz y Cehegín. Por último, cabe destacar otra extensa zona de alta conectividad que comunica la comarca del Noroeste (sierras de Moratalla, sierras y Vega Alta del Segura) con la del Altiplano (sierra del Buey), apoyándose en otras sierras intermedias (sierras del Puerto, Cabeza del Asno, el Picacho, el Molar). En esta zona se encuentran infraestructuras como la autovía A-30 (Murcia-Hellín), la N-3314 (Jumilla-Caravaca), así como la cercanía de importantes núcleos urbanos como Jumilla y Calasparra.

Figura 8. Zonas de alta conectividad para el sabinar entre espacios Natura 2000 que contienen esta asociación vegetal



**857011 - *Arisaro simorrhini-Tetraclinidetum articulatae*
(bosques de Tetraclinis)**

Análisis de conectividad para la asociación vegetal *Arisaro simorrhini-Tetraclinidetum articulatae* Rivas-Martínez & Alcaraz – 857011 (*bosques de Tetraclinis*)

1. Descripción de la asociación en la Región de Murcia

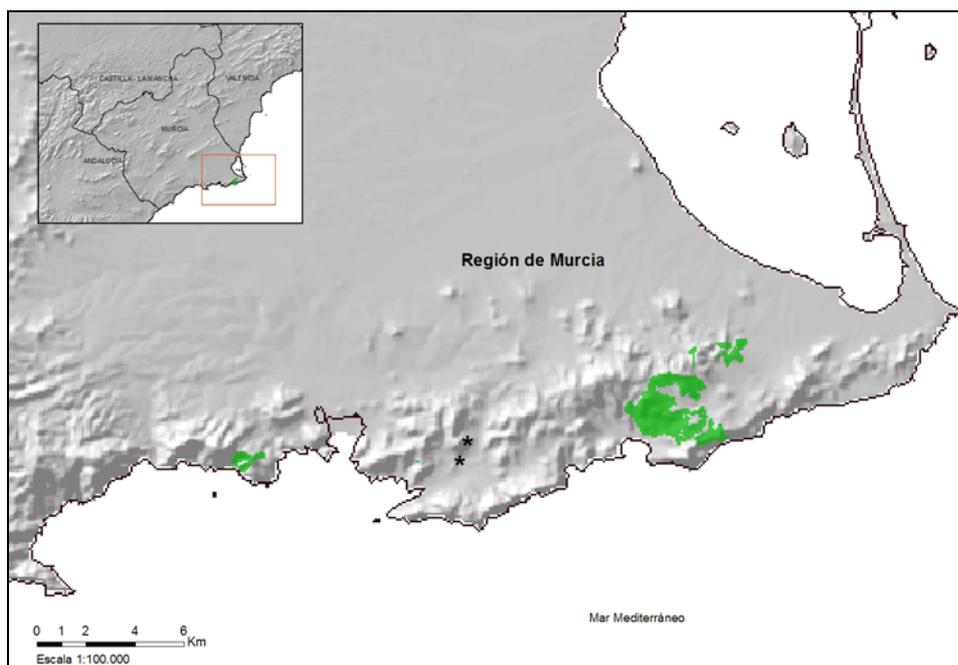
La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución de la asociación vegetal *Arisaro simorrhini-Tetraclinidetum articulatae* Rivas-Martínez & Alcaraz, denominada *bosques de Tetraclinis* en adelante, ha sido extraída del Inventario de hábitats de la Región de Murcia (ver figura 1)

El Manual de Interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) describe esta asociación como bosques abiertos de *Tetraclinis articulata* y *Pinus halepensis*, en cuyos claros se asienta un mosaico de especies herbáceas y leñosas. Entre las herbáceas destacan el esparto (*Stipa tenacissima*), *Stipa offneri*, *Aristida coerulescens* y el cerrillo (*Hyparrhenia sinaica*); mientras que entre las plantas leñosas son comunes *Satureja obovata* subsp. *canescens*, *Lithodora fruticosa*, *Periploca angustifolia*, *Rhamnus oleoides* subsp. *angustifolia*, *Chamaerops humilis*, etc.

Según el citado manual, este tipo de vegetación se presenta en el piso termomediterráneo inferior semiárido, en laderas de pendiente media a moderada orientadas al sur y al este, de carácter rocoso, sobre rocas ricas en bases, si bien se han observado algunos ejemplares sobre cuarcitas. En las zonas de umbría el desarrollo de la especie directriz se ve muy limitado por la competencia con el pino carrasco (*Pinus halepensis*) y la dificultad de sus ligeras semillas para alcanzar el suelo cubierto por un tapiz de *Brachypodium retusum*.

Esta asociación vegetal, propia de territorios con ombroclima árido o semiárido y de distribución principalmente magrebí, alcanza el continente europeo en la parte oriental de la sierra de Cartagena, desde La Jordana hasta Cabezo Roldán.

Figura 1. Distribución de los bosques de *Tetraclinis* en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial de los bosques de *Tetraclinis*

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa la probabilidad de presencia de esta asociación en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m).

Los valores más altos de idoneidad para esta asociación se observan en el entorno de Cartagena, en una franja que bordea la costa desde Cabo de Palos hasta algunos kilómetros al oeste del Portús, donde destacan sobretodo las zonas comprendidas entre Llano del Beal, Atamaría y Portman, y la del cerro del Roldán (Figura 2). Se observa también una franja con valores de idoneidad intermedios desde Cabo Tiñoso hasta Cabo Cope, siempre bordeando el litoral.

Figura 2. Mapa de idoneidad del territorio para los bosques de Tetraclinis en la Región de Murcia

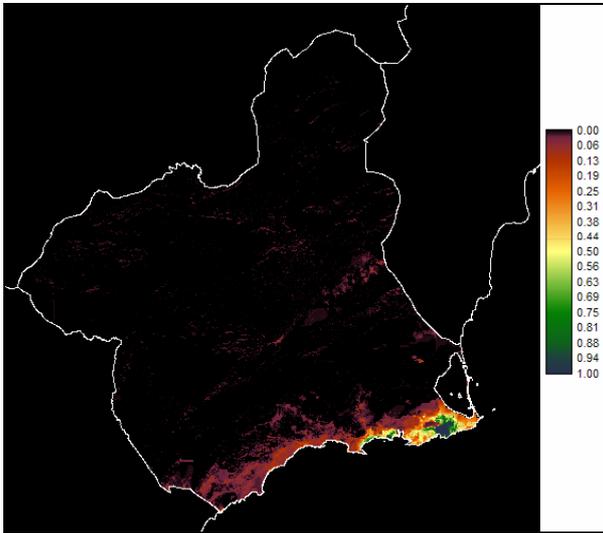
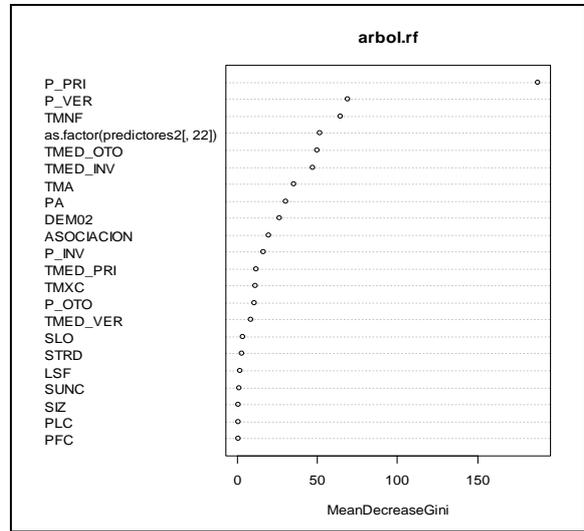


Figura 3. Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



En la figura 3 se observa el grado de importancia, en orden decreciente, de las variables utilizadas para modelizar la distribución potencial de esta comunidad vegetal¹. Los factores que más influyen en su distribución corresponden así a la precipitación de primavera (P_PRI), la precipitación de verano (P_VER) y la temperatura mínima media del mes más frío (TMNF).

3. Análisis de conectividad

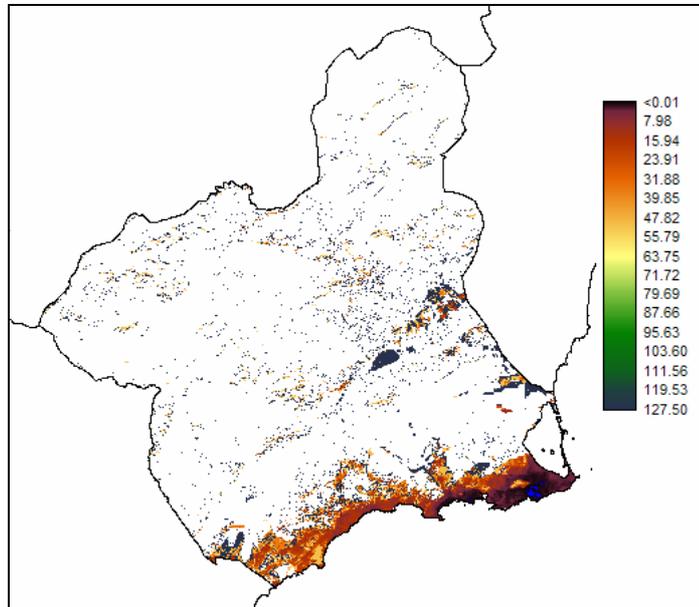
3.1. Mapa de fricción

El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad (1/idoneidad) en cada punto del territorio de la región (ver figura 4). Los puntos en los que los valores de idoneidad son iguales a cero se representan como barreras a la expansión del hábitat, a los que se asigna un valor igual a -1. Las zonas que presentan valores de fricción más altos

¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

corresponden a la mayor parte del territorio regional excepto la franja costera, desde la Manga del Mar Menor hasta Águilas, donde los valores de fricción son más reducidos.

