



# DESCRIPCIÓN DE UN PROCEDIMIENTO NORMALIZADO PARA DETERMINAR CAMBIOS Y TENDENCIAS EN EL ESTADO ECOLÓGICO DE LOS TIPOS DE HÁBITAT DE BOSQUE Y MATORRAL

Gabriel del Barrio, María E. Sanjuán,  
Jaime Martínez-Valderrama, Alberto Ruiz







DESCRIPCIÓN DE UN PROCEDIMIENTO  
NORMALIZADO PARA DETERMINAR CAMBIOS Y  
TENDENCIAS EN EL ESTADO ECOLÓGICO DE LOS  
TIPOS DE HÁBITAT DE BOSQUE Y MATORRAL





Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.

El presente documento fue realizado en el marco del proyecto *Establecimiento de un sistema estatal de seguimiento del Estado de Conservación de los Tipos de Hábitat en España*, promovido y financiado por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, desarrollado entre 2015 y 2017.

#### **Dirección técnica del proyecto**

Rafael Hidalgo Martín<sup>1</sup>

#### **Realización y producción**

Tragsatec

#### **Coordinación general**

Elena Bermejo Bermejo<sup>2</sup> y Juan Carlos Simón Zarzoso<sup>2</sup>

#### **Coordinación científica**

Gabriel del Barrio Escribano<sup>3</sup>

#### **Autores**

Gabriel del Barrio Escribano<sup>3</sup>

María E. Sanjuán Martínez<sup>3</sup>

Jaime Martínez Valderrama<sup>3</sup>

Alberto Ruiz Moreno<sup>3</sup>

#### **Coordinación y revisión editorial**

Jara Andreu Ureta<sup>2</sup>

Juan Carlos Velázquez Melero<sup>2</sup>

Íñigo Vázquez-Dodero Estevan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental. Ministerio para la Transición Ecológica

<sup>2</sup> Tragsatec. Grupo Tragsa

<sup>3</sup> Estación Experimental de Zonas Áridas (EEZA - CSIC)

#### **A efectos bibliográficos la obra debe citarse como sigue:**

Del Barrio G, Sanjuán M E, Martínez-Valderrama J & Ruiz A. 2019. Descripción de un procedimiento normalizado para determinar cambios y tendencias en el estado ecológico de los tipos de hábitat de bosque y matorral. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 71 pp.

Las opiniones que se expresan en esta obra no representan necesariamente la posición del Ministerio para la Transición Ecológica. La información y documentación aportadas para la elaboración de esta monografía son responsabilidad exclusiva de los autores.



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

#### **Edita:**

© Ministerio para la Transición Ecológica

Secretaría General Técnica

Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

NIPO: 638-19-088-X

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>2. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO PARA DETERMINAR CAMBIOS Y TENDENCIAS EN EL ESTADO ECOLÓGICO DE LOS TIPOS DE HÁBITAT DE BOSQUE Y MATORRAL.....</b>	<b>7</b>
2.1. General.....	7
2.2. Mapa de la Condición de la Tierra en España.....	8
2.2.1. Leyenda del mapa de estados.....	9
2.2.2. Leyenda del mapa de tendencias .....	10
2.3. Evaluación del parámetro 'Estructura y función' .....	11
2.3.1. Definiciones .....	11
2.3.2. Procedimiento para evaluar la condición (estados y tendencias) de los tipos de hábitat de bosque y matorral.....	12
2.3.3. Severidad relativa y estado de conservación .....	13
<b>3. ELEMENTOS PARA EL TRABAJO EN FORMATO RÁSTER .....</b>	<b>17</b>
3.1. Sistemas de referencia de coordenadas.....	17
3.2. Ventanas de trabajo .....	19
3.3. Rasterización de coberturas vectoriales .....	20
3.4. Efecto de la proyección sobre las frecuencias de valores .....	20
<b>4. CASO PRÁCTICO PARA 25 TIPOS DE HÁBITAT DE BOSQUE .....</b>	<b>22</b>
4.1. Conversión de las coberturas vectoriales de distribución de sistemas forestales a formato ráster .....	22
4.1.1. General .....	22
4.1.2. Variaciones del área según la resolución espacial .....	23
4.2. Asociación entre tipos de hábitat de bosque y dominios climáticos .....	25
4.2.1. General .....	25
4.2.2. Datos y métodos .....	27
4.2.3. Resultados .....	28
4.3. Valoración del estado ecológico de los tipos de hábitat de bosque y de los THIC .....	32
4.3.1. General .....	32
4.3.2. Datos y métodos .....	32
4.3.3. Resultados.....	33
4.3.4. Observaciones .....	40

4.4.	Análisis de tendencias temporales de 25 tipos de hábitat de la Cartografía de los Tipos de Hábitat Forestales de España .....	41
4.4.1.	General .....	41
4.4.2.	Datos y métodos .....	42
4.4.3.	Resultados y observaciones .....	42
<b>5.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>50</b>
	<b>ANEXO I. Variación del área frente a la resolución espacial.....</b>	<b>52</b>
	<b>ANEXO II. Asociaciones significativas o relevantes entre los 25 tipos de hábitat de la Cartografía de los Tipos de Hábitat Forestales de España 1:50.000 y los dominios climáticos .....</b>	<b>54</b>
	<b>ANEXO III. Asociaciones significativas o relevantes entre tipos de hábitat de interés comunitario (THIC) y los dominios climáticos.....</b>	<b>56</b>
	<b>ANEXO IV. Ejemplos interpretados de tipos de hábitat de la Cartografía de los Tipos de Hábitat Forestales de España 1:50.000 con valoración ‘desfavorable-malo’ .....</b>	<b>57</b>
IV.1.	Melojares .....	57
IV.2.	Alcornocales .....	60
IV.3.	Pinares de pino salgareño.....	69



## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo describe los procedimientos necesarios para establecer los componentes de estado y tendencias de un ecosistema para el parámetro 'Estructura y función' de la Matriz General de Evaluación del estado de conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario (THIC; DG Environment 2017<sup>1</sup>; European Commission 2011<sup>2</sup>), para los informes sexenales de aplicación de la Directiva Hábitats<sup>3</sup>. Ello incluye la fuente de datos principal y el Mapa de la Condición de la Tierra en España, producido por métodos geomáticos. El apartado tercero establece los sistemas de referencia y otras convenciones espaciales usadas en el estudio. Finalmente, en el apartado cuarto se desarrolla un caso práctico para 25 tipos de hábitat de bosque.

## 2. PROCEDIMIENTO NORMALIZADO PARA DETERMINAR CAMBIOS Y TENDENCIAS EN EL ESTADO ECOLÓGICO DE LOS TIPOS DE HÁBITAT DE BOSQUE Y MATORRAL

### 2.1. General

El objetivo de detectar estados y tendencias de madurez ecológica es capturar simultáneamente variables de nivel y flujo que describen la condición de los ecosistemas. Para ello, se emplearán variables subrogadas o *proxies* que, siendo relativamente sencillas de medir, varíen proporcionalmente a la madurez.

Los ecosistemas terrestres zonales ibéricos están, en general, más limitados por el agua que por la energía. Por ello la variable subrogada básica en el caso de los estados será el índice de eficiencia en el uso de la lluvia (RUE, del inglés *Rain Use Efficiency*; Le Houerou 1984). El RUE expresa la producción primaria neta (PPN) epigea por unidad de precipitación recibida. Es una razón de eficiencia, en la que la salida es hecha relativa a la entrada, y lleva una corrección implícita que, en su caso, es climática. El RUE solo puede presentar valores altos cuando el suelo se encuentra en buen estado y cumple sus funciones de proveer a las plantas de humedad y nutrientes en los periodos secos entre eventos lluviosos. Por tanto, es realmente un indicador del estado y función del suelo (Verón *et al.* 2006), que se adapta especialmente bien a ecosistemas zonales en cuya distribución influya un gradiente de humedad.

En el caso de las tendencias, la variable subrogada será la tasa de cambio de biomasa por unidad de tiempo, expresada en unidades de desviación típica. Las tendencias así expresadas, serán complementadas con valores correspondientes a oscilaciones interanuales de aridez. Esto es importante ya que, en un esquema simplificado como el que se aplica en este estudio, las variaciones de biomasa vegetal pueden deberse a variaciones climáticas interanuales o a tendencias intrínsecas del ecosistema (Evans & Geerken 2004). Las primeras reflejan simple resiliencia frente al clima, y solo estas últimas

<sup>1</sup> [http://cdr.eionet.europa.eu/help/habitats\\_art17](http://cdr.eionet.europa.eu/help/habitats_art17)

<sup>2</sup> <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-bd/activities/reporting/article-17/reference-material-for-reporting-period-2007-2012-art-17>

<sup>3</sup> Directiva europea 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.



deberían ser interpretadas en términos de degradación o crecimiento como respuesta a la explotación o auto-organización ecológica (del Barrio *et al.* 2010).

El uso del RUE y de la variación de biomasa para determinar estados y tendencias de ecosistemas terrestres tiene valor añadido. Por un lado, ambas variables son reconocidas como métricas adecuadas (Orr & UNCCD 2011) para el indicador de progreso del objetivo estratégico 'Mejorar la condición de los ecosistemas', de la Convención de Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD). Por otro, ambas variables son relevantes para la iniciativa de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible<sup>4</sup>, (*Sustainable Development Goals*), especialmente su objetivo 15.3 de alcanzar neutralidad en la degradación de tierras para 2030. Estas variables ya han sido asumidas por el Estado español, lo que favorece tanto la economía del sistema de seguimiento que pretende desarrollar este proyecto, como el informe armonizado entre las convenciones de desertificación y biodiversidad.

## 2.2. Mapa de la Condición de la Tierra en España

La base de datos geo-espacial a emplear como fuente de estados y tendencias para los tipos de hábitat de bosque y matorral será el Mapa de la Condición de la Tierra en España 2000-2010 (2dRUE-ES). Este producto consta de mapas separados de estados y tendencias, determinados mediante el método geomático 2dRUE (Sanjuán *et al.* 2014). Los datos de entrada fueron series temporales archivadas del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI, del inglés *Normalized Difference Vegetation Index*), procedentes del producto SPOT-VEGETATION S10 (Baret *et al.* 2006), y un archivo correspondiente de superficies climáticas interpoladas *ad hoc* (Ruiz *et al.* 2011a). El producto 2dRUE-ES cubre todo el territorio español a una resolución espacial de 1 km durante el periodo 2000-2010 a una resolución temporal de 1 mes. La publicación citada incluye sendos ejercicios de validación e interpretación.

El método 2dRUE determina estados a partir de dos implementaciones temporales del RUE, que reflejan respectivamente biomasa a largo plazo y productividad a corto plazo. Estos atributos son combinados para reflejar la hipótesis de que el desarrollo de una sucesión ecológica favorece la biomasa frente a la productividad, mientras que la explotación humana hace lo contrario (Pickup *et al.* 1998). Las tendencias, por su parte, son determinadas mediante regresiones, paso a paso, de la biomasa anual de cada localización frente al tiempo y a la aridez.

Los razonamientos, detalles técnicos y fórmulas del método 2dRUE han sido ya publicados (del Barrio *et al.* 2010, 2016). Los algoritmos han sido codificados en una librería de acceso abierto y gratuito (Ruiz *et al.* 2011b) y también existe un pequeño vídeo divulgativo con los fundamentos del método y algunos resultados por todo el mundo (Sanjuán *et al.* 2012). Esos antecedentes pueden ser consultados y, por ello, no se repetirán en este trabajo. Sin embargo, las leyendas asociadas a los mapas de estados y tendencias son inherentes al procedimiento desarrollado en este proyecto y deben ser examinadas con cierto detalle.

---

<sup>4</sup> <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>





### 2.2.1. Leyenda del mapa de estados

Los estados ecológicos en 2dRUE reflejan la posición de un ecosistema entre dos fuerzas contrapuestas: explotación humana y sucesión secundaria. La primera lo mantiene en un estado simplificado que maximiza la producción, mientras que la segunda maximiza la biomasa y complejidad y, según esto sucede, el ecosistema se vuelve menos productivo. La sobre-explotación excede el estado de máxima producción ecológica y conduce a ecosistemas degradados en los que tanto la producción como la biomasa son bajos. Las situaciones extremas a esta contraposición incluyen ecosistemas en estado de referencia, donde la alteración es mínima, y opuestamente ecosistemas limitados por algún factor ajeno al equilibrio de fuerzas mencionado, como suelos salinos. A ambos lados de la escala, existen anomalías tanto de alto como de bajo rendimiento. La Tabla 1 muestra la serie de estados.

**Tabla 1** Leyenda del mapa de estados. Fuente: elaboración propia.

Abreviatura	Nombre	Descripción
<b>ABR</b>	Anomalía de bajo rendimiento	Vegetación bajo el intervalo de confianza del RUE mínimo esperado (p. ej.: zonas urbanas).
<b>BAS</b>	Rendimiento basal	Vegetación dentro del intervalo de confianza del RUE mínimo esperado (p. ej.: zonas salinas).
<b>DEG</b>	Degradado	Vegetación con baja biomasa y baja productividad (p. ej.: zonas sobre-pastoreadas con mucho suelo desnudo).
<b>PBB</b>	Productivo con baja biomasa	Vegetación con baja biomasa y alta productividad (p. ej.: arbolado poco denso alternando con pastos, matorral, etc.).
<b>PAB</b>	Productivo con alta biomasa	Vegetación con alta biomasa y alta productividad (p. ej.: altas proporciones de arbolado entre pastos y/o matorral).
<b>MAD</b>	Maduro	Vegetación con alta biomasa y baja productividad (p. ej.: suelo prácticamente cubierto por árboles, repoblaciones forestales antiguas, etc.).
<b>REF</b>	Rendimiento de referencia	Vegetación dentro del intervalo de confianza del RUE máximo esperado (p. ej.: bosques naturales compactos y poco alterados).
<b>AAR</b>	Anomalía de alto rendimiento	Vegetación sobre el intervalo de confianza del RUE máximo esperado, bien por simple dispersión estadística (casos extremos de REF) o bien por aportes hídricos topográficos (p. ej.: proximidad a cauces, cultivos irrigados, etc.).

Es importante señalar que 2dRUE atribuye los estados relativamente a la aridez de cada sitio<sup>5</sup>, de modo que el mapa de un área de estudio grande como la península ibérica lleva implícita una corrección climática. Por ejemplo, un sistema DEG bajo un clima húmedo probablemente tenga más biomasa que otro PAB bajo clima árido (Tabla 1), pero los estados se detectan en función del óptimo respectivo de cada sitio.

<sup>5</sup> 2dRUE calcula el índice de aridez como el cociente entre la evapotranspiración potencial y la precipitación en un periodo dado.



### 2.2.2. Leyenda del mapa de tendencias

Las tendencias en 2dRUE se refieren a la evolución de la biomasa en el curso del tiempo, separando los efectos de la variabilidad climática. Al usarse regresiones paso a paso para su determinación, el resultado primario son sendos mapas cuantitativos de los efectos de aridez y tiempo, expresados como coeficientes significativos de regresión parcial. Dichas regresiones se realizan en modo normalizado, de forma que los coeficientes de regresión parcial sean estandarizados en unidades de desviación típica. Ello facilita en gran medida la comparación del peso relativo de ambos factores, aridez y tiempo, para explicar la evolución de cada localización (celda de 1 km<sup>2</sup>). La leyenda final del producto obedece a una clasificación de los coeficientes parciales de regresión.

Como se razona más arriba, solo el efecto del tiempo es relevante para el seguimiento de los ecosistemas terrestres en términos de conservación. Por tanto, el resultado primario descrito en el párrafo anterior es simplificado a un único mapa en el que los efectos significativos del tiempo son separados de los de la aridez (Tabla 2).

**Tabla 2** Leyenda del mapa de tendencias. Fuente: elaboración propia.

Abreviatura	Nombre	Descripción
<b>AUM</b>	Aumentando	Acumulación de biomasa significativa a lo largo del periodo, cualquiera que sea la respuesta a variaciones interanuales de aridez.
<b>FLU</b>	Fluctuando	La biomasa oscila según la aridez del año, pero sin variación significativa en el tiempo.
<b>DGR</b>	Degradándose	Pérdida de biomasa significativa a lo largo del periodo, cualquiera que sea la respuesta a variaciones interanuales de aridez.
<b>EST</b>	Estática	Sin tendencia significativa, ni frente a variaciones interanuales de aridez, ni en el curso del tiempo.

Es importante señalar dos aspectos. Primero, una sucesión ecológica activa durante el periodo de estudio suele dar tendencia 'aumentando', pero esta no siempre significa un progreso ecológico. Técnicas de manejo agrícola que impliquen intensificación o incluso sustitución de cubiertas naturales por cultivos, pueden resultar también con la misma tendencia.

Segundo, los estados son independientes de las tendencias. Así, por ejemplo, un estado de referencia puede encontrarse 'fluctuando' o 'degradándose', mientras que un estado 'degradado' puede encontrarse 'aumentando'. Cualquier combinación de estado y tendencia es teóricamente posible.



## 2.3. Evaluación del parámetro 'Estructura y función'

### 2.3.1. Definiciones

La Matriz General de Evaluación es el instrumento aceptado para diagnosticar el estado de conservación de los tipos de hábitat de bosque y matorral. En ella se evalúan los siguientes parámetros: a) área de distribución (o rango) del tipo de hábitat, b) superficie ocupada por el tipo de hábitat dentro de su área de distribución, c) estructura y funciones específicas del tipo de hábitat, y d) perspectivas futuras. Cada uno de ellos recibe una calificación como 'favorable', 'desfavorable-inadecuado', 'desfavorable-malo' o 'desconocido'. El estado de conservación final atribuido a un ecosistema depende de la combinación de calificaciones recibidas para los parámetros individuales: favorable (todos los parámetros son favorables o hay tres favorables y uno desconocido), desfavorable-malo (cuando al menos un parámetro es desfavorable-malo), desfavorable-inadecuado (cualquier combinación distinta de las anteriores) o desconocido (dos o más parámetros desconocidos y el resto favorables, o todos desconocidos). La Matriz General de Evaluación utiliza las definiciones especificadas en la Tabla 3.

**Tabla 3** Evaluación para el parámetro 'Estructura y función'. Fuente: elaboración propia.

Abreviatura	Estado de conservación	Descripción
FV	Favorable	En buenas condiciones y sin deterioros/presiones importantes.
U1	Desfavorable-inadecuado	Cualquier situación no favorable ni desfavorable-malo.
U2	Desfavorable-malo	Más del 25% de la superficie desfavorable en lo referente a estructura y funciones específicas.
D	Desconocido	No se dispone de información confiable, o es insuficiente.

El parámetro 'Estructura y función', se refiere a las necesarias para el mantenimiento a largo plazo del ecosistema. El grupo de expertos *ad hoc* sobre el parámetro 'Estructura y función', en su primer borrador de julio de 2016, concluyó que este parámetro debería ser informado en términos de la proporción de área del ecosistema que se encuentra en cierta condición, y referirse a sus especies típicas. Más concretamente, se propone evaluar: la condición (en términos de superficie), la tendencia a corto plazo de la fracción que está en buena condición (en términos cualitativos como estable, creciente, decreciente, etc.), y las especies típicas (en términos de su continuidad en el tiempo). Este estudio concierne a la condición y a las tendencias.

La condición es un término impreciso en el borrador referido, que trata de reflejar la estabilidad funcional del ecosistema en cuestión. A efectos operativos, y tratando de asegurar una máxima compatibilidad con las discusiones abiertas que se mantienen actualmente sobre este parámetro, la condición en este trabajo se considerará directamente proporcional a la madurez ecológica en el gradiente explotación-sucesión mencionado más arriba, e inversamente proporcional al grado de fragmentación. Dicha madurez será valorada en términos de producción y biomasa.

En sentido estricto, la condición está formada por tres componentes:



- **Estado:** referida a una variable de bajo nivel como el flujo de energía. Su objetivo es establecer el grado de madurez ecológica en la superficie ocupada por el ecosistema.
- **Tendencias:** referidas al aumento o disminución de biomasa en los sitios ocupados por el ecosistema. No se refiere a variaciones en el área de distribución.
- **Estructura espacial:** referida a la fragmentación presentada por la distribución espacial del ecosistema, y orientada especialmente a detectar configuraciones que puedan obstaculizar su persistencia en el tiempo.

El estado y las tendencias se corresponden con las funciones específicas y serán evaluados con ayuda del producto 2dRUE-ES según se describe en el siguiente apartado. La fragmentación se corresponde a la estructura y tiene un desarrollo dedicado en Del Barrio *et al.* (2019a).

### 2.3.2. Procedimiento para evaluar la condición (estados y tendencias) de los tipos de hábitat de bosque y matorral

El objetivo es relacionar estados y tendencias de condición con la superficie que ocupan, de modo que pueda aplicarse la matriz de evaluación mostrada en la Tabla 3. Esta forma de trabajo, en la que la condición se valora acumulativamente respecto a la superficie, se parece mucho a la evaluación de criterios de riesgo aplicada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN; Keith *et al.* 2013).

La condición es considerada en el esquema de UICN como inversamente proporcional a la severidad relativa. La severidad relativa puede definirse entonces como el nivel de afectación, entre 0% y 100%, que compromete la funcionalidad del ecosistema en el componente de condición analizado.

Por ejemplo, la Tabla 4 muestra la atribución de niveles de riesgo para el subcriterio C3 de UICN (degradación ambiental desde 1750; Bland *et al.* 2016).

**Tabla 4** Evaluación de riesgos para el subcriterio C3 de UICN. Fuente: elaboración propia partir de Bland *et al.* (2016).

**Nota:** LC= preocupación menor; VU= vulnerable; EN= en peligro; CR= en peligro crítico.

Extensión	Severidad relativa (%)		
	≥ 90%	≥ 70%	≥ 50%
≥ 90%	CR	EN	VU
≥ 70%	EN	VU	LC
≥ 50%	VU	LC	LC

La aplicación de escalas acumulativas tanto para la severidad como para su extensión es flexible y facilita acomodar diversas situaciones. Además, tiene la capacidad de reflejar la no linealidad de los niveles de riesgo.



Se propone aplicar un sistema equivalente para la condición de los tipos de hábitat de bosque y matorral, adaptándolo a las necesidades concretas de la Matriz General de Evaluación. Para ello es necesario:

- a. Realizar la evaluación de un ecosistema dentro de dominios definidos, a cuya extensión pueda ser referido. Por ejemplo, las clases climáticas derivadas de una regionalización (del Barrio *et al.* 2019b) con las que el ecosistema en cuestión tenga una asociación significativa (véase apartado 4).
- b. Definir un concepto equivalente a severidad relativa, que exprese cada componente de la condición al nivel más detallado posible dentro del dominio anterior. En el caso del estado y la tendencia, esto se refiere a cada localización (celda) donde esté presente el ecosistema. En el caso de la fragmentación, la estructura espacial se refiere a la distribución de todas las localizaciones observadas dentro del dominio.
- c. Usar las estimaciones de severidad relativa así obtenidas para aplicar la evaluación contenida en la Tabla 3 a cada componente de la condición.
- d. Realizar una valoración global del parámetro 'Estructura y función' (sin incluir especies típicas) combinando las evaluaciones individuales de sus componentes, según criterios similares a los aplicados en la Matriz General de Evaluación.
- e. Proporcionar una evaluación definitiva del parámetro 'Estructura y función' a partir de la Matriz General de Evaluación.

La distinción entre severidad relativa del ecosistema en cada una de sus localizaciones (paso b) y su estado global de conservación para toda su distribución en un dominio geográfico o climático (paso c) es importante, ya que la segunda deriva de la primera. Las posibilidades expresadas en la Matriz General de Evaluación (FV, U1, U2) podrían, en principio, aplicarse tanto a sitios concretos como a toda la distribución. Pero ello crearía ambigüedades metodológicas y de interpretación, y para evitarlo se aplica la severidad relativa a sitios individuales concretos, y el estado de conservación al conjunto de la distribución. Una ventaja adicional es que facilita una armonización metodológica con los protocolos de UICN.

### 2.3.3. Severidad relativa y estado de conservación

La severidad relativa puede codificarse a partir de los estados y tendencias de condición. Así, un ecosistema forestal que se encuentre en estado 'productivo con baja biomasa', podría considerarse con una severidad relativa superior al 70%, ya que en ese estado se compromete seriamente el desarrollo de sus funciones ecológicas típicas.

#### Codificación según UICN

Las Tablas 5 y 6 muestran respectivamente ejemplos de codificación de la severidad relativa a partir de las componentes de estado y tendencias, siguiendo literalmente el esquema de UICN, tal como fue aplicado a Marruecos para determinar la lista roja de ecosistemas terrestres (Benavid *et al.* 2015).



Los estados detectados mediante 2dRUE pueden tomarse como una serie ordinal de grados de madurez, y por ello es posible identificarlos con niveles de afectación en términos de severidad relativa. Para ecosistemas forestales, esta sería menor (0-50%) en el rango que va de 'maduro' a 'anomalía de alto rendimiento', considerable (50-70%) para 'productivo de alta biomasa', etc.

**Tabla 5** Ejemplo de codificación de la severidad relativa a partir del estado de condición, aplicado a un tipo de hábitat forestal. Fuente: elaboración propia.

Estado	Severidad relativa (SR)
Anomalía de alto rendimiento	$0\% \leq SR < 30\%$
Referencia	$0\% \leq SR < 30\%$
Maduro	$30\% \leq SR < 50\%$
Productivo de alta biomasa	$50\% \leq SR < 70\%$
Productivo de baja biomasa	$70\% \leq SR < 80\%$
Degradado	$80\% \leq SR < 90\%$
Rendimiento basal	$90\% \leq SR < 100\%$

El mismo esquema puede ser aplicado a las tendencias. Pero en este caso, solo puede suponerse una severidad relativa importante (90-100%) cuando el ecosistema se encuentre 'degradándose'. Las tendencias 'fluctuando' o 'estática' no significan por sí mismas un problema y son poco discriminantes en términos de severidad. La tendencia 'aumentando' en un ecosistema que puede asumirse sin manejo intensivo significa, probablemente, que ha sufrido una perturbación en el pasado de la que se está recuperando.

**Tabla 6** Ejemplo de codificación de la severidad relativa a partir de la tendencia de condición, aplicado a un tipo de hábitat forestal. Fuente: elaboración propia.

Tendencia	Severidad relativa (SR)
Aumentando	$0\% \leq SR < 30\%$
Estática	$30\% \leq SR < 50\%$
Fluctuando	$30\% \leq SR < 50\%$
Degradándose	$90\% \leq SR < 100\%$

A continuación, pueden establecerse umbrales considerando como básico el de 25% de superficie para un estado de conservación desfavorable. Este umbral es consistente con el sugerido por el grupo de expertos *ad hoc* sobre el parámetro 'Estructura y función'. La Tabla 7 muestra un ejemplo de escala acumulativa doble usando severidad y extensión.



**Tabla 7** Ejemplo de determinación del nivel de conservación de un tipo de hábitat, atribuido al parámetro 'Estructura y función', a partir de la superficie ocupada por niveles crecientes de severidad relativa. Fuente: elaboración propia.

Extensión	Severidad relativa de condición		
	≥ 90%	≥ 70%	≥ 50%
≥ 25%	U2	U1	FV
< 25%	U1	FV	FV

La codificación mostrada en la Tabla 7 combina el espíritu de los umbrales de severidad usados por UICN con los umbrales de extensión usados en la Matriz General de Evaluación. El ejercicio es útil porque permite identificar algunos problemas. En primer lugar, los umbrales de extensión y severidad no son los mismos, como se ve comparando la Tabla 7 con la Tabla 4. La aplicación de solo dos clases de extensión alrededor del umbral 25% implica sobreestimar el resultado desfavorable-malo (U2) a expensas de perder detalle con el desfavorable-inadecuado (U1). Ello causa pérdida de sensibilidad del procedimiento.

El segundo problema está relacionado con el uso exclusivo de la extensión de estados de baja madurez para valorar el nivel de conservación. Es decir, se atribuye cierto nivel de conservación cuando cierto grado de severidad ocupa más de un umbral de extensión. Pero no se considera el estado de madurez de la fracción del ecosistema que no alcanza ese grado de severidad. Por ejemplo, el nivel de conservación U2 resulta cuando más del 25% de la extensión del ecosistema se encuentra con una severidad relativa del 90% (Tabla 7). Pero no debería ser lo mismo si la fracción restante (hasta el 75% de extensión) tiene vegetación en estado de 'referencia', o si carece en absoluto de ella y se encuentra en estados intermedios de degradación. A diferencia de UICN, la Matriz General de Evaluación requiere evaluar también la proporción del ecosistema que se encuentra en buen estado.

Los problemas descritos se atenúan considerablemente cuando se considera la misma serie de tres umbrales tanto para severidad relativa como para extensión, como es el caso de UICN. Pero en esta aplicación, donde el umbral de extensión 25% viene dado por la necesidad de armonizar el procedimiento a nivel europeo, dichos problemas son exacerbados. Por ello fue diseñado un procedimiento que sigue un argumento similar, pero con las adaptaciones necesarias.

### Codificación adaptada para este estudio

La Tabla 8 muestra la codificación definitiva de severidad relativa según el estado de madurez ecológica. Los dos estados más bajos ('rendimiento basal' y 'anomalía de bajo rendimiento') no se consideran porque suelen representar respectivamente condiciones extrazonales o artificiales. La severidad se limita a un código ordinal (alta o baja) para evitar confusiones en su atribución.



**Tabla 8** Codificación de la severidad relativa a partir del estado de condición, aplicado a un tipo de hábitat forestal.

Fuente: elaboración propia.

Estado	Severidad relativa (SR)
Anomalía de alto rendimiento	baja
Referencia	baja
Maduro	baja
Productivo de alta biomasa	baja
Productivo de baja biomasa	alta
Degradado	alta

El siguiente paso es obtener una valoración poblacional que incluya ambos códigos de severidad en un indicador único. Para ello se propone el índice normalizado de severidad relativa (SER):

$$SER = \frac{p_{baja} - p_{alta}}{p_{baja} + p_{alta}}$$

donde  $p$  es el porcentaje de extensión del ecosistema que se encuentra, respectivamente, con severidad relativa alta ( $p_{alta}$ ) o baja ( $p_{baja}$ ).

El índice SER evalúa una diferencia que compensa la fracción de ecosistema que se encuentra en buen estado con la fracción que está en mal estado, y es proporcional al 'excedente' de la primera. Su formulación normalizada produce resultados acotados en el intervalo -1 a +1, cuya interpretación es intuitiva. El valor máximo se alcanza cuando todo el ecosistema tiene un estado de baja severidad relativa. El valor decrece según aumenta la proporción de alta severidad relativa, y es igual a 0 cuando ambos grados de severidad ocupan extensiones iguales. A partir de ahí, el valor se vuelve negativo a medida que aumenta la prevalencia de estados de alta severidad relativa, alcanzando su mínimo cuando esta domina toda la extensión del ecosistema.

El índice SER valdrá 0,5 cuando los estados de alta severidad relativa ocupen el 25% de la extensión del ecosistema. A partir de ahí es sencillo codificar el nivel de conservación según la Matriz General de Evaluación (Tabla 9).

**Tabla 9** Determinación del nivel de conservación de un ecosistema, atribuido al estado del parámetro 'Estructura y función', a partir del índice normalizado de severidad relativa (SER). Fuente: elaboración propia.

	Índice SER		
	$-1 \leq SER \leq 0$	$0 < SER \leq 0,5$	$0,5 < SER \leq 1$
Nivel de conservación	U2	U1	FV

Conviene señalar que el índice SER es una propiedad poblacional, no individual como la severidad relativa. Es decir, se aplica a la extensión ocupada por cierto ecosistema y no a sus localizaciones individuales. En este sentido debe considerarse como un procedimiento paralelo a la matriz de severidad





relativa y extensión acumulada que usa la UICN para calcular niveles de riesgo (Tabla 4). Esta correspondencia es deliberada, ya que se ha buscado mantener la mayor consistencia posible con el método de evaluación aplicado por UICN. Desde nuestro punto de vista, el índice SER tiene la ventaja adicional de facilitar análisis cuantitativos.

Las tendencias no deberían ser valoradas exactamente de la misma forma que el estado. La razón principal es que el método 2dRUE realiza un análisis conservador que busca la degradación, la cual se debe separar de la simple pérdida de biomasa relacionada con variaciones climáticas interanuales. El resultado es que las tendencias que realmente recogen degradación activa son relativamente poco frecuentes. Estudios previos realizados con este método arrojan proporciones del 0,7% (noroeste de Magreb), 1–2% (península ibérica), nordeste de Brasil, 16% (Palestina) o 19% (Mozambique). Estos últimos valores máximos corresponden a situaciones extremas de presión sobre los recursos naturales, y puede comprenderse que difícilmente podría llegarse al 25% requerido para evaluar una formación vegetal natural como desfavorable. De hecho, hacerlo así sería desconocer que los estados son variables de nivel y las tendencias variables de flujo, por lo que no pueden examinarse con las mismas magnitudes ni proporciones.

### 3. ELEMENTOS PARA EL TRABAJO EN FORMATO RÁSTER

#### 3.1. Sistemas de referencia de coordenadas

El procedimiento descrito en este trabajo debe ser realizado en formato ráster porque las fuentes originales de datos (imágenes de satélite e interpolaciones climáticas) están en él, y así se asegura una mínima pérdida de información.

Los sistemas de referencia de coordenadas (SRC) deben seguir las especificaciones del Real Decreto 1071/2007<sup>6</sup>. Para ello se propone manejar el conjunto del territorio nacional en dos lotes:

- El territorio peninsular y Baleares forman un lote único. Su SRC será proyección UTM huso 30 en el sistema ETRS89 (código EPSG 25830).
- Canarias forma un lote diferente, con SRC proyección UTM huso 28 en el sistema REGCAN95 (código EPSG 4083).

Puede apreciarse que, en ambos lotes, las coordenadas proyectadas se han transformado a un solo huso UTM (30 para península y Baleares, 28 para Canarias) con objeto de mantener el territorio correspondiente en una única capa.

El uso de códigos EPSG (*European Petroleum Survey Group*) es convencional para operadores geomáticos, y es la mejor forma de asegurar que los diferentes SRC son referidos sin ambigüedades. Los detalles de los códigos pueden consultarse y ser descargados en diferentes formatos a través del portal web EPSG.io<sup>7</sup> y se dan a continuación en formato WKT (*Well Known Text*) para mayor facilidad de consulta.

---

<sup>6</sup> Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

<sup>7</sup> <http://epsg.io/>



■ EPSG 25830:

```
PROJCS["ETRS89 / UTM zone 30N",  
GEOGCS["ETRS89",  
  DATUM["European_Terrestrial_Reference_System_1989",  
    SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,  
      AUTHORITY["EPSG","7019"]],  
    TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],  
    AUTHORITY["EPSG","6258"]],  
  PRIMEM["Greenwich",0,  
    AUTHORITY["EPSG","8901"]],  
  UNIT["degree",0.0174532925199433,  
    AUTHORITY["EPSG","9122"]],  
    AUTHORITY["EPSG","4258"]],  
PROJECTION["Transverse_Mercator"],  
PARAMETER["latitude_of_origin",0],  
PARAMETER["central_meridian",-3],  
PARAMETER["scale_factor",0.9996],  
PARAMETER["false_easting",500000],  
PARAMETER["false_northing",0],  
UNIT["metre",1,  
  AUTHORITY["EPSG","9001"]],  
AXIS["Easting",EAST],  
AXIS["Northing",NORTH],  
AUTHORITY["EPSG","25830"]]
```

■ EPSG 4083:

```
PROJCS["REGCAN95 / UTM zone 28N",  
GEOGCS["REGCAN95",  
  DATUM["Red_Geodesica_de_Canarias_1995",  
    SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,  
      AUTHORITY["EPSG","7019"]],  
    TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],  
    AUTHORITY["EPSG","1035"]],  
  PRIMEM["Greenwich",0,  
    AUTHORITY["EPSG","8901"]],  
  UNIT["degree",0.0174532925199433,  
    AUTHORITY["EPSG","9122"]],  
    AUTHORITY["EPSG","4081"]],  
PROJECTION["Transverse_Mercator"],  
PARAMETER["latitude_of_origin",0],  
PARAMETER["central_meridian",-15],  
PARAMETER["scale_factor",0.9996],  
PARAMETER["false_easting",500000],  
PARAMETER["false_northing",0],  
UNIT["metre",1,  
  AUTHORITY["EPSG","9001"]],  
AXIS["Easting",EAST],  
AXIS["Northing",NORTH],  
AUTHORITY["EPSG","4083"]]
```



### 3.2. Ventanas de trabajo

Tras fijar los SRC, el siguiente problema es especificar retículas o *grids* que permitan manejar mapas ráster alineados y consistentes a través de todo el proyecto. Los metadatos propuestos aparecen a continuación.

- Ventana para España peninsular y Baleares:

columnas: 1259

filas: 909

SRC: EPSG 25830

unidades: m

min. X: -108000

max. X: 1151000

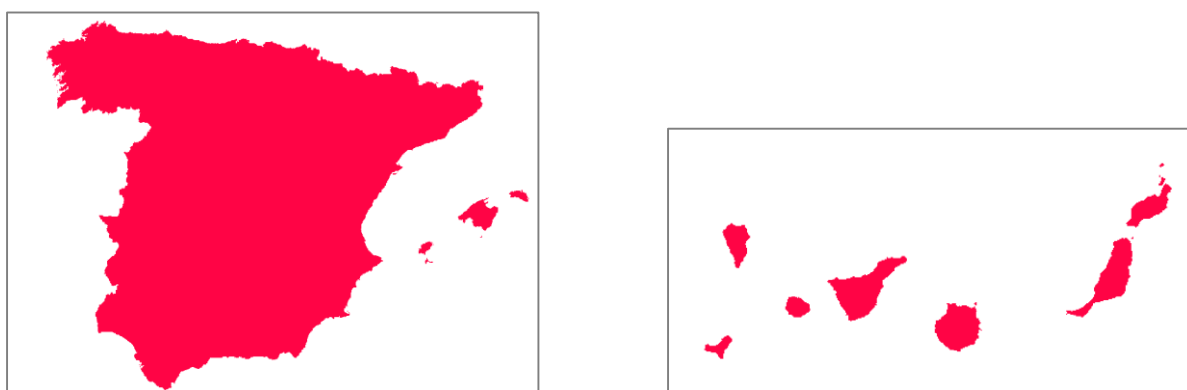
min. Y: 3970000

max. Y: 4879000

resolución: 1000 m o múltiplos

La Figura 1 muestra las ventanas de trabajo, con las máscaras ráster utilizadas en ambos territorios a una resolución de 1000 m. La fuente de datos para esas máscaras y otras divisiones administrativas es el producto GISCO NUTS 2013<sup>8</sup> producido por Eurostat (Comisión Europea; lote RG\_01M\_2013).