Figura 4. Mapa de fricción del territorio para los bosques de *Tetraclinis* en la Región de Murcia

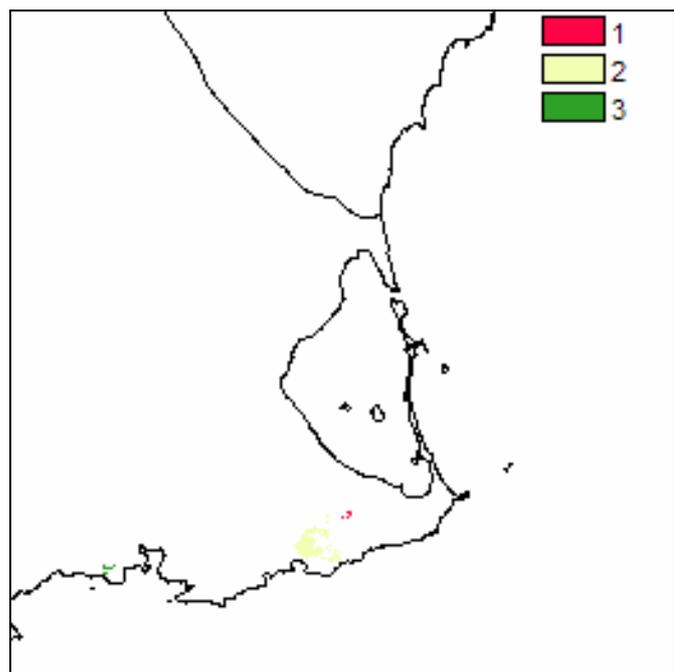


*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de la asociación vegetal analizada pertenecen a núcleos de distribución distintos. En este caso se ha establecido en 300 m dicha distancia umbral. De esta forma, se han obtenido 3 núcleos Principales de distribución para esta asociación vegetal (ver figura 5). El núcleo número 1 se encuentra al pie del cerro de Roldán, a unos 3,8 Km al suroeste de Cartagena. El núcleo 2, más extenso, comprende un área desde el sur de Llano del Beal, el este de Portmán hasta el entorno de Atamaría. Por último, el núcleo 3 se sitúa a unos 2,6 Km al este del Llano del Beal.

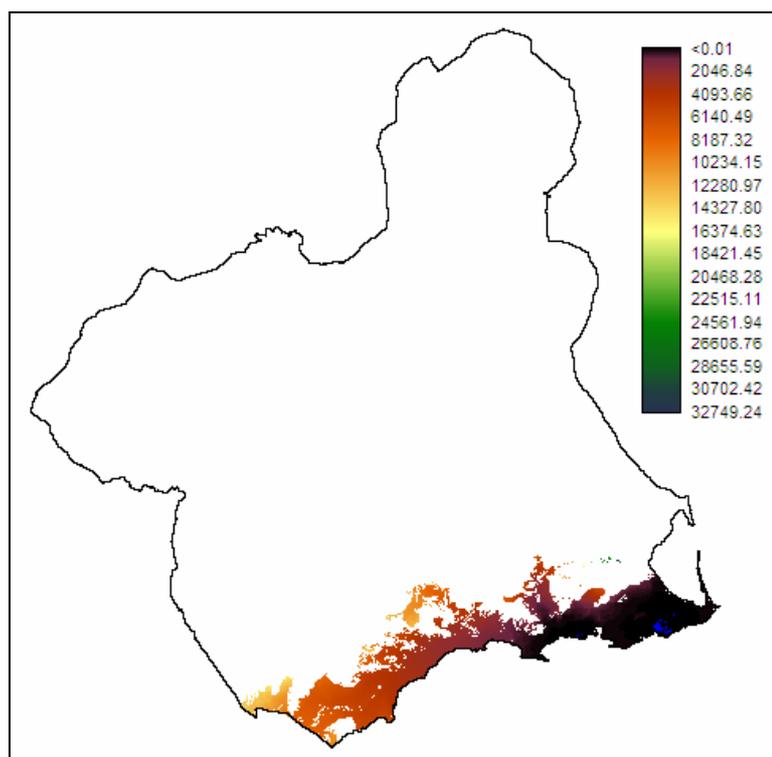
Figura 5. Principales núcleos de bosques de *Tetraclinis*



3.3. Superficie de costes

La siguiente fase en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la etapa anterior. Esta superficie representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la asociación vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha asociación (ver figura 6).

Figura 6. Mapa de de costes para los bosques de *Tetraclinis*



*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

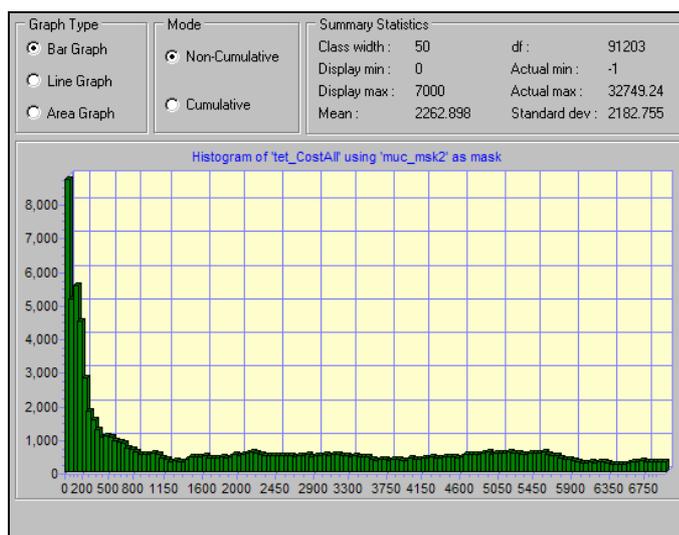
Los valores de coste en este caso varían entre 0 (zonas de presencia del hábitat analizado) y 32.749,24 y suponen una superficie que equivale al 7,86 % del territorio de la región. El territorio que representa una barrera para la expansión del hábitat corresponde al 92,14 % de la superficie regional.

Tabla 1. Datos estadísticos de la superficie de costes

Asociación vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Tetraclinis</i>	0	32.749,24	3.560,51	2.613,90	3,68	1,03	92,14

Cabe destacar también que más del 80 % (80,12 %) de los costes están comprendidos entre los valores 0 y 6.400, y más del 90 % se sitúa por debajo de 9.000 de valor de coste. En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores de coste del territorio comprendidos entre 0 y 7.000.

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para los bosques de *Tetraclinis*



4. Zonas de alta conectividad y Red Natura 2000

En la siguiente etapa del análisis, se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan la máxima conectividad entre las distintas manchas de distribución de la asociación. Para ello, se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso el umbral máximo de valor de coste se ha establecido en 513, dentro del cual están representados más del 30 % de los valores de coste.

En la figura incluida al final de este capítulo se representan las zonas de alta conectividad y los espacios de la red Natura 2000, así como la distribución de los bosques de *Tetraclinis articulata*. Como puede observarse, se mantiene la conexión entre los fragmentos de distribución más extensos, en el entorno de Llano del Beal. Sin embargo, en este rango de costes los ejemplares que se encuentran al suroeste de Cartagena permanecerían desconectados de los demás.

Según datos del Inventario de hábitats de la Región de Murcia, la asociación vegetal *Arisaro simorrhini-Tetraclinidetum articulatae* ocupa un total de 5,33 Km², la totalidad de los cuales se encontraría dentro de los LIC Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila (ES6200001); Espacios abiertos e islas del Mar Menor (ES6200006) y Cabezo de Roldán (ES6200024) de la red Natura 2000

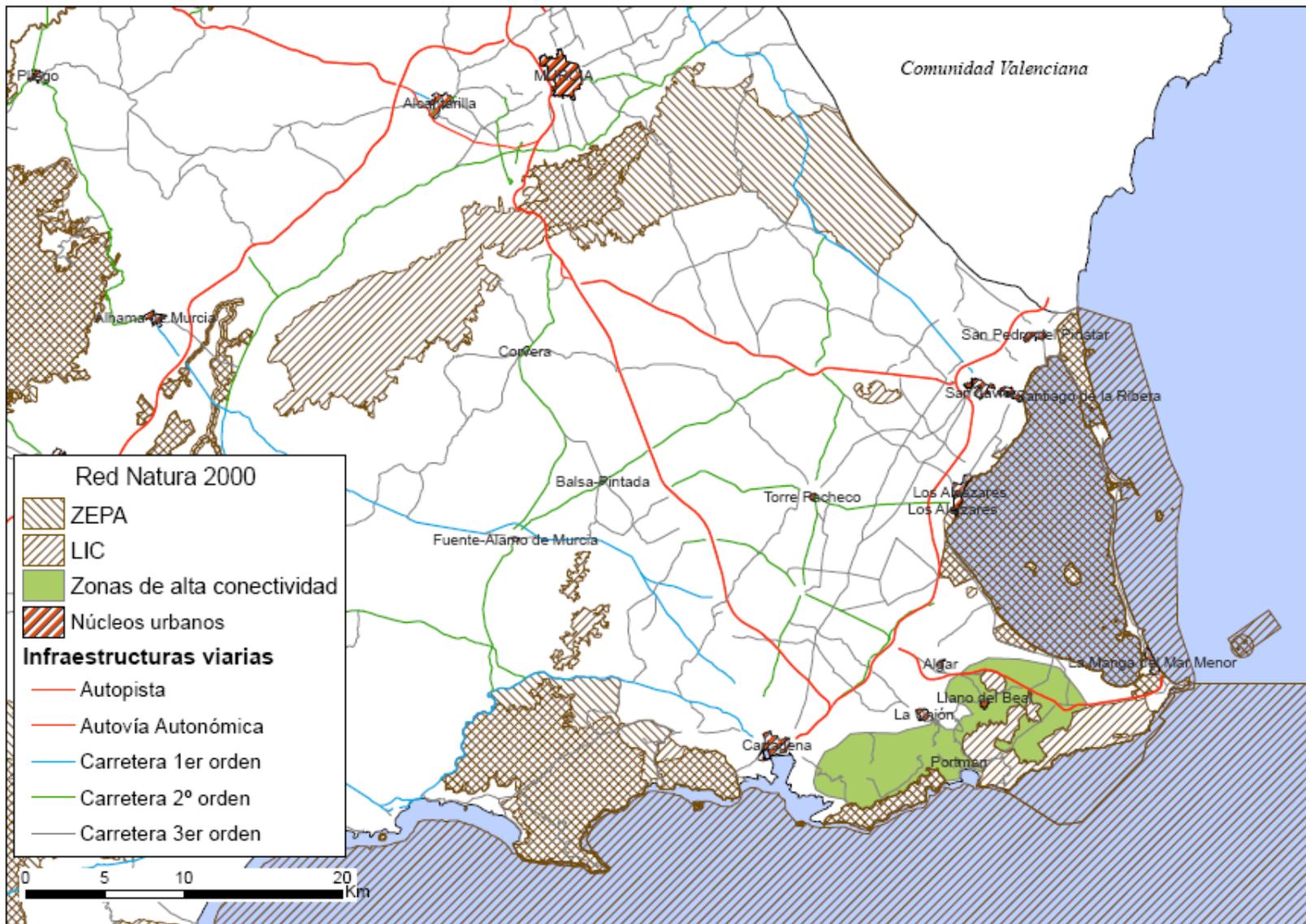
Las zonas de alta conectividad entre espacios de la Red Natura 2000 que contienen la asociación vegetal considerada (*bosques de Tetraclinis*) han sido delimitadas en un SIG vectorial (ArcMap, ver figura 8). Estas zonas ofrecen condiciones ambientales adecuadas para la expansión del hábitat de acuerdo con el modelo de conectividad utilizado en este estudio, y deberían ser tenidas en cuenta en el diseño y la ejecución de actuaciones orientadas a la conservación y restauración de este hábitat.