Las coberturas vectoriales fueron proyectadas, desde su SRC original en coordenadas geodésicas sin proyectar en el *datum* WGS84 (EPSG 4326), a los SRC respectivos de las ventanas de trabajo. A la resolución referida, las áreas de las máscaras son de 498 696 km<sup>2</sup> (España peninsular y Baleares) y 7439 km<sup>2</sup> (Canarias). Estos datos se tomarán como referencia en los análisis subsiguientes.



**Figura 1** Ventanas de trabajo y máscaras para España peninsular y Baleares (izquierda) y Canarias (derecha). Fuente: elaboración propia.

<sup>8</sup> <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units/nuts>



### 3.3. Rasterización de coberturas vectoriales

En el apartado 4 de este trabajo se expone un caso práctico para 25 tipos de hábitat que proceden de la Cartografía de los Tipos de Hábitat Forestales de España a escala 1:50.000 (CHFE50; Sánchez de Dios *et al.* 2019). A su vez, esta cartografía tiene como base el Mapa Forestal de España 1:50.000. El formato de dichos mapas es de coberturas vectoriales, y deben ser rasterizados para su análisis.

Rasterizar un mapa vectorial no es un problema obvio. El procedimiento común consiste en registrar la presencia de un polígono en una celda cuando el centro de esta se encuentra incluido en aquel. Eso causa efectos indeseados, especialmente con polígonos pequeños o de formas muy irregulares, que resultan en grandes variaciones de la superficie rasterizada dependiendo de la resolución espacial.

La solución de seleccionar una resolución espacial muy alta simplemente entierra el problema debajo de la alfombra, y tiene el efecto secundario cierto de incrementar el tamaño de las bases de datos y su tiempo de manejo.

La resolución óptima para rasterizar una cobertura vectorial debe ser tan alta como sea necesario, y tan baja como sea posible. Sobre esta base se ha realizado un pequeño ensayo, consistente en rasterizar los mapas vectoriales de la CHFE50 en un rango de resoluciones espaciales. Los resultados se informan en el apartado 4.

### 3.4. Efecto de la proyección sobre las frecuencias de valores

El producto 2dRUE-ES fue calculado originalmente en un SRC geodésico sin proyectar (EPSG 4326), y para su presentación final fue proyectado a los dos sistemas y ventanas descritos en los apartados 3.1 y 3.2 (Sanjuán *et al.* 2014). Las transformaciones aplicaron el método del vecino más próximo, dada la naturaleza cualitativa del producto final y también para no suavizar excesivamente los valores originales en los casos de variables cuantitativas.

La realización de consultas estadísticas de 2dRUE-ES a resoluciones kilométricas y para extensiones importantes de territorio acepta perfectamente el procedimiento descrito en el párrafo anterior. Sin embargo, este estudio reúne tres particularidades: i) tiene una resolución de trabajo mucho más alta (250 m) que la nativa de 2dRUE-ES; ii) los ecosistemas ocupan extensiones que pueden ser muy pequeñas; y iii) la forma de los polígonos que contienen los ecosistemas puede ser muy irregular. La particularidad i) se resuelve desagregando las celdas originales, de modo que cada celda de 1000 m de lugar a 16 celdas de 250 m. Sin embargo, las particularidades ii) y iii) anticipan una gran sensibilidad a los efectos de tamaño y borde en el recuento de estados y tendencias dentro de los polígonos.

Ello obliga a extremar precauciones sobre las deformaciones incurridas en el proceso de proyección, y plantea la siguiente pregunta: ¿es equivalente proyectar y luego desagregar en la misma operación? Esto fue abordado mediante el siguiente análisis estadístico.

El universo fue la parte de territorio ocupada por el conjunto de todos los ecosistemas. Se usaron tres versiones de 2dRUE-ES para obtener distribuciones de frecuencias (convertidas a km<sup>2</sup>), tanto de estados como de tendencias:



- **ESPERADA:** SRC EPSG 4326 a resolución de 0,0022499° (aproximadamente 250 m de círculo máximo). Obtenido por desagregación (×16) desde su resolución original de 0,0090051° (aproximadamente 1000 m de círculo máximo). Representa la versión de control.
- **OBSERVADA\_1:** SRC EPSG 25830 a resolución de 250 m. Obtenido en dos pasos: 1) proyección a 1000 m de resolución desde EPSG 4326 a 0,0090051° (aproximadamente 1000 m de círculo máximo) y 2) desagregación (×16) a 250 m de resolución. Representa la opción de proyectar y desagregar sucesivamente en la pregunta formulada.
- **OBSERVADA\_2:** SRC EPSG 25830 a resolución de 250 m. Obtenido en un solo paso: proyección a 250 m de resolución desde EPSG 4326 a 0,0090051° (aproximadamente 1000 m de círculo máximo). Representa la opción de proyectar y desagregar simultáneamente en la pregunta formulada.

El contraste seleccionado fue bondad del ajuste mediante chi-cuadrado ( $\chi^2$ ). Cada versión OBSERVADA\_\* fue comparada con la versión ESPERADA, con la hipótesis nula de que son equivalentes más allá de pequeñas diferencias debidas al azar. El nivel de significación para rechazar la hipótesis nula fue fijado en  $p= 0,05$  (Tabla 10).

**Tabla 10** Contrastes de chi-cuadrado (bondad de ajuste) respectivos entre una distribución de frecuencias esperada y dos observadas, tanto de estados como de tendencias resultantes del producto 2dRUE. Los conteos de frecuencias están expresados en km<sup>2</sup>. Fuente: elaboración propia.

	ESPERADA	OBSERVADA_1	OBSERVADA_2
<b>Estados</b>			
Anomalía de alto rendimiento	299,16	344,88	297,81
Referencia	293,83	309,81	288,94
Maduro	4363,47	4395,19	4371,94
Productivo de alta biomasa	3667,11	3704,69	3682,56
Productivo de baja biomasa	5259,09	5163,94	5276,25
Degradado	3917,04	3878,69	3935,56
Rendimiento basal	1100,85	1135,06	1109,69
<b><math>\chi^2</math></b>		<b>12,38588</b>	<b>0,4405730</b>
<b>Grados de libertad</b>		<b>7</b>	<b>7</b>
<b>p</b>		<b>0,088566</b>	<b>0,999636</b>
<b>Tendencias</b>			
Aumentando	62,39	62,81	60,56
Estática	2045,39	2079,88	2055,5
Fluctuando	6 699,48	6715	6736,56
Degradándose	10 526,67	10539,19	10548,63
<b><math>\chi^2</math></b>		<b>0,6352767</b>	<b>0,3543586</b>
<b>Grados de libertad</b>		<b>3</b>	<b>3</b>
<b>p</b>		<b>0,888311</b>	<b>0,949501</b>



No obstante, los ecosistemas o subdivisiones de ellos que arrojaron una frecuencia absoluta igual o inferior a 25 celdas de 250 m en los recuentos practicados en el caso práctico (apartado 4) fueron dados como 'desconocido' (D), sin cálculos ulteriores sobre su estado de conservación. Esta cifra se encuentra en el punto medio entre 1 km<sup>2</sup> (16 celdas de 250 m) y 2 km<sup>2</sup> (32 celdas de 250 m) y se consideró como umbral para cualquier valoración.

## 4. CASO PRÁCTICO PARA 25 TIPOS DE HÁBITAT DE BOSQUE

En este apartado se presentan los resultados de aplicar los procedimientos anteriores para valorar el parámetro 'Estructura y función' de la Matriz General de Evaluación, utilizando 25 tipos de hábitat de bosque procedentes de la CHFE50 (Sánchez de Dios *et al.* 2019). A su vez, estos 25 tipos de hábitat de bosque representan ocho tipos de hábitat de interés comunitario. Se informa también sobre sus tendencias temporales. Los resultados implican una implementación completa. Eso significa que, además de los valores finales para la Matriz General de Evaluación y los resultados de las tendencias, se ofrece un análisis de la resolución óptima de trabajo y otro que busca relaciones significativas o relevantes entre los tipos de hábitat de bosque o los THIC y el nivel 4 de la regionalización climática (dominios; del Barrio *et al.* 2019b). Al final del documento se incluye un anexo con resultados comentados para algunos tipos de hábitat de bosque, con objeto de facilitar la interpretación del estado de conservación en vista de los resultados.

### 4.1. Conversión de las coberturas vectoriales de distribución de sistemas forestales a formato ráster

#### 4.1.1. General

El planteamiento de este problema ha sido previamente descrito y el objetivo fue seleccionar una resolución de trabajo común para las distribuciones de todos los ecosistemas seleccionados. Aquí se informa de la pérdida de información resultante de convertir los polígonos vectoriales que contienen la distribución de los sistemas forestales seleccionados, en capas ráster correspondientes a una resolución espacial dada.

La aproximación consistió en rasterizar cada cobertura vectorial, a escala original 1:50.000, en un rango de resoluciones espaciales: 10 m, 100 m, 125 m, 200 m, 250 m, 500 m y 1000 m. El procedimiento fue observar las variaciones en el área resultante para cada ecosistema y resolución, tomando como referencia el área total según su cobertura vectorial correspondiente. Se especificó una tolerancia de  $\pm 1\%$  del área dada en formato vectorial para considerar aceptable un valor de área ráster asociada.

Los ecosistemas usados son 25 tipos de la CHFE50, identificados aquí con sus respectivos códigos. La ventana de trabajo es la descrita para España peninsular y Baleares, en el SRC EPSG 25830 (UTM huso 30 y datum ETRS89).



#### 4.1.2. Variaciones del área según la resolución espacial

El Anexo I muestra gráficamente las variaciones en el área resultante en función de la resolución ráster utilizada. La ausencia de variaciones monótonas sugiere una alta dependencia de las condiciones de partida, es decir, de la forma y estructura espacial del mapa de polígonos en cada caso. No obstante, puede apreciarse que los valores de área en formato ráster se desvían sustancialmente a resoluciones inferiores (más gruesas) de 500 m.

Ese resultado puede observarse con cierto detalle en la Figura 2 donde, en efecto, las resoluciones de 500 y 1000 m representan con mucha distorsión espacial las manchas correspondientes a ese ecosistema.



10 m



100 m



125 m



200 m

Continúa en la siguiente página ►



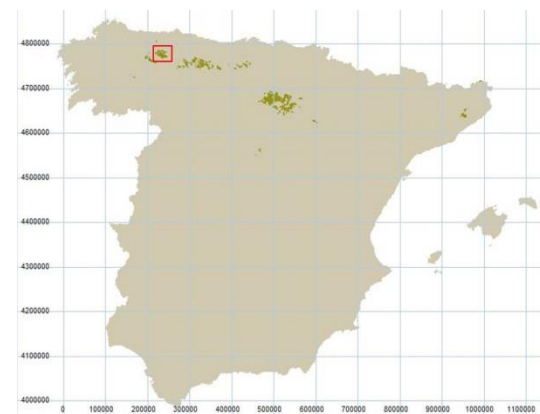
250 m



500 m



1000 m



Localización de la ventana

**Figura 2** Rasterización de parte del tipo de hábitat forestal 111MN\_222 Hayedos oligótrofos, montanos o subatlánticos: cántabro-pirenaicos, ibérico-septentrionales y ayllonenses, a resoluciones progresivamente gruesas. La situación de la ventana aparece en la última imagen. Fuente: elaboración propia.

La resolución de 250 m aparece en la mayoría de los ecosistemas como el mejor compromiso entre un detalle suficientemente fino y un tamaño de ráster aceptable para su manejo en computación. En todos los casos se encuentra dentro de la tolerancia de  $\pm 1\%$ . Por estas razones, es seleccionada como la resolución de trabajo.

Como se explica en el apartado 3.4, los ecosistemas que dan lugar a frecuencias absolutas iguales o inferiores a 25 celdas de 250 m no han sido evaluados, ya que se encuentran muy próximos al umbral de incertidumbre asociado a la resolución de 1 km a la que se encuentran los mapas de 2dRUE y otros productos. Estos casos aparecen como 'desconocido' (D) en los resultados de los análisis.





## 4.2. Asociación entre tipos de hábitat de bosque y dominios climáticos

### 4.2.1. General

Los tipos de ecosistemas identificados en la CHF50 necesitan un ámbito espacial al que referirse. Una razón para ello es que los factores ambientales que los controlan pueden variar en el espacio, y es necesario identificar las zonas correspondientes para asegurar cierta homogeneidad en la valoración de las respuestas ecológicas. Si lo anterior es cierto, otra razón es que se requiere diferenciar las presencias significativas de un ecosistema en cierto ámbito, de aquellas más espurias que se deben al azar o a condiciones extrazonales. Adicionalmente algunos procedimientos, como el de fragmentación que se describe en Del Barrio *et al.* (2019a), requieren un ámbito espacial explícito al que referir sus resultados. Para terminar, solo con un ámbito espacial podrá examinarse en futuros proyectos la vulnerabilidad de los ecosistemas frente a un ambiente en cambio, por ejemplo, usando escenarios de cambio climático o de usos del suelo. Todo ello es así incluso para ecosistemas tan concretos y detallados como los derivados de la CHF50.

Los ecosistemas objeto de este análisis se definen como zonales, lo que significa que su distribución a escalas pequeñas (gran territorio, poco detalle) se explica principalmente por situarse en intervalos o zonas de variación climática. Por ello, la regionalización climática desarrollada en Del Barrio *et al.* (2019b) proporciona un soporte adecuado para este estudio.

El objetivo de este análisis es, por tanto, identificar un conjunto de combinaciones entre ecosistemas y clima que sean significativas o relevantes y que puedan ser consideradas como las unidades ecosistémicas básicas sobre las que aplicar los diversos procedimientos.

Conviene aclarar que el planteamiento anterior se adaptaría mejor a formaciones vegetales zonales simples. De ese modo, la denominación de las unidades ecosistémicas tendría una parte puramente vegetal y otra puramente climática. En este caso, el proceso de designación de los ecosistemas ha incorporado unas condiciones topoclimáticas que trascienden a lo meramente vegetal, resultando en unidades complejas. No obstante, incluso en este caso es importante separar la componente interpretativa del análisis estadístico ciego, y persiste la necesidad de definir un ámbito para cada unidad. Esas dos razones justifican el análisis que sigue.

### Tipos de hábitat de bosque

Para este caso práctico han servido de marco 25 tipos de hábitat de bosque procedentes de la CHF50. No puede obviarse su paralelismo con los THIC, sobre los cuales el estado español debe informar periódicamente.

Las semejanzas se basan en las formaciones vegetales a que se refieren, y las diferencias se basan en que los tipos de hábitat de la CHF50 están muy pormenorizados, mientras que los THIC proceden de una definición florística mucho más amplia. Como resultado, los tipos de hábitat de la CHF50 pueden interpretarse como subdivisiones de los THIC. La correspondencia concreta adoptada aquí se muestra en la Tabla 11.

Quizá esta sección es apropiada para comentar la irregularidad de detalle entre los conjuntos de THIC y tipos de hábitat de la CHF50. La Tabla 11 muestra, para los hayedos, tres THIC, que corresponden a un total de cuatro tipos de hábitat de la CHF50. Para los pinares, muestra otros tres THIC que incluyen un



total de once tipos de hábitat de la CHFE50. Los robledales siguen una tendencia parecida, que en general apoya el mayor grado de agregación de los THIC respecto a los tipos de hábitat de la CHFE50. Sin embargo, al examinar los alcornocales, resulta que solo existe un THIC (Alcornocales de *Quercus suber*, como si pudieran ser de otra especie) para agrupar cinco tipos de hábitat de la CHFE50. Esta y otras anomalías no presentes en la Tabla 11 sugieren que el nivel de detalle empleado en los THIC para describir vegetación centroeuropea es muy superior al aplicado a la mediterránea, algo que parece exceder el ámbito estrictamente botánico.

Los análisis practicados en los siguientes apartados tienen los tipos de hábitat de la CHFE50 como sujeto principal. Sin embargo, y para favorecer esa tarea de información periódica mencionada sobre la Red Natura 2000, también se ofrecen resultados para los THIC.

**Tabla 11** Equivalencia entre los tipos de hábitat de interés comunitario de bosque y los tipos de hábitat de la CHFE50. Fuente: elaboración propia.

**Nota:** todos los tipos de hábitat de la CHFE50 mostrados en la tabla corresponden al grupo de masas dominadas por una especie (prefijo '111MN\_') por lo que para mejorar la visualización se ha omitido este prefijo en los códigos. Los tipos de hábitat de la CHFE50 223 y 631 no se corresponden con ningún THIC.

Tipo de hábitat de interés comunitario		Tipo de hábitat de la CHFE50
9430	Bosques montanos y subalpinos de <i>Pinus uncinata</i> (*en sustratos yesosos o calcáreos), en adelante Pinares de pino negro (*sobre sustratos yesosos o calcáreos)	111, 112, 113 y 114
9120	Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de <i>Ilex</i> y a veces de <i>Taxus</i> ( <i>Quercion robori-petraeae</i> o <i>Ilici-Fagenion</i> ), en adelante Hayedos oligótrofos	222
9130	Hayedos del <i>Asperulo-Fagetum</i> , en adelante Hayedos éutrofos	221
9150	Hayedos calcícolas medioeuropeos del <i>Cephalanthero-Fagion</i> , en adelante Hayedos submediterráneos calcícolas	224 y 225
9230	Robledales galaico-portugueses con <i>Quercus robur</i> y <i>Quercus pyrenaica</i> , en adelante Melojares o rebollares y bosques mixtos subatlánticos	321, 322, 323 y 324
9330	Alcornocales de <i>Quercus suber</i> , en adelante Alcornocales	430, 431, 432, 433 y 434
9530* <sup>9</sup>	Pinares (sud-) mediterráneos de pinos negros endémicos, en adelante Pinares de pino salgareño o laricio	511, 512, 513 y 514
9540	Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos, en adelante Pinares de pino negral, carrasco y piñonero	631, 632 y 633

<sup>9</sup> Los tipos de hábitat de interés comunitario que se señalan con un asterisco (\*) son considerados prioritarios.



#### 4.2.2. Datos y métodos

El universo de este estudio fue el espacio geográfico ocupado por el conjunto de 25 tipos de hábitat de la CHF50 que se obtuvo por rasterización de las capas vectoriales respectivas, y subsecuente superposición de todas ellas. La extensión resultante fue de 19 412,44 km<sup>2</sup> para los tipos de hábitat de la CHF50 y 16 791,63 km<sup>2</sup> para los THIC. La diferencia se debe a la exclusión de los tipos de hábitat de la CHF50 111MN\_233 y 111MN\_631 del conjunto de los THIC.

El atributo espacial quedó definido por el nivel 4 de la regionalización climática descrita en Del Barrio *et al.* (2019b). Los códigos y nombres de los dominios climáticos son los siguientes:

- 0801 Atlántico litoral o colino
- 0802 Subatlántico montano cantábrico
- 0803 Subatlántico lusitano
- 0804 Alpino (pirenaico)
- 0805 Submediterráneo húmedo (montano)
- 0806 Submediterráneo continental (semiárido)
- 0807 Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremadurese)
- 0808 Termomediterráneo

Se diseñó una red de muestreo siguiendo un esquema estratificado-aleatorio, por el que se dividió el espacio en cuadrículas, situando un punto al azar dentro de cada una de ellas. Esta separación evita la autocorrelación en el muestreo de otras capas ráster con resolución nativa de 1000 m usadas en el proyecto, incluyendo la propia regionalización, y especialmente casos en que varios puntos pudieran caer dentro de la misma celda. Dicha red cubre todo el territorio de la España peninsular con un total de 48 825 puntos, de los que 1910 corresponden a los tipos de hábitat de la CHF50. La red resultante fue reutilizada en otros análisis.

Una batería de pruebas preliminares examinando la presencia de los tipos de hábitat de la CHF50 según niveles de la regionalización climática condujo a seleccionar el nivel 4 (partición en 8 dominios climáticos) como el mejor compromiso entre detalle climático y cantidad de presencias como para sostener un análisis estadístico.

Se usó un contraste de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para determinar si existe asociación entre dos variables categóricas: tipo de hábitat de la CHF50 y dominio climático. La inspección preliminar mencionada en el párrafo anterior permitió anticipar que podrían no cumplirse algunos requisitos de este contraste especialmente que las frecuencias esperadas no sean inferiores a cinco. Eso llevó a realizar el análisis usando el método de Monte Carlo, que permite dar una estimación de la significación exacta sin tener en cuenta los supuestos del método asintótico. La significación exacta es siempre fiable, independientemente del tamaño, la distribución, la dispersión o el equilibrio de los datos. Se trata de producir al azar una gran cantidad de tablas de contingencia manteniendo constantes las sumas marginales, y calcular los valores respectivos de  $\chi^2$ . A continuación, se determina la posición de la tabla 'real' en la distribución de estos valores para ver su probabilidad.

En caso de asociación significativa, se examinarían los residuales para determinar la significación de cada combinación [tipo de hábitat de la CHF50  $\times$  dominio] de la tabla de contingencia. El residual es la diferencia entre el valor esperado y el observado. Cuando este valor es distinto de cero puede haber



significación, pero la cuestión es saber el tamaño mínimo para que esa diferencia sea significativa. Para ello se usaron residuales corregidos, en unidades de desviación típica y que presentan una distribución normal. En consecuencia, en las asociaciones donde los valores absolutos del residual sean superiores a 1,96, las diferencias entre frecuencias observadas y esperadas serán significativamente altas. Es decir, que habrá más casos o menos, según el signo, de los que debería haber si no existiría relación entre ese tipo de hábitat de la CHFE50 y ese dominio. Del resto de los residuales, aquellos que presenten valores absolutos inferiores a 1,96, no es posible afirmar nada. Una ventaja adicional de usar residuales ajustados es que sus valores normalizados permiten comparar las diferentes asociaciones.

Finalmente, los resultados se pusieron en común con el grupo responsable del parámetro 'Superficie ocupada' de bosques (Sánchez de Dios *et al.* 2019) para analizar y evaluar, particularmente, aquellos tipos de hábitat de la CHFE50 cuya distribución abarca varias clases climáticas, de tal modo que, si fuera conveniente, se incluyesen más asociaciones al margen de las obtenidas por los procedimientos estadísticos. A estas asociaciones se les ha denominado 'relevantes' diferenciándolas de las 'significativas' procedentes de los cálculos estadísticos.

Los análisis descritos fueron también aplicados a los THIC, previa reagrupación de los tipos de hábitat de la CHFE50 (Tabla 11). Los análisis fueron repetidos para el nuevo juego de datos, atribuyendo la categoría de 'significativas' a las combinaciones que satisficieron las condiciones expuestas más arriba. Sin embargo, la categoría 'relevantes' fue atribuida si el THIC correspondiente cumplía una de estas condiciones al cruzarlo con un dominio climático: incluye al menos un tipo de hábitat de la CHFE50 relevante en el dominio en cuestión, o la combinación no es significativa, pero incluye al menos un tipo de hábitat de la CHFE50 que sí lo era para ese dominio.

### 4.2.3. Resultados

La Tabla 12 presenta la superficie total ocupada por cada tipo de hábitat de la CHFE50 y su distribución por dominios climáticos. Algunos tipos de hábitat de la CHFE50 (111MN\_114 y 111MN\_514) ocupan una superficie próxima a 1 km<sup>2</sup> y otros (111MN\_433 y 111MN\_631) se encuentran restringidos a un solo dominio climático. Estos casos particulares fueron excluidos del análisis estadístico, aunque los tipos de hábitat de la CHFE50 111MN\_433 y 111MN\_631 fueron incluidos en las valoraciones posteriores.



**Tabla 12** Distribución de los tipos de hábitat de la CHFE50 por dominios climáticos (DOM) y asignación definitiva del atributo 'significativo' (verde) o 'relevante' (marrón) a ciertas combinaciones. Fuente: elaboración propia.

**Nota:** 0801= Atlántico litoral o colino; 0802= Subatlántico montano cantábrico; 0803= Subatlántico lusitano; 0804= Alpino (pirenaico); 0805= Submediterráneo húmedo (montano); 0806= Submediterráneo continental (semiárido); 0807= Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremadurensis); 0808= Termomediterráneo.

Código CHFE50	Extensión (km <sup>2</sup> )	DOM							
		0801	0802	0803	0804	0805	0806	0807	0808
111MN_111	406,75		1,6%		92,4%	6,0%			
111MN_112	286,5				94,0%	6,0%			
111MN_113	195,56		2,1%		93,1%	4,7%			
111MN_114	0,94		73,3%			26,7%			
111MN_221	489,19	0,3%	97,6%		1,8%	0,3%			
111MN_222	640,69	0,0%	57,3%		0,0%	42,6%	0,0%		
111MN_223	2168,06	10,3%	88,0%		0,5%	1,3%			
111MN_224	104,38		75,1%			24,9%			
111MN_225	313,75		21,9%		15,6%	62,5%			
111MN_321	572,13	1,6%	58,1%			40,3%			
111MN_322	4248,13	0,0%	22,7%	0,1%		72,3%	4,4%	0,5%	
111MN_323	2014,56		0,9%			74,9%	17,1%	7,0%	
111MN_324	660,88			0,0%		24,1%	0,0%	75,8%	0,0%
111MN_430	66,81	0,2%	11,4%	5,6%		18,1%	63,7%	0,5%	0,6%
111MN_431	883,19					1,7%	1,1%	89,6%	7,6%
111MN_432	849,38			19,8%		0,0%		0,6%	79,6%
111MN_433	57,19								100,0%
111MN_434	360,81					4,5%	95,5%		
111MN_511	3275,69				0,0%	60,8%	36,0%	3,1%	
111MN_512	125,81					72,7%	23,9%	3,4%	
111MN_513	378,31					54,8%	44,9%	0,3%	
111MN_514	1					100,0%			
111MN_631	452,75								100,0%
111MN_632	741,5					4,5%	53,8%	41,1%	0,6%
111MN_633	118,5					6,3%	93,1%		0,5%
<b>Total</b>	<b>19 412,44</b>	<b>1,2%</b>	<b>21,8%</b>	<b>0,9%</b>	<b>4,6%</b>	<b>40,8%</b>	<b>14,5%</b>	<b>9,7%</b>	<b>6,5%</b>

La prueba de  $\chi^2$  resultó significativa y permitió un análisis de residuales, que se presentan en la Tabla 13. Muchos de ellos son inferiores a 1,96, por lo que se consideran no significativos. De hecho, solo fueron interpretados los valores positivos ( $\geq 1,96$ ).

La consulta con los responsables de la CHFE50 identificó adicionalmente algunas combinaciones relevantes, cuyo residual es negativo y en principio expresaría repulsión de ese ecosistema para el dominio climático correspondiente. Son las combinaciones: [111MN\_632  $\times$  0805], [111MN\_434  $\times$  0805], [111MN\_322  $\times$  0806] y [111MN\_511  $\times$  0807]. Todas se corresponden con zonas marginales, de transición entre una clase climática y otra. Estas clases climáticas 0805, 0806 y 0807 son muy típicas de otros tipos



de hábitat de la CHF50, lo que apoya la hipótesis de que la presencia de los tipos de hábitat de la CHF50 señalados en ellas es extrazonal o marginal.

**Tabla 13** Residuales corregidos del contraste de asociación entre los tipos de hábitat de la CHF50 y los dominios climáticos (DOM) ( $\chi^2= 6151,621$ ,  $df= 140$ ,  $p < 1E-2$ ), y asignación del atributo 'significativo' (verde) o 'relevante' (rojo sobre marrón) a ciertas combinaciones. Las entradas están en unidades de desviación típica. Solo se interpretan valores  $\geq 1,96$ . Fuente: elaboración propia.

**Nota:** 0801= Atlántico litoral o colino; 0802= Subatlántico montano cantábrico; 0803= Subatlántico lusitano; 0804= Alpino (pirenaico); 0805= Submediterráneo húmedo (montano); 0806= Submediterráneo continental (semiarido); 0807= Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremadurensis); 0808= Termomediterráneo.

Código CHF50	Total	DOM							
		0801	0802	0803	0804	0805	0806	0807	0808
111MN_111	38	-0,6	-2,9	-0,6	26,7	-5,1	-2,7	-2	-1,3
111MN_112	30	-0,6	-2,9	-0,5	24,1	-4,4	-2,4	-1,7	-1,1
111MN_113	18	-0,4	-2,3	-0,4	19,3	-3,7	-1,8	-1,3	-0,9
111MN_221	45	-0,7	12,4	-0,7	-1,5	-5,6	-2,9	-2,1	-1,4
111MN_222	61	-0,8	5,2	-0,8	-1,8	1,3	-3,4	-2,5	-1,6
111MN_223	213	12,1	24,9	-1,5	-2,4	-13,1	-6,6	-4,9	-3,2
111MN_224	14	-0,4	5,7	-0,4	-0,8	-2,2	-1,6	-1,2	-0,8
111MN_225	29	-0,6	1,2	-0,5	-1,2	2,9	-2,3	-1,7	-1,1
111MN_321	63	-0,8	6,2	-0,8	-1,8	0,5	-3,4	-2,5	-1,6
111MN_322	408	-2,3	-0,5	-1,7	-5,1	13,9	-6,6	-6,6	-4,7
111MN_323	193	-1,5	-7,3	-1,5	-3,2	10,2	-0,3	-1,2	-3
111MN_324	65	-0,8	-4,4	-0,8	-1,8	-1,7	-3,5	16,8	-1,7
111MN_430	8	-0,3	-0,7	3,3	-0,6	-1,7	3,7	-0,9	-0,6
111MN_431	79	-0,9	-4,8	-0,9	-2	-7,9	-3,9	25,6	2,8
111MN_432	80	-0,9	-4,9	17,7	-2	-7,9	-3,9	-2,9	35,5
111MN_434	32	-0,6	-3	-0,6	-1,3	-4,9	13,4	-1,8	-1,2
111MN_511	349	-2,1	-11,1	-2,1	-4,6	6,7	13,3	-4,5	-4,2
111MN_512	11	-0,3	-1,8	-0,3	-0,7	2	0,3	0	-0,7
111MN_513	41	-0,7	-3,5	-0,6	-1,4	1,7	5,1	-2	-1,3
111MN_632	60	-0,8	-4,2	-0,8	-1,7	-6,5	8,7	9	-0,9
111MN_633	13	-0,4	-1,9	-0,4	-0,8	-3,1	7,7	-1,1	0,7
<b>Total</b>	<b>1850</b>	<b>19</b>	<b>410</b>	<b>18</b>	<b>86</b>	<b>792</b>	<b>284</b>	<b>167</b>	<b>74</b>

El Anexo II contiene una relación, consistente con las Tablas 11 y 12, de las asociaciones definitivas entre los tipos de hábitat de la CHF50 y los dominios climáticos.

El mismo análisis fue practicado con los THIC. Las Tablas 14 y 15 presentan respectivamente las superficies ocupadas y la asociación con dominios climáticos. En general, los THIC 'heredan' las asociaciones entre sus respectivos tipos de hábitat de la CHF50 y dominios climáticos, con dos excepciones. Primera, la combinación [THIC 9230 x DOM07] que, no siendo significativa, fue dada como relevante al contener el tipo de hábitat 111MN\_324, el cual sí es significativo en la combinación [CHF50



111MN\_324 x DOM07]. Segunda, la combinación [THIC 9150 x DOM05], cuyo valor residual corregido no llega a 1,96.

El Anexo III contiene una relación, consistente con las Tablas 14 y 15, de las asociaciones definitivas entre THIC y dominios climáticos.

**Tabla 14** Distribución de los THIC por dominios climáticos (DOM) y asignación definitiva del atributo 'significativo' (verde) o 'relevante' (marrón) a ciertas combinaciones. Fuente: elaboración propia.

**Nota:** 0801= Atlántico litoral o colino; 0802= Subatlántico montano cantábrico; 0803= Subatlántico lusitano; 0804= Alpino (pirenaico); 0805= Submediterráneo húmedo (montano); 0806= Submediterráneo continental (semiárido); 0807= Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremadurenses); 0808= Termomediterráneo.

THIC	Extensión (km <sup>2</sup> )	DOM							
		0801	0802	0803	0804	0805	0806	0807	0808
9430	889,75		1,3%		930%	5,8%			
9120	640,69	0,0%	57,3%		0,0%	42,6%	0,0%		
9130	489,19	0,3%	97,6%		1,81%	0,3%			
9150	418,13		35,32%		11,7%	53,1%			
9230	7495,69	0,1%	17,6%	0,1%		66,3%	7,1%	8,9%	0,0%
9330	2217,38	0,0%	0,3%	7,7%		2,0%	17,9%	35,9%	36,1%
9530*	3780,81				0,0%	60,6%	36,5%	2,9%	
9540	860,00					4,8%	59,2%	35,4%	0,6%
<b>Total</b>	<b>16 791,63</b>	<b>0,1%</b>	<b>13,9%</b>	<b>1,0%</b>	<b>5,3%</b>	<b>47,0%</b>	<b>16,8%</b>	<b>11,2%</b>	<b>4,8%</b>

**Tabla 15** Residuales corregidos del contraste de asociación entre THIC y dominios climático (DOM) ( $\chi^2= 3339,218$ ,  $df= 42$ ,  $p < 1E-2$ ), y asignación del atributo 'significativo' (verde) o 'relevante' (marrón) a ciertas combinaciones. Las entradas están en unidades de desviación típica. Solo se interpretan valores  $\geq 1,96$ . Fuente: elaboración propia.

**Nota:** 0801= Atlántico litoral o colino; 0802= Subatlántico montano cantábrico; 0803= Subatlántico lusitano; 0804= Alpino (pirenaico); 0805= Submediterráneo húmedo (montano); 0806= Submediterráneo continental (semiárido); 0807= Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremadurenses); 0808= Termomediterráneo.

THIC	Total	DOM							
		0801	0802	0803	0804	0805	0806	0807	0808
9430	86		-3,4	-1,0	39,8	-8,7	-4,4	-3,2	-2,2
9120	61		8,3	-8	-1,8	,4	-3,6	-2,7	-1,8
9130	45		16,8	-7	-1,6	-6,2	-3,1	-2,3	-1,6
9150	43		6,9	-7	-1,5	,4	-3,0	-2,2	-1,5
9230	729		3,8	-3,3	-8,3	14,5	-10,2	-2,3	-8,3
9330	207		-5,8	10,5	-3,5	-14,6	,2	12,3	23,8
9530*	401		-9,1	-2,4	-5,3	5,0	12,9	-5,6	-5,3
9540	73		-3,4	-9	-2,0	-8,2	10,3	7,0	-9
<b>Total</b>	<b>1645</b>		<b>221</b>	<b>18</b>	<b>83</b>	<b>790</b>	<b>284</b>	<b>167</b>	<b>82</b>



### 4.3. Valoración del estado ecológico de los tipos de hábitat de bosque y de los THIC

#### 4.3.1. General

Esta sección contiene los resultados de aplicar el índice SER (apartado 2.3.3) a diversos tipos de hábitat de bosque, basándose en sus configuraciones respectivas de estados de madurez ecológica. El objetivo fue ofrecer una valoración para su uso directo en la Matriz General de Evaluación.

En la línea expuesta en las secciones precedentes de facilitar los informes periódicos sobre la Red Natura 2000, se ofrecen resultados tanto para los tipos de hábitat de la CHF50 como para los THIC en sus combinaciones significativas o relevantes con los dominios climáticos de la regionalización.

Adicionalmente, se informa del índice SER también para las combinaciones entre los tipos de hábitat de la CHF50 o los THIC y las regiones biogeográficas que maneja la Agencia Europea de Medio Ambiente (en adelante, BIO). En este caso no hubo lugar a análisis estadísticos que establecieran la significación de esas combinaciones, ya que dichas regiones biogeográficas son meros recintos designados que sirven de marco para producir informes y resúmenes. Por esa razón, todas las ocurrencias de los tipos de hábitat de la CHF50 y de los THIC dentro de las tres regiones biogeográficas presentes en el área de estudio fueron informadas.

El índice SER fue calculado entonces en los siguientes niveles:

- 0801 Atlántico litoral o colino
- [CHF50]
- [CHF50 x DOM] (solo combinaciones significativas o relevantes)
- [CHF50 x BIO] (todas las combinaciones)
- [THIC]
- [THIC x DOM] (solo combinaciones significativas o relevantes)
- [THIC x BIO] (todas las combinaciones)

#### 4.3.2. Datos y métodos

Los datos de entrada fueron:

- 0801 Atlántico litoral o colino.
- Los polígonos de 25 tipos de hábitat de la CHF50, rasterizados a una resolución de 250 m (apartado 4.1).
- El mapa de estados de madurez ecológica, producto 2dRUE-ES (apartado 2.2), remuestreado a 250 m de resolución.
- El mapa de nivel 4 – Dominios climáticos, regionalización climática (del Barrio *et al.* 2019b), remuestreado a 250 m de resolución.





- El mapa vectorial de regiones biogeográficas terrestres de ámbito nacional<sup>10</sup>, rasterizado a 250 m de resolución.

Los métodos están descritos en los apartados anteriores. Esencialmente, el índice SER se calcula usando proporciones de ciertos estados de madurez, con la siguiente formulación:

$$SER = \frac{(PAB + MAD + REF + AAR) - (DEG + PBB)}{(PAB + MAD + REF + AAR) + (DEG + PBB)}$$

La asignación subsiguiente de nivel de conservación aplica los siguientes intervalos dentro del rango de valores posibles:

- 0801 Atlántico litoral o colino
- FV ← [0.5 < SER ≤ 1]
- U1 ← [0 < SER ≤ 0.5]
- U2 ← [-1 ≤ SER ≤ 0]
- D ← nº de celdas ≤ 25

### 4.3.3. Resultados

Las Tablas 16 y 17 presentan respectivamente el índice SER de cada tipo de hábitat de la CHF50 o cada THIC y su clasificación para la Matriz General de Evaluación.