De esta forma, se ha identificado una franja de conectividad para esta asociación vegetal, que conectaría los LIC Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila (ES6200001) y Espacios abiertos e islas del Mar Menor (ES6200006), ya que los ejemplares de la asociación

que se encuentran en el LIC Cabezo de Roldán no sólo se hallan a una distancia considerable de los ejemplares de Calblanque, sino que entre ambos se encuentra la ciudad de Cartagena, la cual representa una barrera importante para la expansión de este hábitat. En efecto, la zona de alta conectividad para esta asociación está separada en dos por el núcleo urbano de Cartagena (208.609 habitantes).

En cuanto a las infraestructuras viarias existentes en esta zona, destaca la carretera MU-312 y otras vías secundarias; en cuanto a los núcleos urbanos, se encuentran los de Llano del Beal y Portmán. Por último, cabe señalar la existencia de dos campos de golf a menos de 500 m de la zona de alta conectividad identificada para esta asociación.

Figura 8. Zonas de alta conectividad para los bosques de *Tetraclinis* entre espacios Natura 2000 que contienen esta asociación vegetal



954001 - Pinares de *Pinus halepensis*

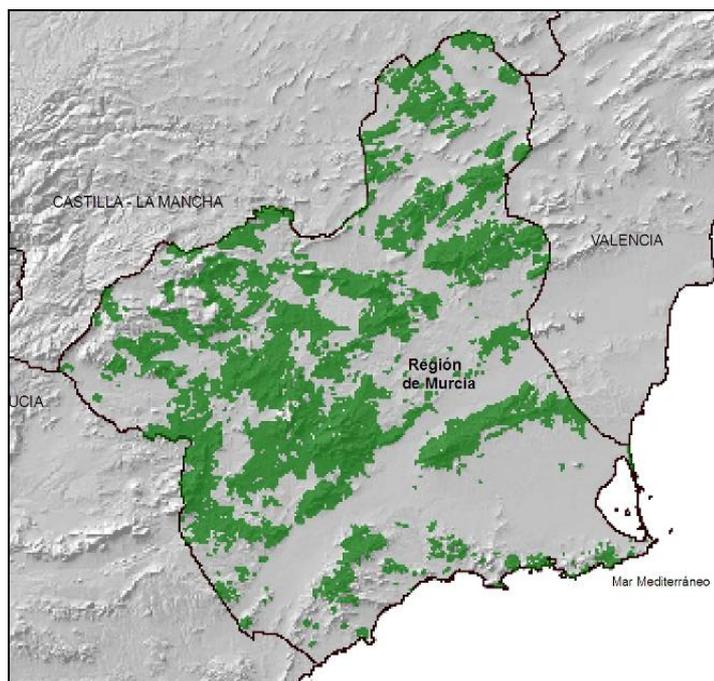
1. Distribución de la comunidad en la Región de Murcia

La base cartográfica utilizada para modelizar la distribución de la comunidad vegetal *Pinares de Pinus halepensis* ha sido extraída del Tercer Inventario Forestal Nacional (ver figura 1). Esta comunidad se incluye dentro del hábitat de interés comunitario “Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos” (código 9540).

El Manual de interpretación de los hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia (Alcaraz, inédito) describe esta comunidad como masas forestales mediterráneas y termoatlánticas de pinos termófilos que parecen en su mayoría como sustitución de estadios preclimácicos de bosques de la clase *Quercetea ilicis* (encinares, alcornocales y bosques mixtos). Muchos de los pinares que se presentan en la Región de Murcia corresponden a tipos de hábitats que incluyen un estrato arbóreo más o menos continuo de pinos, por lo que se han encuadrado dentro de otras unidades de las recogidas en la Directiva de Hábitats. Los pinares más puros, con un sotobosque bastante pobre, corresponden a repoblaciones. Se trata de formaciones en las que se presentan pinos carrascos (*Pinus halepensis*), pinos rodenos (*Pinus pinaster*), pinos piñoneros (*Pinus pinea*) y pinos negros en sentido amplio (*Pinus nigra*, varias subespecies).

Según la Estrategia Forestal de la Región de Murcia (CARM, 2003), la vegetación potencial de piedemonte y fondos de valles del centro de la región sería sabina albar y pino carrasco. Sin embargo, la distribución actual de este hábitat tiene poco que ver con la anteriormente descrita, sin duda debido a la influencia humana ejercida sobre los montes de la Región. En el caso del pinar, se puede considerar que éste ha sido beneficiado debido a su utilización en muchas de las repoblaciones efectuadas en la Región así como a su fuerte regeneración y capacidad colonizadora. Así, actualmente la distribución del pinar en la Región abarca prácticamente la totalidad de la misma, desde el interior hasta las áreas más costeras, faltando únicamente en el valle del Guadalentín, campo de Cartagena, vegas del Segura y las zonas más elevadas del Noroeste.

Figura 1: Distribución de los pinares de *Pinus halepensis* en la Región de Murcia



2. Modelización de la distribución potencial del pinar

El mapa de idoneidad obtenido mediante el algoritmo de Random Forest (Breiman, 2001) representa la probabilidad de presencia de esta comunidad en cada punto del territorio analizado (90 x 90 m).

Los valores de idoneidad más altos se encuentran en diversas zonas repartidas por toda la región, destacando sobre todo las sierra de El Carche y La Pila en la comarca del Altiplano, las sierras del Buitre y el Gavilán en el Noroeste, el valle de Ricote en el centro, sierra Espuña, las sierras de la Tercia, Almenara y el Pericay en el Guadalentín, Carrascoy y El Valle en la zona de río Segura-Huerta Murciana y por último, las sierras de la Fausilla, Pelayo y la Muela en el campo de Cartagena (ver figura 2).

Figura 2. Mapa de idoneidad del territorio para el pinar en la Región de Murcia

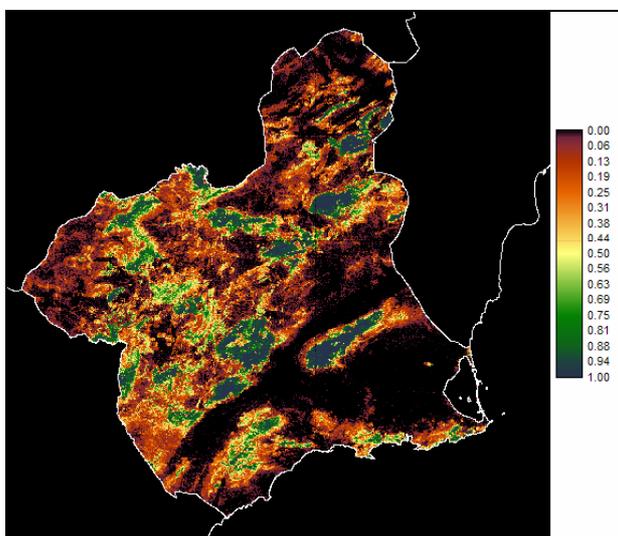
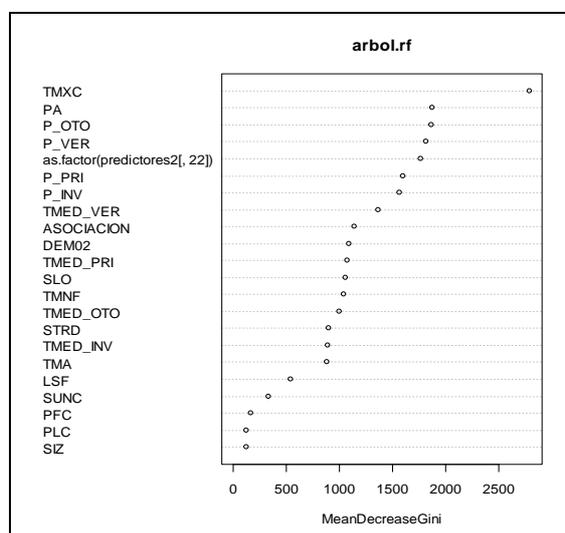


Figura 3. Importancia de las variables utilizadas en la generación del mapa de idoneidad



Comparando los mapas relativos a la distribución del pinar de pino carrasco con el de idoneidad de este hábitat, se podría asegurar que prácticamente todas las zonas más idóneas en la actualidad cuentan con presencia de pinar, siendo excepciones a esta afirmación únicamente escasas zonas tales como Cañaverosa, sierra del Puerto y sierra de Cabeza del Asno donde se obtiene una alta idoneidad y en las que no hay distribución actual del hábitat.

Las variables que tienen mayor importancia en la distribución del pinar de pino carrasco se pueden observar en la figura 3¹. Se puede observar que en este hábitat influyen principalmente algunas variables climáticas, destacando la temperatura máxima media del mes más cálido (TMXC), seguida de la precipitación anual (PA) y la precipitación de otoño (P_OTO).

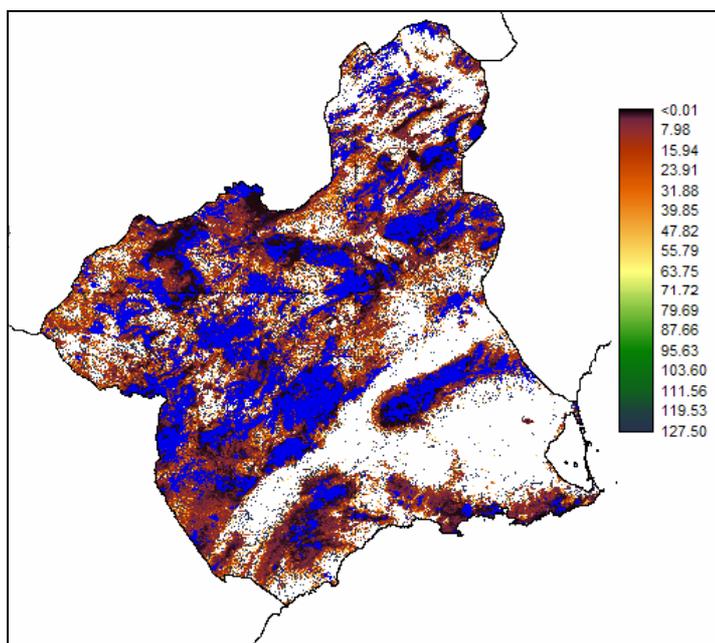
¹ Un listado de todas las variables utilizadas en la modelización de las comunidades vegetales consideradas en este trabajo se ha incluido en la introducción de este documento (ver tabla 2).