La interpretación de los tipos de hábitat de la CHF50 de alcornocales puede ayudar a comprender los resultados. Su ordenación creciente según el índice SER es la siguiente (Tabla 16): 111MN\_431, 111MN\_433, 111MN\_430, 111MN\_432 y 111MN\_434. De ellos, el tipo de hábitat de la CHF50 111MN\_431 tiene la mayor proporción en estado degradado (41,9%) y, junto con el estado productivo de baja biomasa (20,7%), su extensión con severidad relativa alta alcanza el 62,6% de su distribución total. Esto es más de la mitad, y resulta en un valor negativo del índice SER (-0,32), cuya codificación para la Matriz General de Evaluación es desfavorable-malo.

Por el contrario, el tipo de hábitat de la CHF50 111MN\_434 es el único de los alcornocales que tiene proporciones importantes en estados de referencia (13,4%) o anomalía de alto rendimiento (14,7%), y en total tiene un 93,9% de su extensión con una severidad relativa baja. El índice SER arroja un resultado positivo alto (0,88), que es codificado como 'favorable' en la Matriz General de Evaluación.

Las Figuras 3 y 4 muestran imágenes representativas de la situación descrita para esos dos tipos de hábitat de la CHF50. Se encuentran en localizaciones distantes (provincias de Huelva y Girona para el 111MN\_431 y el 111MN\_434, respectivamente). El producto 2dRUE-ES está corregido climáticamente y usa valores relativos de producción primaria y biomasa, por lo que sus resultados en ambas localizaciones pueden ser comparados. Las imágenes de esas figuras son ópticas y recogen el efecto por el que las zonas áridas siempre presentan menores coberturas vegetales que zonas más húmedas. Sin embargo, incluso con esta salvedad, las imágenes ilustran eficazmente la diferencia entre ambos tipos de hábitat.

<sup>10</sup> [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/Regiones\\_Biogeograficas.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/Regiones_Biogeograficas.aspx)



Obsérvese que el THIC 9330 Alcornocales se corresponde con los tipos de hábitat de la CHFE50 mencionados (Tabla 11). Su valor de SER en la Tabla 17 es de 0,1 (desfavorable-inadecuado). Este resultado intermedio ilustra que los THIC pueden ser entidades heterogéneas, especialmente en la región biogeográfica mediterránea, y que su desagregación en los tipos de hábitat de la CHFE50 correspondientes conduce a obtener información mucho más concluyente. De forma análoga, la subdivisión de los tipos de hábitat de la CHFE50 en unidades ecosistémicas asociadas a dominios climáticos añade precisión a la evaluación del parámetro 'Estructura y función'.

Conviene considerar que en estos ejemplos se contrastan situaciones extremas. Otros cambios más sutiles no serán fácilmente interpretables si no es mediante información obtenida *in situ*.

El Anexo IV muestra algunos ejemplos adicionales que pueden facilitar la interpretación de los resultados presentados en esta sección. Todos ellos conciernen a la evaluación como desfavorable-malo porque es la que puede implicar decisiones de mayor alcance en la conservación de la biodiversidad.

**Tabla 16** Proporción de la extensión de los tipos de hábitat de la CHFE50 por estados de madurez ecológica, índice SER resultante y nivel de conservación asignado a la Matriz General de Evaluación (MGE). Se muestran los resultados en tres ámbitos: [CHFE50] (en negrita), [CHFE50 x dominio climático] y [CHFE50 x región biogeográfica]. Las combinaciones que ocupan una cantidad igual o inferior a 25 celdas de 250 m de resolución aparecen como 'desconocido' (D) en la columna MGE. Fuente: elaboración propia.

**Nota:** ABR= anomalía de bajo rendimiento; BAS= rendimiento basal; DEG= degradado; PBB= productivo de baja biomasa; PAB= productivo de alta biomasa; MAD= maduro; REF= rendimiento de referencia; AAR= anomalía de alto rendimiento; FV= favorable (en verde); U1= desfavorable-inadecuado (en ámbar); U2= desfavorable-malo (en rojo); D= desconocido (en gris).

Código CHFE50	Estado (%)								SER	MGE
	ABR	BAS	DEG	PBB	PAB	MAD	REF	AAR		
<b>111MN_111</b>	<b>0,7</b>	<b>1,5</b>	<b>8,8</b>	<b>5,2</b>	<b>19,6</b>	<b>20,8</b>	<b>25,1</b>	<b>18,3</b>	<b>0,71</b>	<b>FV</b>
111MN_111-04	0,8	1,6	8,4	5,4	18,6	19,8	26,2	19,1	0,72	FV
111MN_111-ALP	0,7	1,5	8,9	5,2	19,3	20,9	25,1	18,4	0,71	FV
111MN_111-MED	0,0	0,0	0,0	0,0	65,5	0,0	34,5	0,0	1,00	FV
<b>111MN_112</b>	<b>0,3</b>	<b>1,0</b>	<b>11,8</b>	<b>3,0</b>	<b>17,7</b>	<b>28,6</b>	<b>21,3</b>	<b>16,2</b>	<b>0,70</b>	<b>FV</b>
111MN_112-04	0,3	1,0	11,4	2,8	16,2	28,7	22,3	17,2	0,71	FV
111MN_112-ALP	0,3	1,1	11,7	3,0	17,8	28,7	21,2	16,3	0,70	FV
111MN_112-MED	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,00	FV
<b>111MN_113</b>	<b>5,3</b>	<b>5,8</b>	<b>24,8</b>	<b>2,0</b>	<b>2,6</b>	<b>18,4</b>	<b>20,3</b>	<b>20,7</b>	<b>0,40</b>	<b>U1</b>
111MN_113-04	5,4	5,7	23,9	1,9	2,7	17,9	21,2	21,2	0,42	U1
111MN_113-ALP	5,4	5,8	24,7	2,1	2,4	18,3	20,3	21,0	0,40	U1
111MN_113-MED	0,0	2,2	34,8	0,0	17,4	26,1	19,6	0,0	0,29	U1
<b>111MN_114</b>										<b>D</b>
<b>111MN_221</b>	<b>0,3</b>	<b>0,7</b>	<b>11,5</b>	<b>1,9</b>	<b>12,1</b>	<b>58,6</b>	<b>13,3</b>	<b>1,7</b>	<b>0,73</b>	<b>FV</b>
111MN_221-02	0,2	0,7	11,3	1,9	12,2	59,6	12,6	1,5	0,73	FV
111MN_221-ALP	0,4	0,6	13,8	0,5	3,0	45,1	34,1	2,5	0,71	FV
111MN_221-ATL	0,2	0,7	10,0	2,0	14,8	63,9	6,8	1,5	0,76	FV
111MN_221-MED	0,0	1,7	23,0	5,2	9,2	36,0	24,9	0,0	0,43	U1
<b>111MN_222</b>	<b>0,1</b>	<b>0,9</b>	<b>5,3</b>	<b>15,1</b>	<b>49,1</b>	<b>14,1</b>	<b>13,3</b>	<b>2,2</b>	<b>0,59</b>	<b>FV</b>

Continúa en la siguiente página ►



Código CHF50	Estado (%)								SER	MGE
	ABR	BAS	DEG	PBB	PAB	MAD	REF	AAR		
111MN_222-02	0,1	1,4	6,2	18,3	34,9	17,3	18,2	3,5	0,50	U1
111MN_222-05	0,1	0,2	4,0	10,8	68,3	9,8	6,5	0,4	0,70	FV
111MN_222-ATL	0,3	2,1	9,6	26,0	32,8	11,2	14,9	3,0	0,27	U1
111MN_222-MED	0,0	0,0	2,3	7,7	60,0	16,0	12,2	1,6	0,80	FV
<b>111MN_223</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>8,7</b>	<b>2,6</b>	<b>21,9</b>	<b>44,0</b>	<b>20,4</b>	<b>2,3</b>	<b>0,77</b>	<b>FV</b>
111MN_223-01	0,0	0,1	19,7	1,1	2,1	42,7	33,9	0,4	0,58	FV
111MN_223-02	0,0	0,1	7,5	2,3	23,5	44,9	19,2	2,6	0,80	FV
111MN_223-ALP	0,0	0,0	8,3	3,9	6,6	66,0	15,0	0,2	0,76	FV
111MN_223-ATL	0,0	0,1	8,9	2,5	23,8	40,6	21,5	2,7	0,77	FV
111MN_223-MED	0,0	0,0	3,6	2,6	25,6	59,8	8,4	0,0	0,88	FV
<b>111MN_224</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>9,5</b>	<b>12,8</b>	<b>62,2</b>	<b>13,7</b>	<b>1,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,55</b>	<b>FV</b>
111MN_224-02	0,0	0,0	10,9	8,8	63,7	16,6	0,0	0,0	0,60	FV
111MN_224-05	0,0	1,9	5,3	24,8	57,8	4,8	5,1	0,2	0,39	U1
111MN_224-ATL	0,0	0,7	10,9	11,5	60,8	16,2	0,0	0,0	0,55	FV
111MN_224-MED	0,0	0,0	6,6	15,8	65,3	8,1	4,0	0,2	0,55	FV
<b>111MN_225</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>6,3</b>	<b>3,6</b>	<b>60,2</b>	<b>17,7</b>	<b>9,7</b>	<b>1,6</b>	<b>0,80</b>	<b>FV</b>
111MN_225-02	0,0	0,7	9,8	4,0	38,4	36,9	8,7	1,5	0,72	FV
111MN_225-04	2,0	2,8	13,2	3,3	30,4	19,5	21,3	7,4	0,65	FV
111MN_225-05	0,1	0,0	3,4	3,5	75,3	10,4	7,1	0,3	0,86	FV
111MN_225-ALP	1,6	2,6	21,3	6,8	24,6	21,4	14,6	7,1	0,41	U1
111MN_225-ATL	0,0	0,0	2,4	5,6	57,1	26,6	8,3	0,0	0,84	FV
111MN_225-MED	0,0	0,0	1,7	1,8	74,6	13,7	8,2	0,0	0,93	FV
<b>111MN_321</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	<b>15,5</b>	<b>13,8</b>	<b>42,5</b>	<b>22,9</b>	<b>4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,41</b>	<b>U1</b>
111MN_321-02	0,1	0,4	20,3	16,0	26,8	32,0	3,9	0,5	0,27	U1
111MN_321-05	0,0	0,0	8,8	11,1	66,2	8,3	5,6	0,1	0,60	FV
111MN_321-ALP										D
111MN_321-ATL	0,0	0,3	14,1	14,1	43,4	22,7	5,0	0,4	0,43	U1
111MN_321-MED	0,0	0,0	33,2	10,5	31,8	24,5	0,0	0,0	0,12	U1
<b>111MN_322</b>	<b>0,4</b>	<b>1,0</b>	<b>29,2</b>	<b>34,7</b>	<b>24,8</b>	<b>8,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,30</b>	<b>U2</b>
111MN_322-02	0,6	1,4	31,7	28,0	19,4	15,6	2,6	0,6	-0,22	U2
111MN_322-05	0,3	1,0	28,3	37,2	26,1	6,9	0,2	0,0	-0,33	U2
111MN_322-06	0,0	0,0	26,3	30,4	34,8	8,2	0,2	0,2	-0,13	U2
111MN_322-ATL	0,4	1,0	26,6	24,7	26,6	17,3	2,6	0,7	-0,04	U2
111MN_322-MED	0,3	1,0	29,9	37,4	24,3	6,6	0,3	0,1	-0,37	U2
<b>111MN_323</b>	<b>2,2</b>	<b>5,0</b>	<b>16,0</b>	<b>39,7</b>	<b>32,7</b>	<b>3,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>-0,20</b>	<b>U2</b>
111MN_323-05	2,0	4,5	16,0	39,5	33,4	3,2	0,7	0,6	-0,19	U2
111MN_323-06	1,8	1,8	2,4	51,5	38,6	2,5	0,8	0,7	-0,12	U2
111MN_323-07	4,9	18,7	51,4	14,7	9,8	0,4	0,1	0,0	-0,73	U2
111MN_323-MED	2,2	5,0	16,0	39,7	32,7	3,1	0,7	0,6	-0,20	U2
<b>111MN_324</b>	<b>1,7</b>	<b>3,1</b>	<b>54,1</b>	<b>23,7</b>	<b>5,5</b>	<b>11,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,64</b>	<b>U2</b>

Continúa en la siguiente página ►



Código CHF50	Estado (%)								SER	MGE
	ABR	BAS	DEG	PBB	PAB	MAD	REF	AAR		
111MN_324-05	1,6	3,3	66,5	21,9	3,8	2,8	0,0	0,0	-0,86	U2
111MN_324-07	1,7	3,0	50,2	24,3	6,0	14,7	0,0	0,0	-0,56	U2
111MN_324-MED	1,7	3,1	54,1	23,7	5,5	11,8	0,0	0,0	-0,64	U2
<b>111MN_430</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>15,5</b>	<b>6,4</b>	<b>58,0</b>	<b>18,1</b>	<b>0,5</b>	<b>1,6</b>	<b>0,56</b>	<b>FV</b>
111MN_430-02	0,0	0,0	0,8	3,3	80,3	15,6	0,0	0,0	0,90	FV
111MN_430-03	0,0	0,0	85,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1	U2
111MN_430-05	0,0	0,0	38,9	5,2	6,2	40,9	0,0	8,8	0,12	U1
111MN_430-06	0,0	0,0	5,4	6,6	73,3	14,0	0,7	0,0	0,76	FV
111MN_430-ATL	0,0	0,0	28,2	2,9	57,6	11,2	0,0	0,0	0,38	U1
111MN_430-MED	0,0	0,0	13,1	7,0	58,1	19,4	0,6	1,9	0,60	FV
<b>111MN_431</b>	<b>3,7</b>	<b>1,6</b>	<b>41,9</b>	<b>20,7</b>	<b>10,7</b>	<b>21,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,32</b>	<b>U2</b>
111MN_431-07	1,8	1,0	41,7	21,7	10,2	23,6	0,1	0,0	-0,30	U2
111MN_431-08	27,9	8,6	47,1	15,5	0,7	0,2	0,0	0,0	-0,97	U2
111MN_431-MED	3,7	1,6	41,9	20,7	10,7	21,4	0,1	0,0	-0,32	U2
<b>111MN_432</b>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	<b>33,4</b>	<b>10,0</b>	<b>30,9</b>	<b>24,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,12</b>	<b>U1</b>
111MN_432-03	1,6	3,7	47,4	16,6	21,3	9,5	0,0	0,0	-0,35	U2
111MN_432-08	0,3	0,2	29,9	8,1	33,5	27,9	0,0	0,0	0,23	U1
111MN_432-MED	0,6	0,9	33,4	10,0	30,9	24,1	0,0	0,0	0,12	U1
<b>111MN_433</b>	<b>4,9</b>	<b>0,1</b>	<b>32,8</b>	<b>19,3</b>	<b>13,0</b>	<b>29,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,10</b>	<b>U2</b>
111MN_433-08	4,9	0,1	32,8	19,3	13,0	29,8	0,0	0,0	-0,10	U2
111MN_433-MED	4,9	0,1	32,8	19,3	13,0	29,8	0,0	0,0		U2
<b>111MN_434</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>3,6</b>	<b>2,5</b>	<b>40,9</b>	<b>24,9</b>	<b>13,4</b>	<b>14,7</b>	<b>0,88</b>	<b>FV</b>
111MN_434-05	0,0	0,0	0,0	1,6	56,8	37,0	4,7	0,0	0,97	FV
111MN_434-06	0,1	0,0	3,8	2,5	40,2	24,3	13,8	15,3	0,87	FV
111MN_434-MED	0,1	0,0	3,6	2,5	40,9	24,9	13,4	14,7	0,88	FV
<b>111MN_511</b>	<b>2,0</b>	<b>1,2</b>	<b>25,8</b>	<b>11,1</b>	<b>29,6</b>	<b>23,3</b>	<b>3,4</b>	<b>3,7</b>	<b>0,24</b>	<b>U1</b>
111MN_511-05	1,6	1,0	22,3	10,1	34,6	19,2	5,4	5,9	0,34	U1
111MN_511-06	2,3	1,4	31,6	12,4	22,4	29,5	0,3	0,2	0,09	U1
111MN_511-07	5,4	1,9	28,4	15,5	15,2	33,5	0,1	0,0	0,05	U1
111MN_511-ALP	0,0	0,0	6,3	2,6	19,7	63,4	5,9	2,1	0,82	U1
111MN_511-MED	2,0	1,2	25,9	11,2	29,7	23,0	3,4	3,7	0,23	U1
<b>111MN_512</b>	<b>11,6</b>	<b>4,9</b>	<b>40,9</b>	<b>13,9</b>	<b>16,8</b>	<b>11,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,31</b>	<b>U2</b>
111MN_512-05	13,4	5,2	40,3	15,9	15,8	9,4	0,1	0,0	-0,38	U2
111MN_512-06	6,4	2,7	38,5	9,1	22,2	21,0	0,0	0,0	-0,05	U2
111MN_512-MED	11,6	4,9	40,9	13,9	16,8	11,9	0,0	0,0	-0,31	U2
<b>111MN_513</b>	<b>1,8</b>	<b>1,3</b>	<b>34,1</b>	<b>11,9</b>	<b>25,9</b>	<b>25,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,05</b>	<b>U1</b>
111MN_513-05	0,8	0,8	37,0	9,3	27,1	25,0	0,0	0,0	0,06	U1
111MN_513-06	3,0	1,8	30,0	15,2	24,7	25,1	0,2	0,0	0,05	U1
111MN_513-MED	1,8	1,3	34,1	11,9	25,9	25,0	0,1	0,0	0,05	U1
<b>111MN_514</b>										<b>D</b>
<b>111MN_631</b>	<b>13,6</b>	<b>2,0</b>	<b>31,5</b>	<b>9,8</b>	<b>18,9</b>	<b>21,7</b>	<b>2,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,02</b>	<b>U1</b>

Continúa en la siguiente página ►



Código CHF50	Estado (%)								SER	MGE
	ABR	BAS	DEG	PBB	PAB	MAD	REF	AAR		
111MN_631-08	13,6	2,0	31,5	9,8	18,9	21,7	2,4	0,2	0,02	U1
111MN_631-MED	13,6	2,0	31,5	9,8	18,9	21,7	2,4	0,2	0,02	U1
<b>111MN_632</b>	<b>2,5</b>	<b>1,2</b>	<b>7,9</b>	<b>23,6</b>	<b>37,7</b>	<b>23,2</b>	<b>2,6</b>	<b>1,2</b>	<b>0,34</b>	<b>U1</b>
111MN_632-05	0,0	0,0	1,5	1,3	63,9	32,8	0,6	0,0	0,94	FV
111MN_632-06	0,5	0,3	2,4	25,3	50,9	13,6	4,7	2,2	0,44	U1
111MN_632-07	5,1	2,4	15,3	24,2	18,0	34,8	0,1	0,0	0,15	U1
111MN_632-MED	2,5	1,2	7,9	23,6	37,7	23,2	2,6	1,2	0,34	U1
<b>111MN_633</b>	<b>0,7</b>	<b>0,4</b>	<b>8,1</b>	<b>11,1</b>	<b>35,6</b>	<b>22,7</b>	<b>15,6</b>	<b>5,8</b>	<b>0,61</b>	<b>FV</b>
111MN_633-06	0,7	0,2	7,9	9,2	34,8	24,2	16,8	6,2	0,65	FV
111MN_633-MED	0,7	0,4	8,1	11,1	35,6	22,7	15,6	5,8	0,61	FV

**Tabla 17** Proporción de la extensión de los THIC por estados de madurez ecológica, índice SER resultante y nivel de conservación asignado a la Matriz General de Evaluación (MGE). Se muestran los resultados en tres ámbitos: [THIC] (4 dígitos en negrita), [THIC x dominio climático] (4 dígitos – 2 dígitos) y [THIC x región biogeográfica] (4 dígitos – 3 letras). Fuente: elaboración propia.