3. Análisis de conectividad

3.1. Mapa de fricción

El mapa de fricción se obtiene a partir de los valores inversos de la idoneidad ($1/\text{idoneidad}$) en cada punto del territorio de la región (ver figura 4). Los puntos en los que los valores de idoneidad son iguales a cero se representan como barreras, a los que se asigna un valor igual a -1. Las zonas que presentan valores de fricción más altos para esta comunidad corresponden principalmente a zonas ubicadas en el altiplano, parte de la vega del Segura, Huerta de Murcia, valle del Guadalentín y campo de Cartagena.

Figura 4. Mapa de fricción del territorio para el pinar en la Región de Murcia

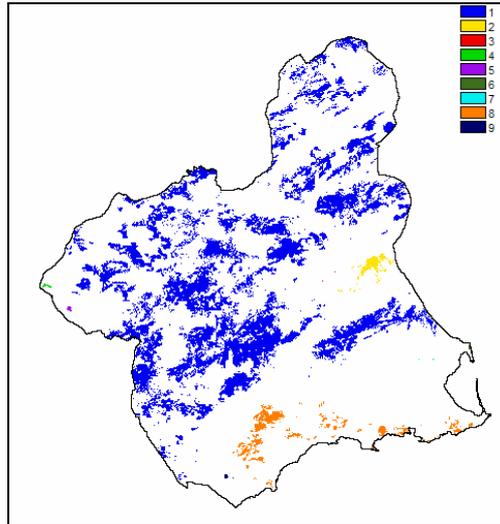


*La distribución de la asociación se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)*

3.2. Identificación de los principales núcleos de hábitat

Para analizar la conectividad, ALCOR requiere definir una distancia umbral a partir de la cual se considera que dos fragmentos de la comunidad vegetal analizada pertenecen a núcleos de distribución distintos. En este caso se ha establecido en 2.200 m dicha distancia umbral. De esta forma, se han obtenido 9 núcleos principales para esta comunidad vegetal (ver figura 5). Destaca un gran núcleo (número 1) que se extiende prácticamente por todo el interior de la Región y tras éste, en importancia por tamaño, se encuentran el núcleo 8, que se extiende por parte de la costa, y el núcleo 2, ubicado en los alrededores de Santomera. El resto corresponde a núcleos de pequeño tamaño, dos de ellos en el noroeste, en torno a la rambla de Puerto Alto (número 4) y los Caleros (número 5); otros dos núcleos menores se localizan en el campo de Cartagena, próximos a las salinas de San Pedro del Pinatar (núcleo 6) y Cabezo Gordo (núcleo 7). Por último, se encuentran dos núcleos dispersos, uno junto a la frontera de Almería, en los alrededores de Águilas (Cabezo de la Merced, núcleo 9) y otro formado por pequeñas manchas cercano a la localidad de Torres de Cotillas (núcleo 3).

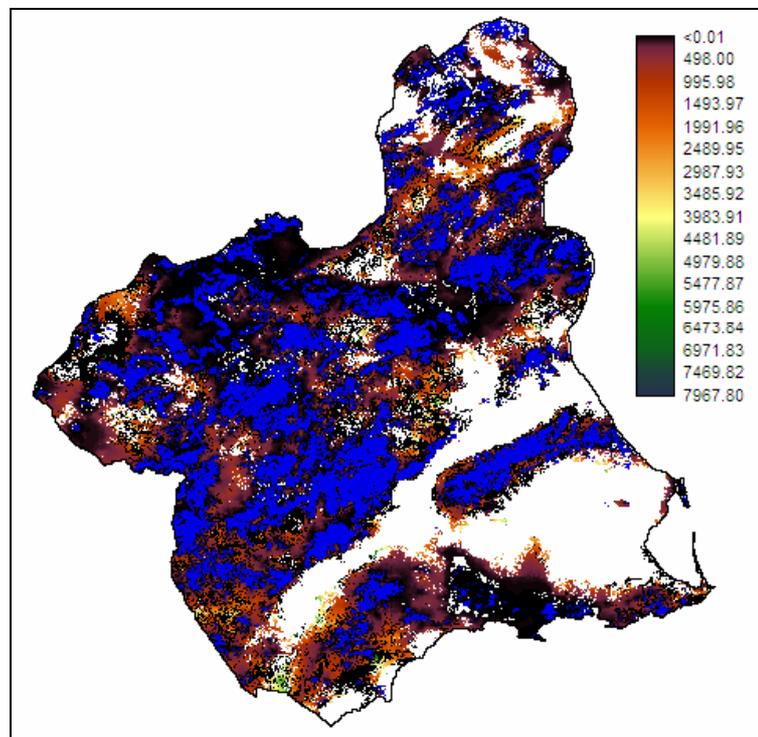
Figura 5. Principales núcleos de pinar de *Pinus halepensis*



3.3. Superficie de costes

La siguiente fase en el análisis de conectividad mediante ALCOR consiste en la generación de la superficie de costes a partir del mapa de fricción obtenido en la etapa anterior. Esta superficie representa el coste acumulado entre las distintas manchas de distribución de la comunidad vegetal considerada, es decir la facilidad o dificultad que ofrece el territorio a la expansión de dicha comunidad (ver figura 6).

Figura 6. Mapa de de costes para el pinar de *Pinus halepensis*



La distribución de esta comunidad vegetal se representa en color azul
La superficie representada en color blanco dentro del territorio de Murcia
corresponde a zonas consideradas como barreras (valor = -1)

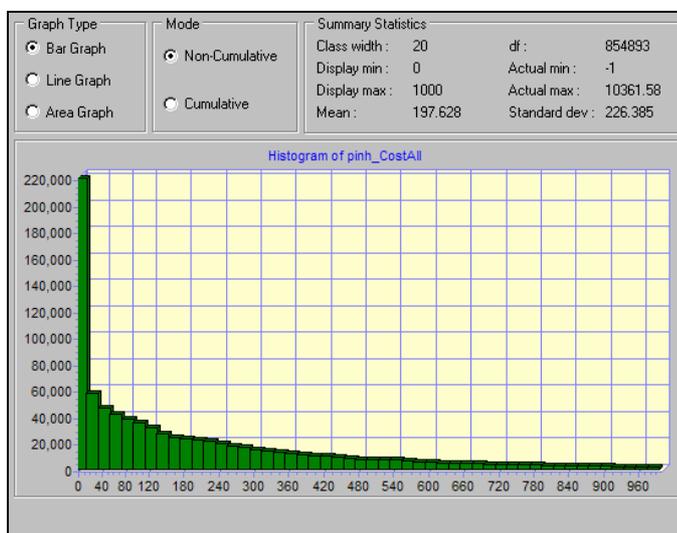
Los valores de coste en este caso varían entre 0 (zonas de presencia del hábitat analizado) y 7.967,80 y se encuentran distribuidos en una superficie que representa el 63,5% del territorio murciano, correspondiendo el territorio restante (36,5 %) a zonas consideradas como barreras para la expansión de esta comunidad.

Tabla 1. Valores estadísticos de la superficie de costes

Comunidad vegetal	Coste mínimo	Coste máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Territorio barrera (%)
<i>Pinar de Pinus halepensis</i>	0	7.967,80	274,07	34,39	594,71	2,17	36,5

Cabe destacar que cerca del 80 % de todos los valores de coste están comprendidos entre 0 y 500. En la figura 7 se observa la distribución de frecuencias de los valores de coste comprendidos entre 0 y 1.000.

Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores de costes para el pinar de Pinus halepensis



4. Zonas de alta conectividad y Red Natura 2000

En la siguiente etapa del análisis, se procede a la identificación de superficies de coste más reducidas que permitan la máxima conectividad entre las distintas manchas de distribución de la comunidad. Para ello, se estima un umbral máximo de valores de coste, teniendo en cuenta la distribución de frecuencias y los valores estadísticos de la superficie de costes. En este caso, dicho umbral máximo se ha establecido en 600, de forma que las zonas de coste comprendidas entre 0 y 600 se consideran *zonas de alta conectividad*.

De acuerdo con el Inventario regional de hábitats, el pinar de *Pinus halepensis* ocupa un total de 2.194,42 Km², de los cuales 1.120,05 Km² (51%) se encuentran dentro de espacios de la Red Natura 2000 (LIC y/o ZEPA). En esta situación se encuentran, por ejemplo, los pinares ubicados en Carrascoy y el Valle, Sierra de la Tercia, Sierra Espuña, Burete y Lavia, Sierra del Gigante, Sierra de Almenara, Sierra de la Pila y Sierra del Carche, entre otros. En el otro extremo, situados fuera de Red Natura, estaría la gran extensión de pinares de los Montes de la Pinosa, sierra de Quípar, sierra del Gavilán, y los alrededores de Cieza, por citar algunos.

Teniendo en cuenta las zonas de alta conectividad definidas para esta comunidad vegetal entre los espacios de la Red Natura 2000 que cuentan con la presencia de pinares de *Pinus halepensis* (ver el mpa incluido al final de este capítulo), se mantienen conectados los siguientes espacios de la Red Natura 2000:

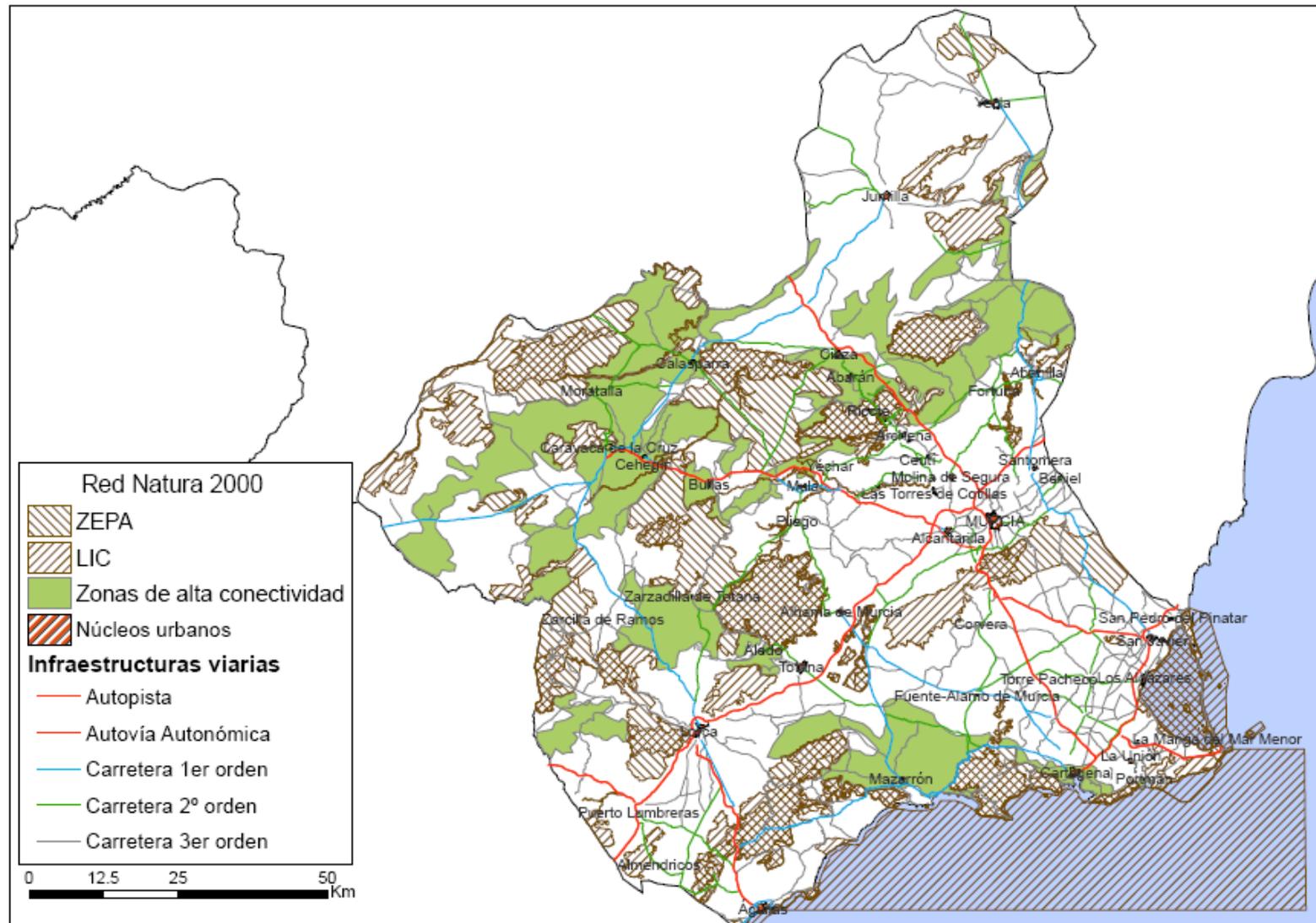
- LIC Sierra de la Pila con el LIC Yesos de Ulea
- LIC Yesos de Ulea con el LIC Sierra del Ricote-Navela
- ZEPA Sierra del Molino, Embalse del Quípar y Llanos del Capitán con el LIC Sierra de Ricote-Navela.
- ZEPA Sierra del Molino, Embalse del Quípar y Llanos del Capitán con la ZEPA Sierras de Burete, Lavia y Cambrón
- LIC Sierras y Vega Alta del Segura y Ríos Alhárabe y Moratalla (conexión entre los diversos espacios que forman el LIC).
- LIC Sierras y Vega Alta del Segura y Ríos Alhárabe y Moratalla con el LIC Sierra de la Muela
- LIC Sierra de Gavilán con el LIC Cuerda de la Serrata
- ZEPA Sierras de Burete, Lavia y Cambrón con el LIC Casa Alta-Salinas
- LIC Casa Alta-Salinas con la ZEPA Sierras del Gigante-Pericay, Lomas del Buitre-Río Luchena y Sierra de La Torrecilla
- Sierra Espuña con Sierra de Lavia, Burete y Cambrón mediante la Rambla de Malvariche y el canal de Taibilla.
- LIC/ZEPA Sierra Espuña con el LIC Sierra de la Tercia
- LIC Sierra de Almenara con el LIC Sierra de las Moreras
- ZEPA La Muela-Cabo Tiñoso con el LIC Sierra de las Moreras
- ZEPA Sierra de la Fausilla con el LIC Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila

Se han identificado tres zonas interesantes en cuanto a la conectividad. La primera se ubica en el norte de la Región y conecta las comunidades más septentrionales del altiplano con aquellas ubicadas en el noroeste mediante las sierras del Picacho y Cabeza del Asno.

La segunda zona de interés en cuanto a conectividad ecológica, está ubicada un poco más al sur de la anterior y se extiende por las sierras del Molino, la Palera y el Oro, conectando el Noroeste con el sur del Altiplano. Como posibles nodos de conflicto en esta zona, se encuentran los núcleos urbanos de Cieza y Calasparra, así como las carreteras C-3314 (de primer orden), MU-512, MU-552 y C-330 (de segundo orden).

Por último, la tercera zona de gran interés para la conectividad se encuentra en la cordillera litoral y abarca desde Cartagena hasta los alrededores de Mazarrón, ocupando principalmente las sierras de Pelayo, la Muela, el Algarrobo y parte de la sierra de las Moreras. Respecto a las infraestructuras presentes en esta zona, cabe destacar la presencia de importantes núcleos urbanos, como Cartagena, Mazarrón, Puerto de Mazarrón y El Saladillo, junto con carreteras de primer orden como la N-332 (Cartagena y Mazarrón) y la MU-603 (Murcia-Mazarrón) . Cabe mencionar por último la presencia de otras vías de tercer orden, como E-16, E-20, E-21, E-22 y E-23.

Figura 8. Zonas de alta conectividad para el pinar entre espacios Natura 2000 que contienen esta comunidad vegetal



6420, 6430, 92A0, 92D0 - Hábitats de ribera

Análisis de continuidad para hábitats de ribera

Tal y como se ha comentado en la introducción de este documento, se han seleccionado algunos hábitats de ribera para evaluar la conectividad ecológica en el entorno de los cauces fluviales de la Región de Murcia.

Dichos hábitats son los siguientes:

6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del <i>Molinio-Holoschoenion</i>
6430	Comunidades herbáceas higrófilas de las orlas de llanura y de los pisos montano a alpino
92A0	Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>
92D0	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (<i>Nerio-Tamaricetea</i> y <i>Securinegion tinctoriae</i>)

Estos hábitats de ribera han sido sometidos a un análisis distinto al del resto de los hábitats terrestres considerados en este trabajo.

El mantenimiento de la continuidad lineal en la vegetación de ribera se reconoce como un elemento clave para asegurar la conectividad ecológica en los sistemas fluviales. Por tanto, para valorar la conectividad en estos medios, se ha llevado a cabo un estudio de la continuidad de los hábitats de ribera seleccionados a lo largo de los ríos y ramblas de la región. Los dos criterios principales para evaluar esta conectividad son:

- a) que el cauce tenga una presencia relativamente continua a lo largo del mismo de alguno de los hábitats de ribera seleccionados
- b) que el cauce esté conectando áreas de la Red Natura 2000

Siguiendo estos criterios, se han identificado aquellos tramos de ríos y ramblas que cuentan con una presencia bastante continua de alguno de los hábitats de ribera seleccionados, basándose en la cartografía del inventario de hábitats de interés comunitario. Una vez identificados dichos tramos propicios para la conectividad, se han delimitado estas zonas como corredores fluviales considerando no sólo el propio lecho del río sino también la zona de policía, que comprende una banda de 100 metros a ambos lados del cauce. De esta manera se han obtenido un total de 11 corredores fluviales, de los cuales cuatro corresponden a ríos, otros cuatro a arroyos y tres a ramblas.

Para cada corredor fluvial se presentan a continuación los espacios de la Red Natura 2000 que conectan, así como los hábitats que se encuentran en cada segmento (ver tabla 1), entendiendo por segmento cada tramo del cauce en el que se observa la presencia de un conjunto de hábitats, o bien la ausencia total de éstos, de acuerdo con el inventario de hábitats.

En las figuras 1 a 8 se muestran los corredores fluviales identificados de acuerdo con este método, que han sido incluidos en la red de corredores ecológicos de la Región de Murcia (ver figura 9).

Tabla 1. Principales características de los corredores fluviales seleccionados

Corredor Fluvial	Nombre	Espacios RN2000 próximas	Nº Segmento	Hábitats principales
F1	Río Alhárabe	ZEPA Sierra de Moratalla, LIC Sierra de Villafuerte	1	6420 92A0
F2	Arroyo Polladas	ZEPA Sierra de Moratalla, LIC Sierra de Villafuerte	1	-
			2	6420
			3	-
			4	6420
			5	6420 92A0
			6	6420
F3	Río Argos y Rambla de Bejar	ZEPA Sierra del Molino, Embalse del Quípar y Llanos del Capitán, LIC Sierra del Gavilán	1	-
			2	6420
			3	5335 6420 6430
			4	5335 6420 6430
			5	6420 6430
			6	-
			7	6420 6430 92D0
			8	-
			9	6430 92D0
			10	-
F4	Ayo. de Burete	LIC Río Quípar, ZEPA Sierra de Burete, Lavia y Cambrón.	1	6420 92D0 92D0
F5	Ayo. del Padre Pecador	LIC Río Quípar, ZEPA Sierra de Burete, Lavia y Cambrón.	1	6420 6430 92D0
F6	Ayo. del Chaparral	LIC Río Quípar, ZEPA Sierra de Burete, Lavia y Cambrón.	1	6420 6430 92D0

F7	Río Segura	LIC Río Mula y Pliego LIC/ZEPA Sierra de Ricote La Navela	1	3150 92D0 92D0
			2	6420 92D0 92D0
			3	3150 6420 92D0 92D0
			4	3150 92D0
			5	-
F8	Rbla. del Cantalar	LIC Sierra de la Pila, LIC/ZEPA Humedal del Ajauque y Rambla Salada	1	-
			2	92D0
			3	92D0
			4	1410 1420 1510 3280 92D0
F9	Rbla de Algeciras	LIC/ZEPA Saladares del Guadalentín LIC/ZEPA Sierra Espuña	1	6220 92D0 92D0 92D0
			2	-
			3	6220 92D0 92D0 92D0
F10	Rbla. del Estrecho y Bco. del Chorrillo	LIC Sierra de la Tercia	1	-
			2	1410 92D0
			3	1410 92D0
			4	-
			5	-
			6	1410 92D0
			7	-
			8	-
F11	Río Guadalentín	ZEPA Sierra del Gigante-Pericay, Lomas del Buitre-Río Luchena y Sierra de la Torrecilla, LIC/ZEPA Saladares del Guadalentín	1	1410 3280 92D0
			2	-
			3	1410 3280 92D0
			4	-
			5	1410 3280 92D0
			6	-
			7	1430 92D0