**Nota:** ABR= anomalía de bajo rendimiento; BAS= rendimiento basal; DEG= degradado; PBB= productivo de baja biomasa; PAB= productivo de alta biomasa; MAD= maduro; REF= rendimiento de referencia; AAR= anomalía de alto rendimiento; FV= favorable (en verde); U1= desfavorable-inadecuado (en ámbar); U2= desfavorable-malo (en rojo); D= desconocido (en gris).

THIC	Estado (%)								SER	MGE
	ABR	BAS	DEG	PBB	PAB	MAD	REF	AAR		
<b>9430</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>13,3</b>	<b>3,8</b>	<b>15,3</b>	<b>22,8</b>	<b>22,8</b>	<b>18,1</b>	<b>0,6</b>	<b>FV</b>
9430-04	1,6	2,3	12,8	3,8	14,3	22,3	23,8	19,0	0,65	FV
9430-ALP	1,6	2,3	13,2	3,8	15,1	22,9	22,8	18,3	0,65	FV
9430-MED	0,0	1,0	21,6	0,0	39,2	11,8	26,5	0,0	0,56	FV
<b>9120</b>	<b>0,1</b>	<b>0,9</b>	<b>5,3</b>	<b>15,1</b>	<b>49,1</b>	<b>14,1</b>	<b>13,3</b>	<b>2,2</b>	<b>0,6</b>	<b>FV</b>
9120-02	0,1	1,4	6,2	18,3	34,9	17,3	18,2	3,5	0,50	U1
9120-05	0,1	0,2	4,0	10,8	68,3	9,8	6,5	0,4	0,70	FV
9120-ATL	0,3	2,1	9,6	26,0	32,8	11,2	14,9	3,0	0,27	U1
9120-MED	0,0	0,0	2,3	7,7	60,0	16,0	12,2	1,6	0,80	FV
<b>9130</b>	<b>0,3</b>	<b>0,7</b>	<b>11,5</b>	<b>1,9</b>	<b>12,1</b>	<b>58,6</b>	<b>13,3</b>	<b>1,7</b>	<b>0,7</b>	<b>FV</b>
9130-02	0,2	0,7	11,3	1,9	12,2	59,6	12,6	1,5	0,73	FV
9130-ALP	0,4	0,6	13,8	0,5	3,0	45,1	34,1	2,5	0,71	FV
9130-ATL	0,2	0,7	10,0	2,0	14,8	63,9	6,8	1,5	0,76	FV
9130-MED	0,0	1,7	23,0	5,2	9,2	36,0	24,9	0,0	0,43	U1
<b>9150</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	<b>7,1</b>	<b>5,9</b>	<b>60,7</b>	<b>16,7</b>	<b>7,6</b>	<b>1,2</b>	<b>0,7</b>	<b>FV</b>
9150-02	0,0	0,3	10,4	6,6	51,9	26,1	4,1	0,7	0,66	FV
9150-04	2,0	2,8	13,2	3,3	30,4	19,5	21,3	7,4	0,65	FV
9150-05	0,1	0,2	3,6	6,0	73,2	9,8	6,9	0,3	0,81	FV
9150-ALP	1,6	2,6	21,3	6,8	24,6	21,4	14,6	7,1	0,41	U1
9150-ATL	0,0	0,4	7,2	9,0	59,2	20,6	3,5	0,0	0,67	FV
9150-MED	0,0	0,0	2,4	3,9	73,2	12,9	7,6	0,0		FV

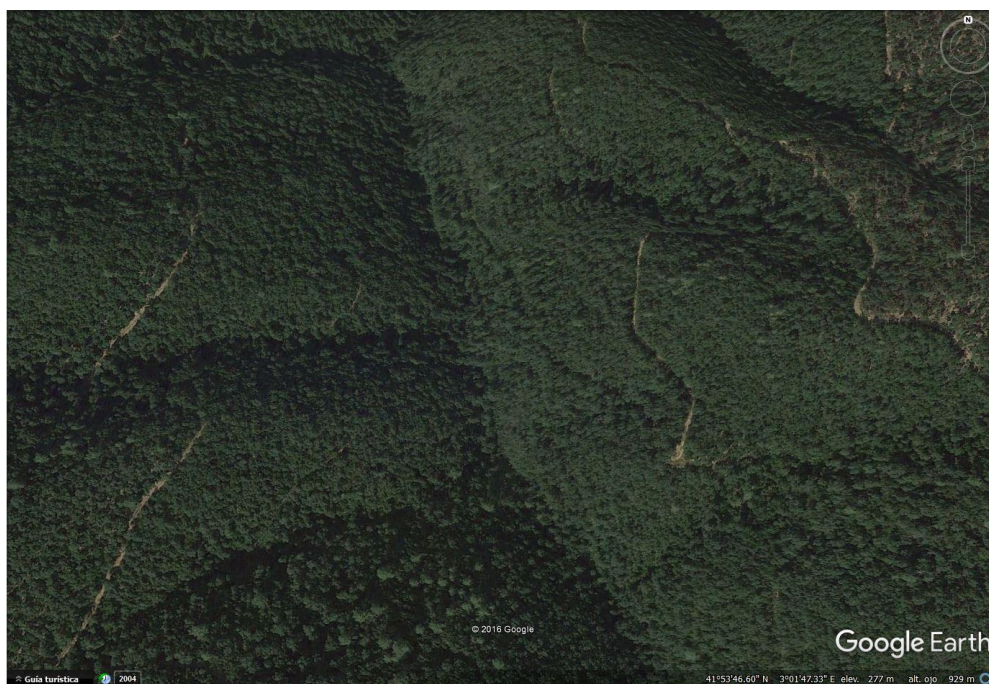
Continúa en la siguiente página ►



THIC	Estado (%)								SER	MGE
	ABR	BAS	DEG	PBB	PAB	MAD	REF	AAR		
<b>9230</b>	<b>0,9</b>	<b>2,2</b>	<b>26,8</b>	<b>33,5</b>	<b>26,6</b>	<b>8,7</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>-0,2</b>	<b>U2</b>
9230-02	0,4	1,1	28,4	24,9	21,6	19,8	3,0	0,6	-0,08	U2
9230-05	0,9	2,1	24,9	36,2	29,5	5,7	0,6	0,2	-0,26	U2
9230-06	1,2	1,2	10,8	44,1	37,3	4,5	0,6	0,5	-0,12	U2
9230-07	2,4	6,4	51,0	22,4	6,6	11,2	0,0	0,0	-0,61	U2
9230-ALP										D
9230-ATL	0,3	0,7	22,0	20,8	32,8	19,3	3,5	0,6	0,14	U1
9230-MED	1,1	2,6	28,0	36,5	25,1	6,1	0,4	0,2	-0,34	U2
<b>9330</b>	<b>1,8</b>	<b>1,0</b>	<b>31,4</b>	<b>13,2</b>	<b>24,8</b>	<b>23,1</b>	<b>2,2</b>	<b>2,4</b>	<b>0,1</b>	<b>U1</b>
9330-02	0,0	0,0	0,8	3,3	80,3	15,6	0,0	0,0	0,92	FV
9330-03	1,6	3,6	48,2	16,5	20,9	9,2	0,0	0,0	-0,36	U2
9330-05	0,0	0,0	29,9	2,6	33,2	30,1	1,7	2,5	0,35	U1
9330-06	0,0	0,0	3,9	3,0	45,0	22,6	12,1	13,3	0,86	FV
9330-07	1,8	1,0	41,7	21,8	10,2	23,5	0,1	0,0	-0,31	U2
9330-08	3,0	0,9	31,5	9,5	29,3	25,7	0,0	0,0	0,14	U1
9330-ATL	0,0	0,0	28,2	2,9	57,6	11,2	0,0	0,0	0,38	U1
9330-MED	1,8	1,0	31,4	13,2	24,7	23,2	2,2	2,4	0,08	U1
<b>9530*</b>	<b>2,3</b>	<b>1,3</b>	<b>27,1</b>	<b>11,3</b>	<b>28,8</b>	<b>23,1</b>	<b>2,9</b>	<b>3,2</b>	<b>0,2</b>	<b>U1</b>
9530-05	2,0	1,1	24,3	10,3	33,2	19,3	4,7	5,1	0,29	U1
9530-06	2,5	1,5	31,5	12,7	22,6	28,7	0,3	0,2	0,08	U1
9530-07	5,5	2,4	30,8	14,9	14,5	31,8	0,1	0,0	0,01	U1
9530-ALP	0,0	0,0	6,3	2,6	19,7	63,4	5,9	2,1	0,82	FV
9530-MED	2,3	1,3	27,3	11,3	28,9	22,8	2,9	3,2	0,20	U1
<b>9540</b>	<b>2,2</b>	<b>1,1</b>	<b>8,0</b>	<b>21,9</b>	<b>37,4</b>	<b>23,2</b>	<b>4,4</b>	<b>1,8</b>	<b>0,4</b>	<b>U1</b>
9540-05	0,0	0,0	3,3	8,1	61,0	27,1	0,5	0,0	0,77	FV
9540-06	0,5	0,3	3,6	21,8	47,4	15,9	7,4	3,1	0,49	U1
9540-07	5,1	2,4	15,3	24,2	18,0	34,8	0,1	0,0	0,15	U1
9540-MED	2,2	1,1	8,0	21,9	37,4	23,2	4,4	1,8	0,38	U1



**Figura 3** Imagen del tipo de hábitat de la CHFE50 111MN\_431 Alcornocales luso-extremadurenses, a menudo salpicados de encinas y quejigos. El estado según 2dRUE-ES es 'degradado'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura 4** Imagen del tipo de hábitat de la CHFE50 111MN\_434 Alcornocales catalanes (con alsinas). El estado según 2dRUE-ES es 'anomalía de alto rendimiento'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



#### 4.3.4. Observaciones

Los resultados obtenidos son consistentes con las evidencias encontradas durante el proceso de interpretación. Sin entrar en el fondo de esta, algunos aspectos son aparentes y deberán ser tenidos en cuenta al usarlos en el futuro:

1. Incompatibilidad de la resolución de las imágenes ráster a resolución nativa de 1000 m (en este caso 2dRUE-ES), con la configuración espacial de algunos tipos de hábitat. Esta escala no es arbitraria y resulta apropiada para procesos ecológicos donde el clima tiene una componente importante. La desagregación de estados a la resolución de trabajo de 250 m se realizó para compatibilizar con la de los ecosistemas y ajustarse en la medida de lo posible al tamaño y forma de los mismos (apartado 4.1 de este trabajo). En este proceso, el valor de una celda de 1000 m queda representado en 16 celdas de 250 m, todas ellas con el mismo valor original. La configuración espacial de los tipos de hábitat queda, en términos generales, bastante bien reflejada con esta desagregación espacial. Sin embargo, aquellos tipos de hábitat constituidos por manchas menores a 1 km<sup>2</sup>, perímetros irregulares o de distribución alargada, presentaran un valor que se verá afectado por el resto de territorio incluido en la celda nativa, además de la fracción ocupada por el propio ecosistema. Cuanto más grande, regular y compacto sea un ecosistema, mejor se adaptará al valor de la celda.
2. Heterogeneidad de los THIC. En la mayor parte de los casos, los THIC pueden entenderse como agregaciones de los tipos de hábitat de la CHFE50. Los resultados obtenidos para el índice SER en los THIC son frecuentemente valores intermedios comparados con el rango que resulta para los tipos de hábitat de la CHFE50 correspondientes. Eso es especialmente grave cuando un THIC incluye los tipos de hábitat de la CHFE50 separados por cientos de kilómetros y en dominios climáticos diferentes, algo que incide especialmente en la región biogeográfica mediterránea. Esta observación justifica el esfuerzo adicional contemplado en este proyecto por usar los tipos de hábitat de la CHFE50, y sus asociaciones significativas o relevantes con dominios climáticos, como unidades ecosistémicas para la Matriz General de Evaluación. Desde este punto de vista, los THIC pueden ser una unidad de información normalizada a efectos de la Red Natura 2000, pero las decisiones de conservación deberían tomarse sobre los tipos de hábitat de la CHFE50.
3. Productivo de Alta Biomasa (PAA). Se ha considerado el estado PAA como de severidad relativa baja. Esto es debido a que el paisaje de la península ibérica lleva cientos de años siendo alterado por el hombre, y muchos de los ecosistemas, a fuerza de aclareos y diferentes grados de manipulación, están lejos de ser considerados prístinos. Sin embargo, su estado general de conservación siempre que presente una importante carga o biomasa de la especie puede ser aceptable. También ocurre que las condiciones topo-edáficas donde se encuentre un ecosistema no permitan una cobertura densa y continua, como son los terrenos escarpados o roquedos.
4. Discontinuidad de la serie temporal de NDVI. El producto 2dRUE-ES fue calculado usando una serie de 120 imágenes mensuales de NDVI, pero no se disponía de la serie completa para todo el territorio peninsular. Particularmente, en las áreas de los Pirineos, cordillera Cantábrica, sistema Central y Sierra Nevada, se presentaban huecos debido a nubes o nieve. No obstante, se desarrolló un método para asignarle valores de estado y tendencia a estas áreas y se complementó con una estimación de la fiabilidad para cada celda.





5. Necesidad de validación formal. Las interpretaciones realizadas hasta el momento han apoyado los resultados obtenidos para la Matriz General de Evaluación, especialmente las basadas en resultados independientes del proyecto “Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España” (VV.AA. 2009). Pero su muestreo fue incidental y no pueden considerarse como una validación propiamente dicha. Esta podría alcanzarse cruzando sistemáticamente los resultados aquí presentados con estimaciones independientes del estado de los bosques, por ejemplo, las derivadas de Pescador *et al.* (2019). Tal validación, sin embargo, cae fuera de la perspectiva de este trabajo.

## 4.4. Análisis de tendencias temporales de 25 tipos de hábitat de la Cartografía de los Tipos de Hábitat Forestales de España

### 4.4.1. General

La condición ecológica de un ecosistema tiene una componente de nivel referida a su estado, y otra de flujo referida a sus tendencias. El apartado anterior se ocupa de la primera, y esta trata de la segunda. Los conceptos asociados se han descrito con detalle en los apartados 2 y 3.

Hay dos tendencias importantes para establecer la condición de un ecosistema. La primera concierne a su respuesta temporal intrínseca, es decir, después de haber eliminado otros factores de cambio. Si esta respuesta es positiva, el ecosistema se considera ‘aumentando’ y, en el caso de un paisaje poco intervenido, la explicación más probable es que se recupere de una perturbación. Si la respuesta es negativa el ecosistema se considera ‘degradándose’ y significa que la perturbación está activa. La tendencia temporal, por tanto, concierne directamente al grado de conservación del ecosistema.

La segunda tendencia importante es la respuesta dinámica del ecosistema frente al clima. Si existe, en general expresa su homeostasis o capacidad de regulación. En este estudio, la variación interanual del clima se aproxima mediante un índice de aridez. El signo de la respuesta tiene una importancia secundaria, ya que depende del ecosistema en cuestión. Los que están situados en zonas donde el agua es limitante suelen mostrar respuestas negativas frente a la aridez, mientras que los que están en zonas limitadas por la temperatura dan frecuentemente respuestas positivas. La tendencia frente al clima es importante para explorar la previsible vulnerabilidad de un ecosistema ante un escenario de cambio climático.

El estudio que se presenta aquí es un análisis de las tendencias temporales y climáticas de los 25 tipos de hábitat de la CHF50 generados en Sánchez de Dios *et al.* (2019). Dicho análisis entra en ciertos detalles que se considerarán cuando se decida sobre la inclusión de las tendencias de condición para rellenar la parte correspondiente de la Matriz General de Evaluación.

El objetivo de este análisis fue responder a las siguientes preguntas:

- ¿Se están degradando los ecosistemas?
- ¿Es significativa la degradación encontrada?
- ¿Cómo se distribuye la degradación en los ecosistemas?
- ¿Qué incidencia tienen las fluctuaciones frente al clima?

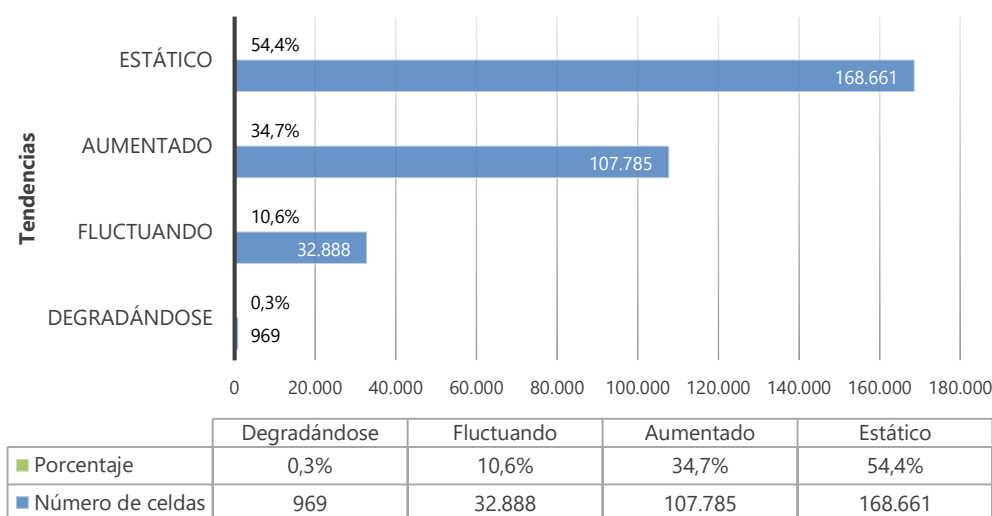


#### 4.4.2. Datos y métodos

Los datos de distribución de los ecosistemas, la red de muestreo y los métodos estadísticos coinciden con los descritos en el apartado 4.2.2 de este trabajo. De manera equivalente al apartado 4.3, aquí también se informa tanto de los tipos de hábitat de la CHFE50 como de los THIC en tres ámbitos geográficos: el de la distribución de los tipos de hábitat de la CHFE50 o de los THIC, sus combinaciones significativas o relevantes con dominios climáticos, y su presencia en las regiones biogeográficas. Los datos sobre tendencias de condición proceden del producto 2dRUE-ES y están descritos en el apartado 2.

#### 4.4.3. Resultados y observaciones

El análisis de frecuencias practicado al total de los ecosistemas revela que, aunque en un porcentaje pequeño, existen tendencias negativas en los ecosistemas (Figura 5). Así, el 0,3% de la superficie agregada de los 25 tipos de hábitat considerados se está degradando en el tiempo. Como referencia, esta tendencia alcanza el 1% para toda España. Aunque hay que prestar atención a esa cifra (y el propósito del análisis detallado busca localizar los casos más amenazados), no se puede obviar que la mayor parte de los ecosistemas tienen una tendencia positiva o estática, es decir, que su grado de conservación conjunto es, en este sentido, bueno.