Figura 1. Corredores F1 (Río Alhárabe) y F2 (Arroyo de Polladas)

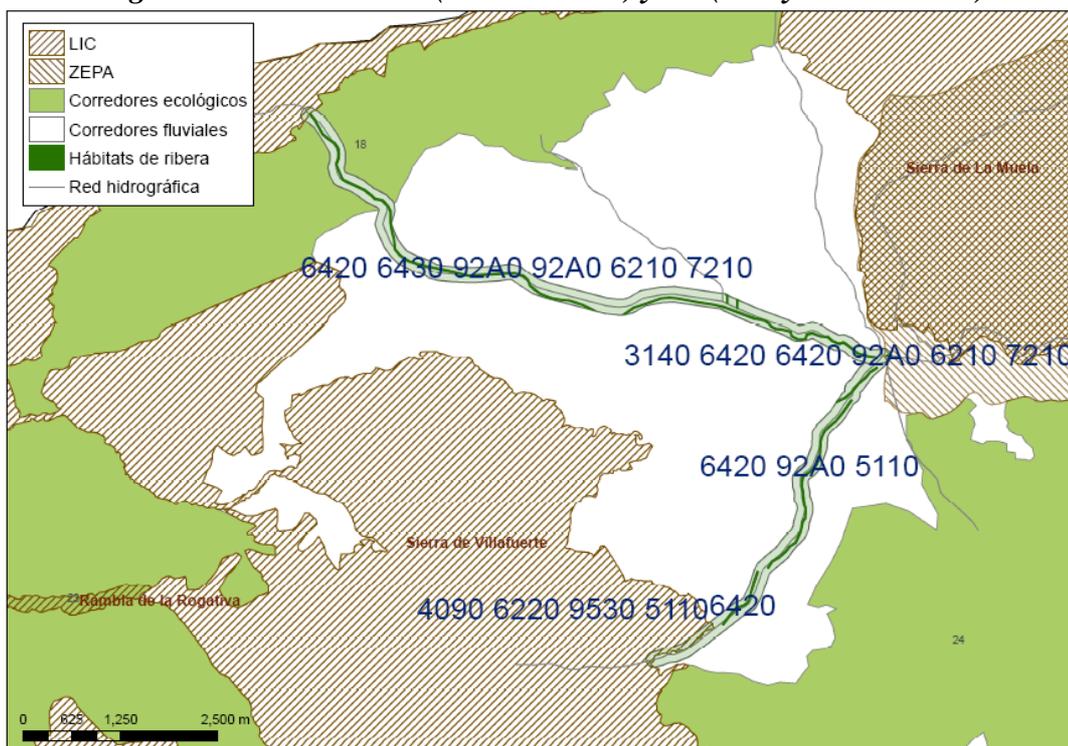


Figura 2. Corredor F3 (Río Argos)

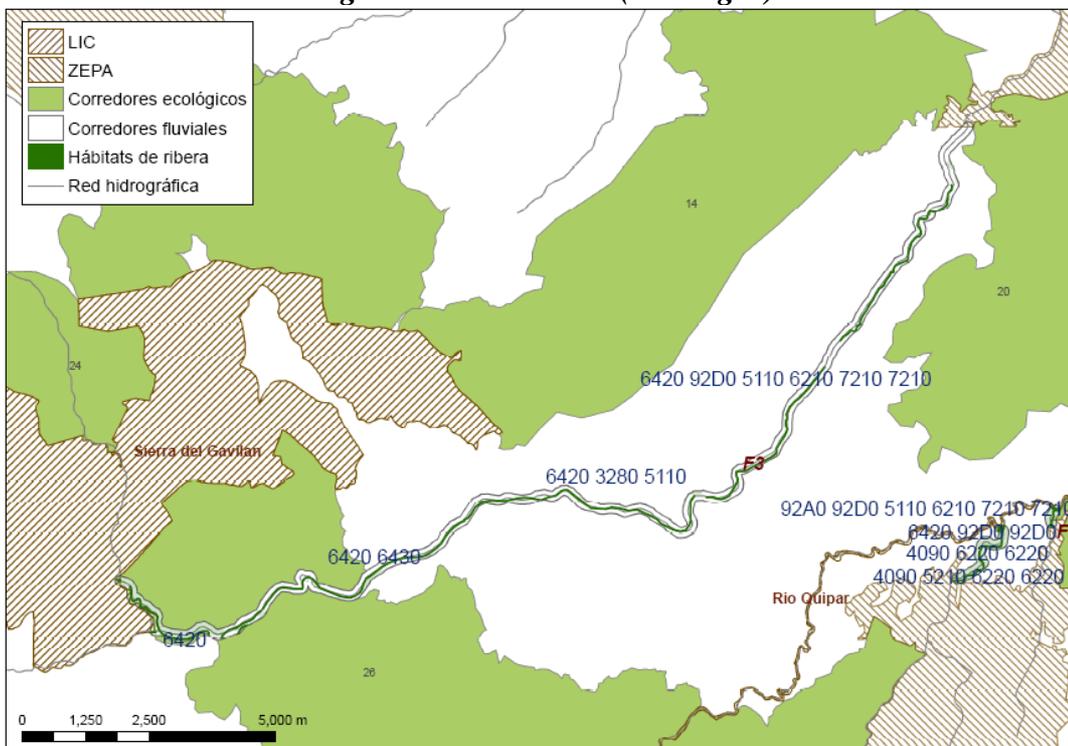


Figura 3. Corredores F4 (Arroyo de Burete), F5 (Arroyo del Padre Pecador) y F6 (Arroyo del Chaparral)

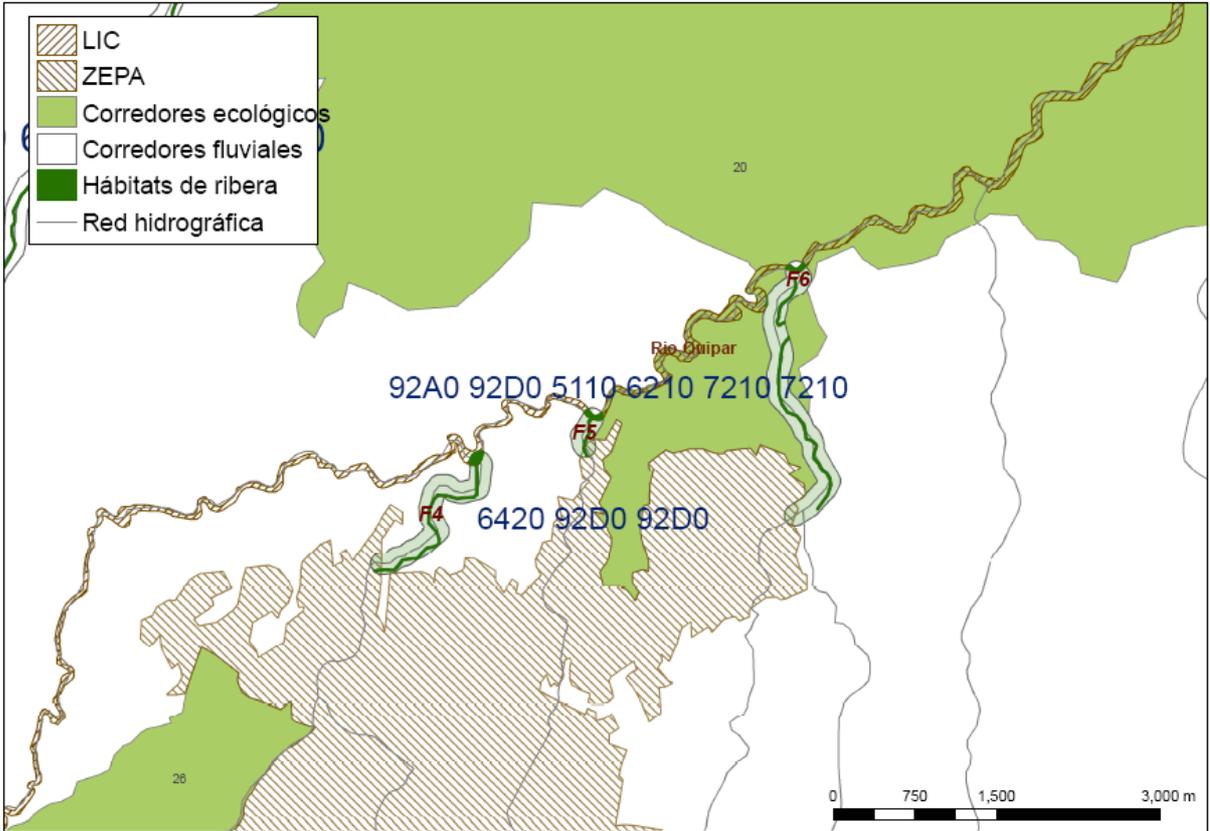


Figura 5. Corredor F7 (Río Segura)

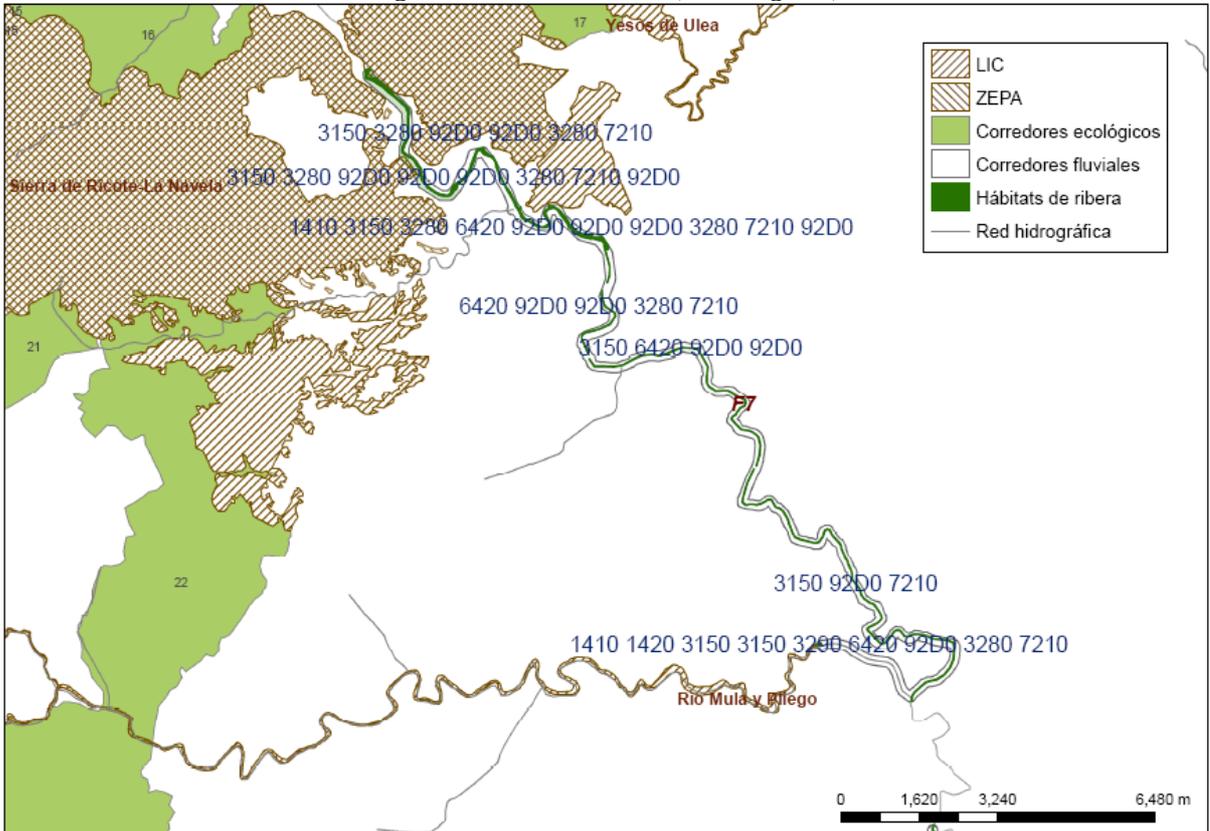


Figura 6. Corredor F8 (Rambla del Cantalar)

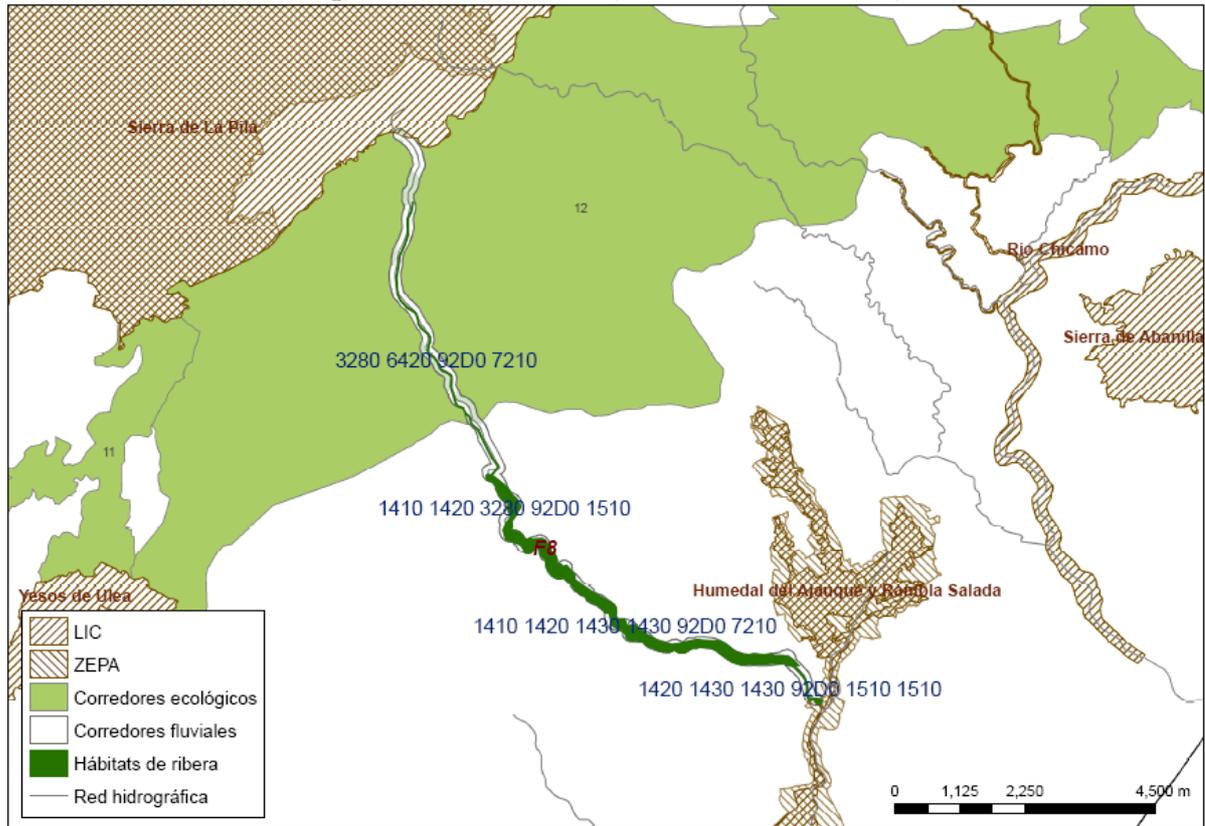


Figura 7. Corredor F9 (Rambla de Algeciras)

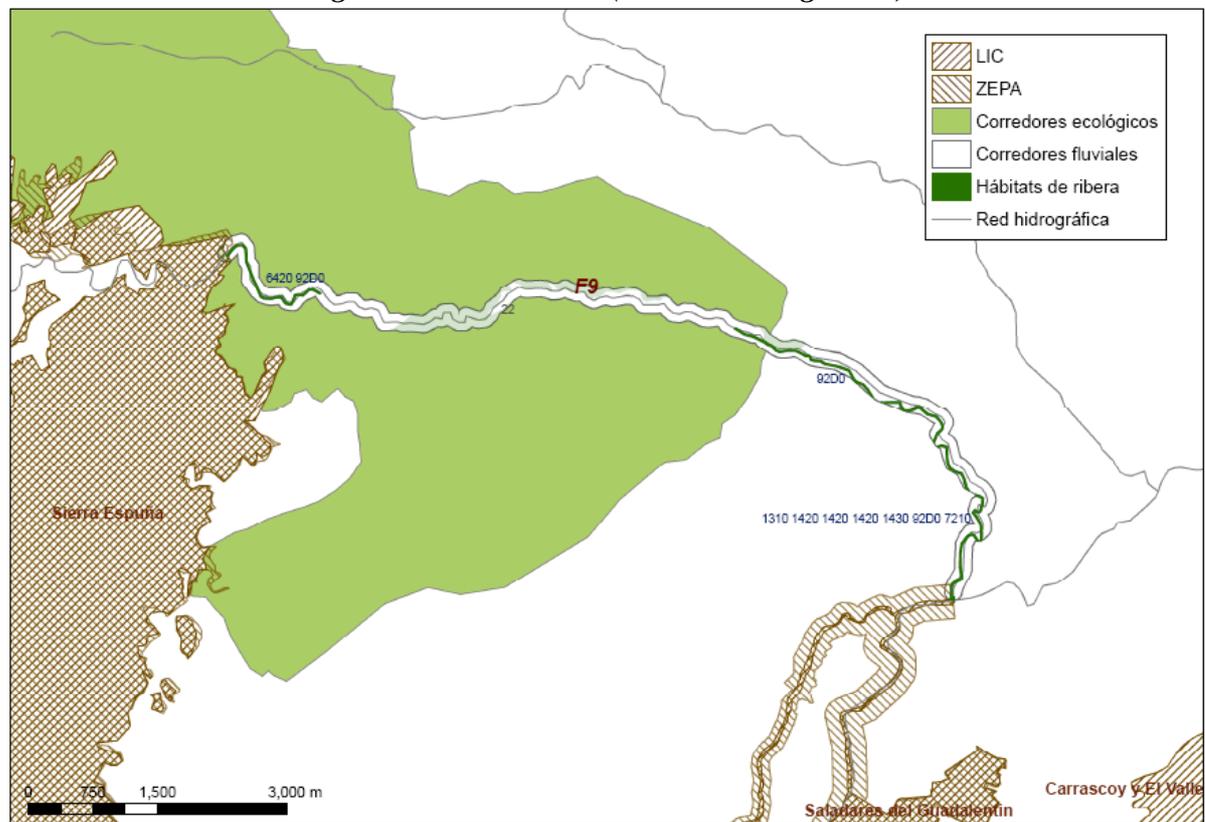


Figura 7. Corredor F10 (Rambla del Estrecho y Barranco del Chorrillo)