**Figura 5** Distribución de las tendencias de condición en el conjunto de los tipos de hábitat de la CHFE50. Las celdas tienen una resolución de 250 m. Fuente: elaboración propia.

Se realizó un contraste de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para determinar si existe asociación entre pertenecer al conjunto de ecosistemas y la tendencia 'degradándose'. Para ello se usó la muestra de puntos descrita en el apartado 4.2.2 aplicada a todo el territorio de España peninsular. Se evaluó la presencia de degradación dentro y fuera del territorio del tipo de hábitat de la CHFE50 o del THIC. Los resultados demuestran que la asociación es significativa y que, como cabría esperar, el área ocupada por los



ecosistemas (tanto los tipos de hábitat de la CHF50 como los THIC) tiene asociación negativa con la degradación (Tabla 18).

**Tabla 18** Residuales corregidos del contraste de asociación entre territorio que incluye o no ecosistemas designados y tendencia a la degradación. En primer lugar, se muestran los resultados para los tipos de hábitat de la CHF50 ( $\chi^2= 9,59$ ,  $df= 1$ ,  $p= 0,0019 < 0,05$ ) y, en segundo lugar, los resultados para los THIC ( $\chi^2= 7,064$ ,  $df= 1$ ,  $p= 0,00786 < 0,05$ ). Fuente: elaboración propia.

**Nota:** las entradas están en unidades de desviación típica. Solo se interpretan valores absolutos  $\geq 1,96$  (fondo morado).

CHF50		
Degradándose	No	Sí
No	-0,061	0,305
Sí	0,609	-3,021

THIC		
Degradándose	No	Sí
No	-0,049	0,262
Sí	0,485	-2,599

Adicionalmente, se calcularon las frecuencias de las clases de tendencia para cada ecosistema y sus diferentes niveles. Los resultados revelan algunas cifras inquietantes (Tabla 19). Preocupan especialmente aquellos en donde el porcentaje de territorio 'degradándose' excede del 1%. Esta proporción supera la de toda la península ibérica, incluyendo espacios degradados, por lo que en áreas protegidas la cifra debería ser mucho menor.

Como puede verse en la tabla, los tipos de hábitat de la CHF50 con una pérdida de biomasa llamativa son el 111MN\_431 (1,5%), el 111MN\_433 (1,4%), el 111MN\_631 (1,4%) y el 111MN\_632 (1%). El tipo de vegetación en los dos primeros corresponde a alcornoques, mientras que los dos últimos son de pino piñonero.

Los valores anteriores están agregados por tipos de hábitat de la CHF50, pero se descubren casos más extremos cuando se desagregan por dominios climáticos. Así, por ejemplo, la combinación [CHF50 111MN\_431 x DOM08] alcanza un 7,3% de degradación activa. Eso significa que casi 5 de 67 ha han experimentado pérdida de biomasa.



**Tabla 19** Porcentaje de las tendencias de condición en los tipos de hábitat de la CHEF50 en tres ámbitos: [CHEF50], [CHEF50 x dominio climático] y [CHEF50 x región biogeográfica]. Fuente: elaboración propia.

**Nota:** DGR= degradándose; FLU= fluctuando; AUM= aumentando; EST= estático. Las combinaciones que ocupan una cantidad igual o inferior a 25 celdas de 250 m de resolución se indican mediante un asterisco.

Código CHEF50	Tendencia (%)			
	DGR	FLU	AUM	EST
<b>111MN_111</b>	<b>0,1</b>	<b>5,2</b>	<b>37,3</b>	<b>57,5</b>
111MN_111-04	0,1	5,5	35,5	59,0
111MN_111-ALP	0,1	5,2	37,1	57,7
111MN_111-MED	0,0	0,0	86,2	13,8
<b>111MN_112</b>	<b>0,0</b>	<b>5,9</b>	<b>42,2</b>	<b>51,9</b>
111MN_112-04	0,0	6,0	40,8	53,1
111MN_112-ALP	0,0	5,9	42,0	52,0
111MN_112-MED	0,0	0,0	100,0	0,0
<b>111MN_113</b>	<b>0,3</b>	<b>7,4</b>	<b>28,2</b>	<b>64,1</b>
111MN_113-04	0,3	7,8	26,3	65,5
111MN_113-ALP	0,3	7,5	27,6	64,5
111MN_113-MED	0,0	0,0	63,0	37,0
<b>111MN_114*</b>				
<b>111MN_221</b>	<b>0,1</b>	<b>1,6</b>	<b>14,6</b>	<b>83,7</b>
111MN_221-02	0,1	1,5	14,5	83,9
111MN_221-ALP	0,3	0,0	22,2	77,5
111MN_221-ATL	0,0	2,0	12,6	85,4
111MN_221-MED	0,0	1,2	14,7	84,1
<b>111MN_222</b>	<b>0,1</b>	<b>11,0</b>	<b>15,6</b>	<b>73,2</b>
111MN_222-02	0,3	5,6	12,8	81,4
111MN_222-05	0,0	18,3	19,5	62,2
111MN_222-ATL	0,4	3,9	13,6	82,1
111MN_222-MED	0,0	15,8	17,0	67,2
<b>111MN_223</b>	<b>0,0</b>	<b>2,3</b>	<b>13,9</b>	<b>83,8</b>
111MN_223-01	0,0	0,9	28,0	71,1
111MN_223-02	0,0	2,3	12,4	85,4
111MN_223-ALP	0,0	1,4	5,9	92,7
111MN_223-ATL	0,0	2,4	14,8	82,7
111MN_223-MED	0,0	1,5	20,8	77,6
<b>111MN_224</b>	<b>0,0</b>	<b>13,7</b>	<b>31,7</b>	<b>54,6</b>
111MN_224-02	0,0	11,3	34,3	54,3
111MN_224-05	0,0	20,7	23,9	55,4
111MN_224-ATL	0,0	9,8	36,5	53,7
111MN_224-MED	0,0	21,6	24,9	53,6
<b>111MN_225</b>	<b>0,0</b>	<b>13,7</b>	<b>46,9</b>	<b>39,4</b>
111MN_225-02	0,0	9,9	37,1	53,0
111MN_225-04	0,0	6,6	48,7	44,7
111MN_225-05	0,0	16,8	49,9	33,3
111MN_225-ALP	0,0	5,3	39,8	54,8
111MN_225-ATL	0,0	41,6	19,6	38,8
111MN_225-MED	0,0	8,1	57,6	34,3

Continúa en la siguiente página ►



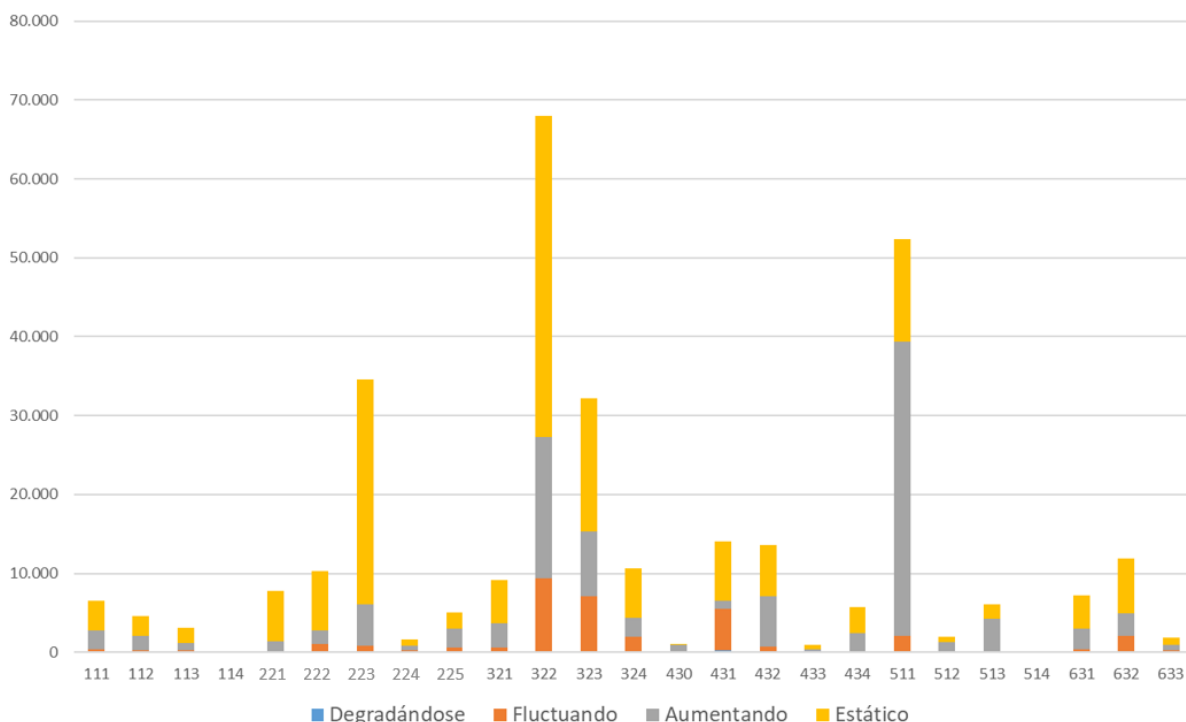
Código CHFES0	Tendencia (%)			
	DGR	FLU	AUM	EST
<b>111MN_321</b>	<b>0,1</b>	<b>6,3</b>	<b>34,4</b>	<b>59,2</b>
111MN_321-02	0,2	5,9	33,1	60,9
111MN_321-05	0,1	7,1	34,8	58,8
111MN_321-ALP*				
111MN_321-ATL	0,2	6,6	34,5	58,8
111MN_321-MED	0,0	2,5	31,9	65,6
<b>111MN_322</b>	<b>0,1</b>	<b>13,5</b>	<b>26,5</b>	<b>59,9</b>
111MN_322-02	0,1	3,5	36,2	60,2
111MN_322-05	0,2	14,5	24,3	61,0
111MN_322-06	0,0	50,4	10,8	38,8
111MN_322-ATL	0,1	7,6	28,1	64,2
111MN_322-MED	0,1	15,1	26,0	58,7
<b>111MN_323</b>	<b>0,5</b>	<b>21,9</b>	<b>24,7</b>	<b>53,0</b>
111MN_323-05	0,5	20,3	23,4	55,9
111MN_323-06	1,0	34,5	13,9	50,7
111MN_323-07	0,0	10,0	67,8	22,3
111MN_323-MED	0,5	21,9	24,7	53,0
<b>111MN_324</b>	<b>0,4</b>	<b>18,7</b>	<b>22,8</b>	<b>58,1</b>
111MN_324-05	1,3	7,6	13,7	77,5
111MN_324-07	0,1	22,2	25,7	52,0
111MN_324-MED	0,4	18,7	22,8	58,1
<b>111MN_430</b>	<b>0,0</b>	<b>2,5</b>	<b>82,3</b>	<b>15,2</b>
111MN_430-02	0,0	1,6	38,5	59,8
111MN_430-03	0,0	5,0	68,3	26,7
111MN_430-05	0,0	5,7	62,2	32,1
111MN_430-06	0,0	0,9	97,5	1,6
111MN_430-ATL	0,0	2,9	47,6	49,4
111MN_430-MED	0,0	2,4	88,9	8,7
<b>111MN_431</b>	<b>1,5</b>	<b>36,7</b>	<b>7,8</b>	<b>54,0</b>
111MN_431-07	1,1	37,2	6,3	55,4
111MN_431-08	7,3	41,0	2,2	49,4
111MN_431-MED	1,5	36,7	7,8	54,0
<b>111MN_432</b>	<b>0,4</b>	<b>4,9</b>	<b>48,1</b>	<b>46,7</b>
111MN_432-03	0,3	5,7	48,0	46,1
111MN_432-08	0,5	4,4	48,4	46,7
111MN_432-MED	0,4	4,9	48,1	46,7
<b>111MN_433</b>	<b>1,4</b>	<b>12,3</b>	<b>18,7</b>	<b>67,5</b>
111MN_433-08	1,4	12,3	18,7	67,5
111MN_433-MED	1,4	12,3	18,7	67,5
<b>111MN_434</b>	<b>0,7</b>	<b>1,1</b>	<b>40,8</b>	<b>57,5</b>
111MN_434-05	0,0	0,0	82,1	17,9
111MN_434-06	0,7	1,1	38,8	59,3
111MN_434-MED	0,7	1,1	40,8	57,5

Continúa en la siguiente página ►



Código CHFES0	Tendencia (%)			
	DGR	FLU	AUM	EST
<b>111MN_511</b>	<b>0,1</b>	<b>3,4</b>	<b>71,6</b>	<b>24,9</b>
111MN_511-05	0,1	4,6	66,2	29,2
111MN_511-06	0,1	1,6	81,6	16,6
111MN_511-07	1,2	1,2	61,0	36,6
111MN_511-ALP	0,0	0,5	80,3	19,2
111MN_511-MED	0,1	3,5	71,5	24,9
<b>111MN_512</b>	<b>0,0</b>	<b>7,0</b>	<b>58,5</b>	<b>34,5</b>
111MN_512-05	0,0	9,5	50,9	39,6
111MN_512-06	0,0	0,4	81,7	17,9
111MN_512-MED	0,0	7,0	58,5	34,5
<b>111MN_513</b>	<b>0,0</b>	<b>1,1</b>	<b>71,5</b>	<b>27,4</b>
111MN_513-05	0,0	0,0	60,2	39,8
111MN_513-06	0,0	2,2	85,4	12,4
111MN_513-MED	0,0	1,1	71,5	24,9
<b>111MN_514*</b>				
<b>111MN_631</b>	<b>1,3</b>	<b>3,3</b>	<b>38,6</b>	<b>56,8</b>
111MN_631-08	1,3	3,3	38,6	56,8
111MN_631-MED	1,3	3,3	38,6	56,8
<b>111MN_632</b>	<b>1,0</b>	<b>15,6</b>	<b>25,1</b>	<b>58,3</b>
111MN_632-05	0,0	1,3	0,0	98,7
111MN_632-06	0,1	21,3	33,2	45,4
111MN_632-07	2,3	2,4	15,3	24,2
111MN_632-MED	1,0	15,6	25,1	58,3
<b>111MN_633</b>	<b>0,7</b>	<b>8,9</b>	<b>41,2</b>	<b>49,3</b>
111MN_633-06	0,7	7,8	39,6	51,9
111MN_633-MED	0,7	8,9	41,2	49,3

Es importante establecer el alcance de la degradación. La Figura 6 muestra gráficamente los datos de la Tabla 19 y refuerza el hecho de que en todos los ecosistemas la tendencia predominante es la estática (ausencia de tendencia) y el aumento de biomasa en el tiempo. Esta última probablemente pueda relacionarse con su evolución tras el abandono hace unas décadas, cuando España entró en la Unión Europea y tuvo que reformar su política agraria abandonando muchos cultivos.



**Figura 6** Histograma apilado de las tendencias de condición en los tipos de hábitat de la CHF50. Para facilitar la visualización se han obviado los prefijos '111MN\_' puesto que todos los tipos de hábitat pertenecen a bosques monoespecíficos. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, la Tabla 20 presenta las tendencias para los THIC. Cabe destacar porcentajes reseñables en los THIC 9330 (1,08%), 9530\* (1,15%) y 9540 (2,32%)

**Tabla 20** Porcentaje de las tendencias de condición en los THIC en tres ámbitos: [THIC] (código de 4 dígitos en caracteres grandes), [THIC x dominio climático] (4 dígitos – 2 dígitos) y [THIC x región biogeográfica] (4 dígitos – 3 letras). Fuente: elaboración propia.

**Nota:** DGR= degradándose; FLU= fluctuando; AUM= aumentando; EST= estático. Las combinaciones que ocupan una cantidad igual o inferior a 25 celdas de 250 m de resolución se indican mediante un asterisco.

THIC	Tendencia (%)			
	DGR	FLU	AUM	EST
<b>9430</b>	<b>0,1</b>	<b>5,9</b>	<b>36,9</b>	<b>57,1</b>
9430-04	0,1	6,1	35,2	58,5
9430-ALP	0,1	5,9	36,6	57,3
9430-MED	0,0	0,0	79,4	20,6
<b>9120</b>	<b>0,1</b>	<b>11,0</b>	<b>15,6</b>	<b>73,2</b>
9120-02	0,3	5,6	12,8	81,4
9120-05	0,0	18,3	19,5	62,2
9120-ATL	0,3	2,1	9,6	26,0
9120-MED	0,0	0,0	2,3	7,7

Continúa en la siguiente página ►



THIC	Tendencia (%)			
	DGR	FLU	AUM	EST
<b>9130</b>	<b>0,1</b>	<b>1,6</b>	<b>14,6</b>	<b>83,7</b>
9130-02	0,1	1,5	14,5	83,9
9130-ALP	0,0	2,0	12,6	85,4
9130-ATL	0,0	2,0	12,6	85,4
9130-MED	0,0	1,2	15,4	83,3
<b>9150</b>	<b>0,0</b>	<b>13,7</b>	<b>43,1</b>	<b>43,2</b>
9150-02	0,0	10,7	35,6	53,7
9150-04	0,0	6,6	48,7	44,7
9150-05	0,0	17,3	46,9	35,9
9150-ALP	0,0	5,3	39,8	54,8
9150-ATL	0,0	24,9	27,9	47,2
9150-MED	0,0	10,1	52,8	37,2
<b>9230</b>	<b>0,3</b>	<b>15,7</b>	<b>26,3</b>	<b>57,8</b>
9230-02	0,1	4,2	34,9	60,8
9230-05	0,3	15,7	24,2	59,8
9230-06	0,6	40,0	12,8	46,6
9230-07	0,1	18,9	34,5	46,5
9230-ALP*				
9230-ATL	0,3	0,7	22,0	20,8
9230-MED	0,3	17,7	25,3	56,8
<b>9330</b>	<b>0,9</b>	<b>17,1</b>	<b>31,1</b>	<b>50,9</b>
9330-02	0,0	1,6	38,5	59,8
9330-03	0,3	5,6	48,4	45,7
9330-05	0,0	2,2	70,2	27,6
9330-06	0,6	1,7	46,0	51,7
9330-07	1,1	37,2	6,3	55,4
9330-08	1,1	8,0	42,4	48,4
9330-ATL	0,0	2,9	47,6	49,4
9330-MED	0,9	17,1	31,0	50,9
<b>9530*</b>	<b>0,1</b>	<b>3,3</b>	<b>71,1</b>	<b>25,5</b>
9530-05	0,0	4,4	65,0	30,6
9530-06	0,1	1,7	85,1	16,1
9530-07	1,2	1,6	60,7	36,5
9530-ALP	0,0	0,5	80,3	19,2
9530-MED	0,1	3,3	71,1	25,5
<b>9540</b>	<b>1,0</b>	<b>14,7</b>	<b>27,3</b>	<b>57,1</b>
9540-05	0,0	5,8	12,0	82,2
9540-06	0,2	18,4	34,6	46,8
9540-07	2,3	9,6	16,8	71,3
9540-MED	1,0	14,7	27,3	57,1





La conclusión más importante de este estudio es que las bajas proporciones de territorio con degradación activa, encontradas en prácticamente todos los tipos de hábitat de la CHFE50 y los THIC, no aconseja explorar formulaciones de carácter general como la que aplica el índice SER a la evaluación del estado de conservación para la Matriz General de Evaluación. Por ejemplo, el propio índice SER podría ser aplicado usando las proporciones de tendencias 'aumentando' y 'degradándose', en una especie de implementación del concepto de neutralidad en la degradación de tierras que busca afanosamente la Convención de Naciones Unidas para la lucha contra la desertificación. El primer problema se encontraría en la casi nula sensibilidad de este indicador, ya que en general las proporciones de la tendencia 'aumentando' son un orden de magnitud superiores a las de 'degradándose'. Aplicado a los resultados aquí presentados, solo la combinación [CHFE50 111MN\_431 x DOM08] arrojaría un valor negativo. El segundo problema es que la intensidad de esas tendencias no es igual, y en general la degradación es mucho más rápida que la agradación. Un índice calculado de esta forma podría producir una sensación de seguridad completamente falsa. Finalmente, un tercer problema podría presentarse por considerar solo la fracción total de ecosistema que se encuentra en degradación, sin tener en cuenta su posible asociación estadística con la severidad relativa del estado de la vegetación donde se detecta. Es decir, no es lo mismo que se degrade un ecosistema maduro, a que lo haga un ecosistema degradado.