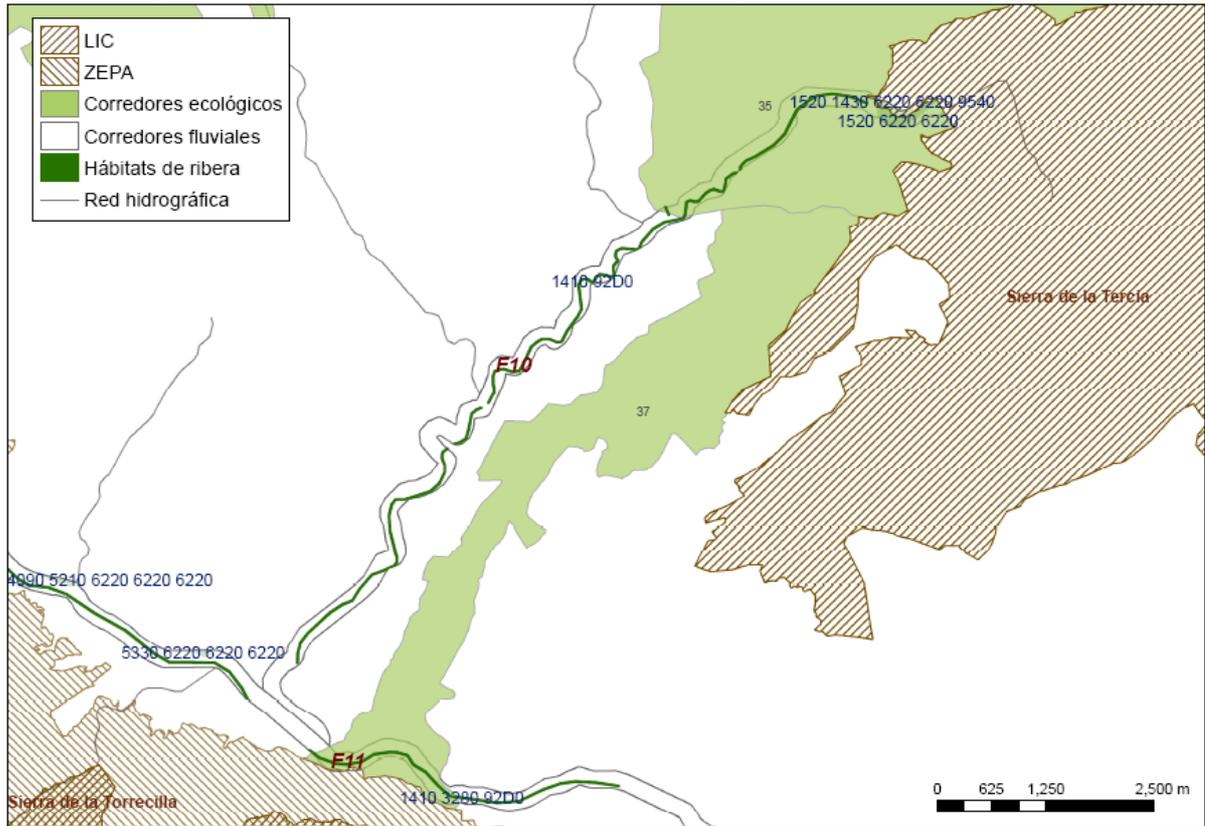
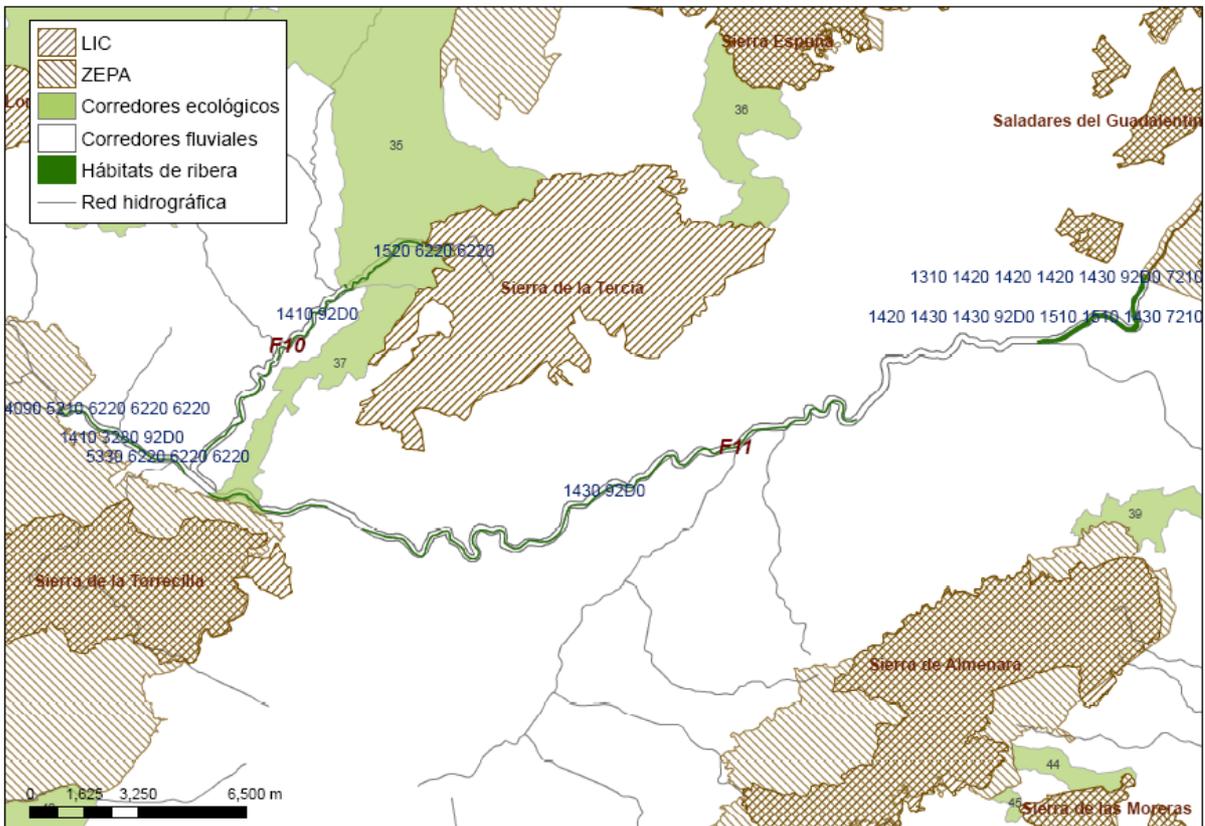
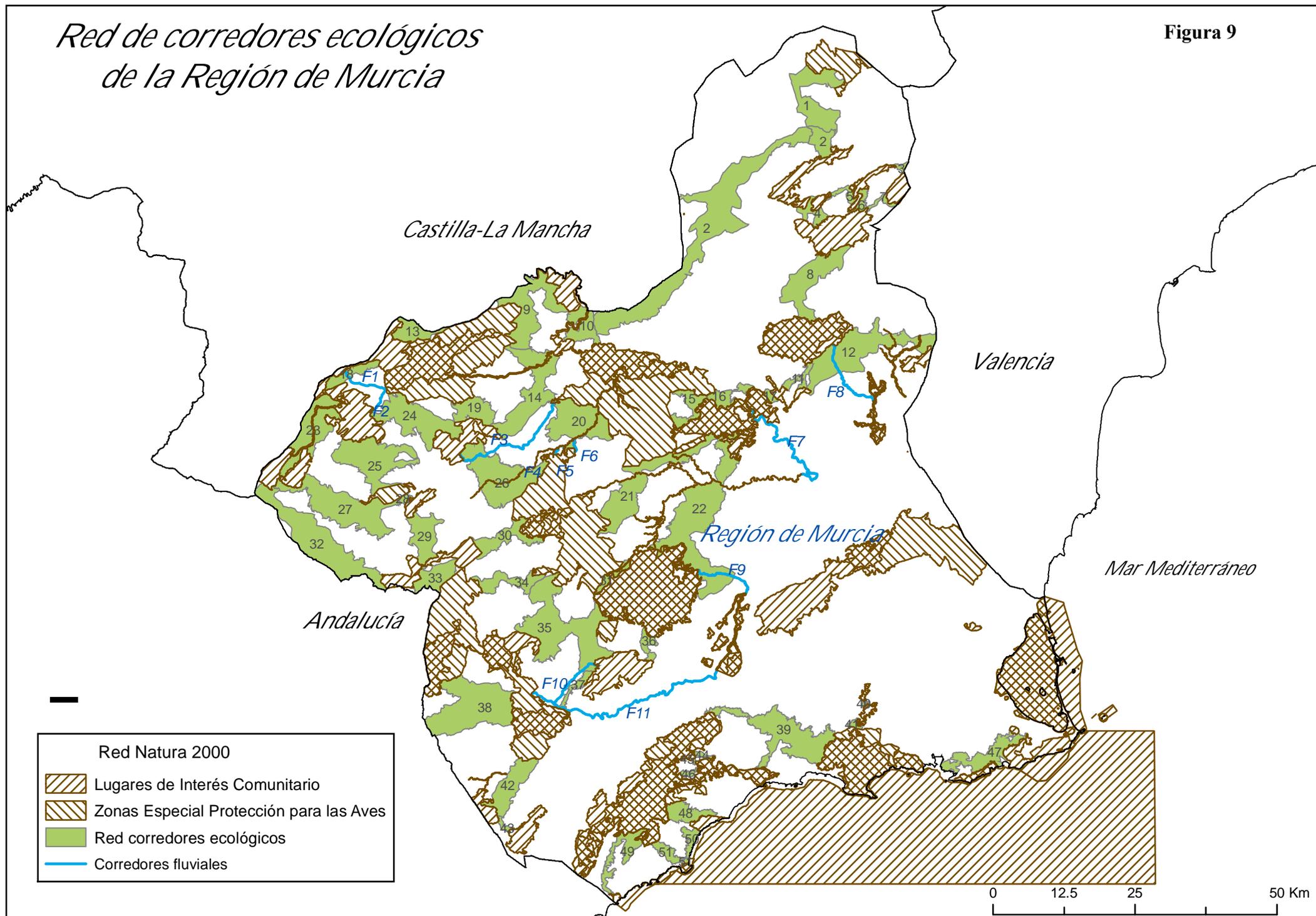


Figura 8. Corredor F11 (Río Guadalentín)



Red de corredores ecológicos de la Región de Murcia

Figura 9



REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Alcaraz, F. (inédito). Manual de interpretación de los hábitats naturales y Seminaturales de la Región de Murcia. Región de Murcia. Dirección General de Medio Natural.

Alcaraz, F. (inédito). Manual de interpretación de los hábitats de interés comunitario en Murcia. Región de Murcia. Dirección General de Medio Natural.

ATECMA, 1998. Identificación, delimitación y análisis de los elementos del paisaje necesarios para mejorar la coherencia de la red Natura 2000 en la Región Alpina española. Documento técnico (inédito). Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente.

Benito, M., Blazek, R., Neteler M., Sánchez, R., Sainz, H., Furlanello, C. 2006. Predicting habitat suitability with machine learning models: The potential area of *Pinus sylvestris* L. in the Iberian Peninsula. *Ecological Modelling* (en prensa).

Breiman, L., 2001. Random forest. *Mach. Learn.* 45, 5–32.

CARM. 2004. Inventario de hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Consejería de Industria y Medio Ambiente. Dirección General del Medio Natural.

Del Barrio, G., Simón, J.C., Cuadrado, A., Sánchez, E., Ruiz, E., García, R., 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.

Del Barrio, G., Márquez Barraso, S., Ruiz, A. 2007. Conectividad ecológica de la Red Natura 2000 en España peninsular. I Congreso Nacional de Biodiversidad. Resúmenes. Comunicaciones Orales. Diversitas/IUBS.

Goodwin, B. J. & Fahrig, L. 2002. How does landscape structure influence landscape connectivity?. *Oikos*, 99: 552-570.

Liaw, A., Wiener, M., 2002. Classification and regression by random forest. *The Newsletter of R Project* 2/3, 18–22.

MIMAM. 2003. Atlas y Manual de los Hábitats de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 492 pp.

MIMAM. 2005. Programa de Acción Nacional contra la Desertificación. Mapa Digital de Suelos. Proyecto LUCDEME. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente.

Olmeda, C., Del Barrio, G., Sánchez, E., Simón, J.C., López, A., García, D., Márquez, S.2, Ruiz, A., Barrios, V., Climent, M., Guirao, J., Martínez, M. e Inocencio, C. Identificación y diagnóstico de la red de corredores ecológicos de la Región de Murcia. I Congreso Nacional de Biodiversidad. Resúmenes. Comunicaciones Orales. Diversitas/IUBS.