El uso recomendado para estos resultados es el de completar la historia reciente del ecosistema en cuestión y ayudar a interpretarla. En vista de esa historia, y de unas pruebas estadísticas que excederían el enfoque de este estudio, las tendencias podrían ser incorporadas a la Matriz General de Evaluación. Esta conclusión no podría haberse obtenido sin estos resultados, que por tanto suponen un punto de partida y no de llegada para evaluar el estado de conservación.



## 5. REFERENCIAS

- Baret F, Bartholomé E, Bicheron P, Borstlap G, Bydekerke L & Combal B. 2006. VGT4 Africa user manual. 1<sup>st</sup> edition. Publications Office of the European Union. Institute for Environment and Sustainability.
- Benavid A, del Barrio G, Ruiz A, Sanjuán M E, Sainz-Ollero H & Simon J C. 2015. Libro rojo de los ecosistemas forestales de Marruecos. UICN. Gland. 164 pp.
- Bland L M, Keith D A, Miller R M, Murray N J & Rodríguez J P (eds.). 2016. Directrices para la aplicación de las Categorías y Criterios de la Lista Roja de Ecosistemas de UICN. UICN. Gland. 96 pp.
- Del Barrio G, Sanjuán M E, Martínez-Valderrama J & Ruiz A. 2019a. Descripción de un procedimiento normalizado para cuantificar el grado de fragmentación de los tipos de hábitat de bosque y matorral. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 116 pp.
- Del Barrio G, Sanjuán M E, Martínez-Valderrama J & Ruiz A. 2019b. Descripción y ensayo de un procedimiento de regionalización climática del territorio. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 42 pp.
- Del Barrio G, Puigdefábregas J, Sanjuán M E, Stellmes M & Ruiz A. 2010. Assessment and monitoring of land condition in the Iberian Peninsula, 1989–2000. *Remote Sensing of Environment*. 114(8): 1817–1832.
- Del Barrio G, Sanjuán M E, Hirche A, Yassin M, Ruiz A, Ouessar M & Puigdefábregas J. 2016. Land Degradation States and Trends in the Northwestern Maghreb Drylands, 1998–2008. *Remote Sensing*. 8(7): 1–25.
- DG Environment. 2017. Reporting under Article 17 of the Habitats Directive: Explanatory notes and guidelines for the period 2013–2018. Final version, May 2017. Compiled by the European Environment Agency (EEA) and its European Topic Centre on Biological Diversity (ETC/BD). Brussels. 188 pp.
- Evans J & Geerken R. 2004. Discrimination between climate and human-induced dryland degradation. *Journal of Arid Environments*. 57(4): 535–554.
- García I & Jiménez P. 2009. 9230 Robledales de *Quercus pyrenaica* y robledales de *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica* del Noroeste ibérico. 66 pp. En: VV.AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- Keith D A, Rodríguez J P, Rodríguez-Clark K M, Nicholson E, Aapala K, Alonso A, Asmussen M, Bachman S, Basset A, Barrow E G, Benson J S, Bishop M J, Bonifacio R, Brooks T M, Burgman M A, Comer P, Comín F A, Essl F, Faber-Langendoen D, Fairweather P G, Holdaway R J, Jennings M, Kingsford R T, Lester R E, Mac Nally R, McCarthy M A, Moat J, Oliveira-Miranda M A, Pisanu P, Poulin B, Regan T J, Riecken U, Spalding M D & Zambrano-Martínez S. 2013. Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. *PLoS ONE*. 8(5): e62111.
- Le Houerou H N. 1984. Rain Use Efficiency - A unifying concept in arid-land ecology. *Journal of Arid Environments*. 7(3): 213–247.
- Orr B J & UNCCD. 2011. Scientific review of the UNCCD provisionally accepted set of impact indicators to measure the implementation of strategic objectives 1, 2 and 3. Version 1. Office of Arid Lands Studies, University of Arizona. Tucson. 73 pp.



Pescador D S, Vayreda J, Escudero A & Lloret F. 2019. Identificación y descripción de las variables utilizadas en el Inventario Forestal Nacional para la evaluación de la 'Estructura y función' de los tipos de hábitat de bosque. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 135 pp.

Pickup G, Bastin G N & Chewings V H. 1998. Identifying trends in land degradation in non-equilibrium rangelands. *Journal of Applied Ecology*. 35(3): 365–377.

Regato P & del Río M. 2009. 9530 Pinares (sud-) mediterráneos de *Pinus nigra* endémicos (\*). 96 pp. En: VV.AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.

Ruiz A, del Barrio G & Sanjuán M E. 2011a. A 1970-2010 archive of climate surfaces for the Iberian Peninsula. <https://digital.csic.es/handle/10261/126572>.

Ruiz A, Sanjuán M E, del Barrio G & Puigdefábregas J. 2011b. r2dRue: 2d Rain Use Efficiency library. R package version 1.04. R Package. Comprehensive R Archive Network. <http://cran.r-project.org/package=r2dRue>.

Sánchez de Dios R, Sainz-Ollero H & Velázquez J C. 2019. Descripción de métodos para estimar las tasas de cambio del parámetro 'Superficie ocupada' de los tipos de hábitat de bosque. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 80 pp.

Sanjuán M E, del Barrio G, Ruiz A, Rojo L, Puigdefábregas J & Martínez A. 2014. Evaluación y seguimiento de la desertificación en España. Mapa de la Condición de la Tierra 2000-2010. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 80 pp.

Sanjuán M E, Ruiz A & del Barrio G. 2012. The 2dRUE tool for assessment and monitoring of land cover status. Estación Experimental de Zonas Áridas (EEZA - CSIC). [http://www.eeza.csic.es/eeza/g\\_geo/videogeo.htm](http://www.eeza.csic.es/eeza/g_geo/videogeo.htm).

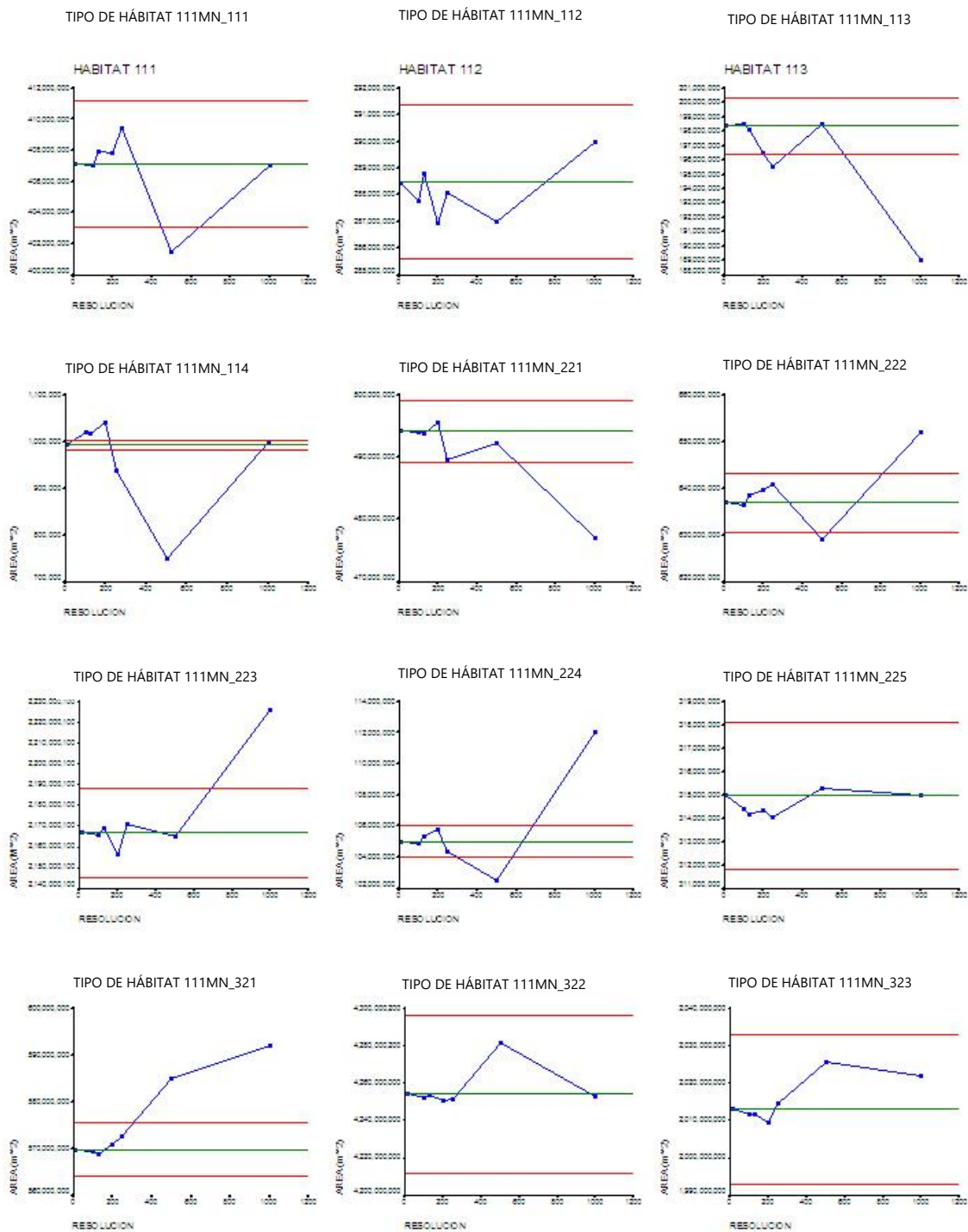
Verón S R, Paruelo J M & Oesterheld M. 2006. Assessing desertification. *Journal of Arid Environments*. 66(4): 751–763.

VV.AA. 2009. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn\\_tip\\_hab\\_esp\\_bases\\_eco\\_preliminares.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_tip_hab_esp_bases_eco_preliminares.aspx).

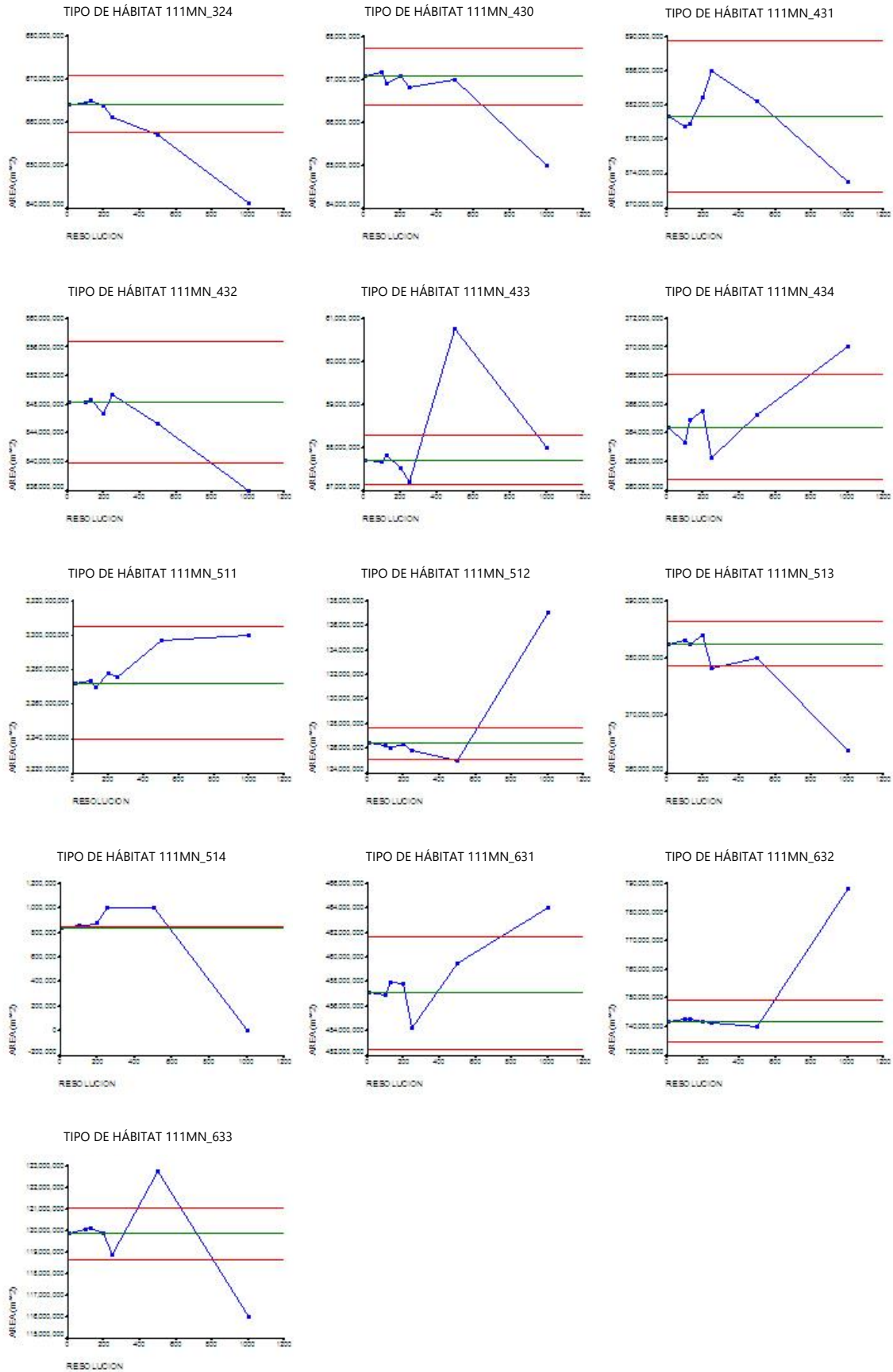


## ANEXO I. Variación del área frente a la resolución espacial

Los gráficos muestran el área (en m<sup>2</sup>) resultante de rasterizar las coberturas vectoriales de diferentes tipos de hábitat de la CHEF50 al espectro de resoluciones espaciales: 10, 100, 125, 200, 250, 500 y 1000 m. El valor de referencia en cada caso es el área indicada por la cobertura vectorial correspondiente (línea verde), para la que se especifica una tolerancia del 1% a ambos lados (líneas rojas).



Continúa en la siguiente página ►





## ANEXO II. Asociaciones significativas o relevantes entre los 25 tipos de hábitat de la Cartografía de los Tipos de Hábitat Forestales de España 1:50.000 y los dominios climáticos

- **111MN\_111** Pinares de pino negro boreoalpinos de umbrías, con rododendros y arándanos
  - Dominio Alpino (pirenaico)
- **111MN\_112** Pinares de pino negro oromediterráneos, de solanas, con enebros y gayubas
  - Dominio Alpino (pirenaico)
- **111MN\_113** Pinares de pino negro xerófilos oromediterráneos, pirenaicos y prepirenaicos centrales con abrinzón (*Echinopartum horridum*) y sisó (*Festuca gautieri*)
  - Dominio Alpino (pirenaico)
- **111MN\_114** Pinares de pino negro meridionales relictuales en el sistema ibérico (Castillo de Vinuesa y Gúdar)
  - Dominios Subatlántico montano cantábrico y Submediterráneo húmedo (montano)
- **111MN\_221** Hayedos eutótrofos, atlánticos, montanos, muy umbrosos, con cortejo típico medioeuropeo
  - Dominio Subatlántico montano cantábrico
- **111MN\_222** Hayedos oligótrofos, montanos o subatlánticos: cántabro-pirenaicos, ibérico-septentrionales y ayllonenses
  - Dominio Subatlántico montano cantábrico y relevantes en el dominio Submediterráneo húmedo (montano)
- **111MN\_223** Hayedos cántabro-pirenaicos en mosaico de facies eútrofas y oligótrofas
  - Dominios Atlántico litoral o colino y Subatlántico montano cantábrico
- **111MN\_224** Hayedos submediterráneos calcícolas: subrupícolas de la cordillera Cantábrica
  - Dominio Atlántico litoral o colino y relevantes en el dominio Submediterráneo húmedo (montano)
- **111MN\_225** Hayedos submediterráneos calcícolas: pirenaicos con boj
  - Dominio Submediterráneo húmedo (montano) y relevantes en los dominios Subatlántico montano cantábrico y Submediterráneo húmedo (montano)
- **111MN\_321** Melojares atlántico-montanos, cantábricos, a menudo seriales en expansión, y relictivos en el litoral
  - Dominio Subatlántico montano cantábrico y relevantes en el dominio Submediterráneo húmedo (montano)
- **111MN\_322** Melojares subatlánticos galaico-leoneses y del sistema ibérico septentrional
  - Dominio Submediterráneo húmedo (montano) y relevantes en los dominios Subatlántico montano cantábrico y Submediterráneo continental (semiárido)
- **111MN\_323** Melojares supramediterráneos carpetanos e ibérico-meridionales
  - Dominio Submediterráneo húmedo (montano) y relevantes en los dominios Submediterráneo continental (semiárido) y Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremeño)



- **111MN\_324** Melojares subtermófilos oretanos, de Sierra Morena y las Béticas, con madroños, serbales, arces, quejigos y alcornoques
  - Dominio Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremeño) y relevantes en el dominio Submediterráneo húmedo (montano)
- **111MN\_430** Manifestaciones relicticas y alcornoques aislados alejados del área de distribución general de la especie
  - Dominios Submediterráneo continental (semiárido) y Subatlántico lusitano, y relevantes en el Subatlántico montano cantábrico y el Submediterráneo húmedo (montano)
- **111MN\_431** Alcornocales luso-extremeños, a menudo salpicados de encinas y quejigos
  - Dominios Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremeño) y Termomediterráneo
- **111MN\_432** Alcornocales húmedos gaditanos (a menudo con *Quercus canariensis* en la S<sup>a</sup> del Aljibe) y malagueños (S<sup>a</sup> Bermeja)
  - Dominios Subatlántico lusitano y Termomediterráneo
- **111MN\_433** Alcornocales gaditano-onubenses sobre dunas litorales
  - Dominio Termomediterráneo
- **111MN\_434** Alcornocales catalanes (con alsinas)
  - Dominio Submediterráneo continental (semiárido) y relevantes en el dominio Submediterráneo húmedo (montano)
- **111MN\_511** Pinares de pino salgareño o laricio submediterráneos típicos, a menudo con presencia de *Quercus faginea* subsp. *faginea*
  - Dominios Submediterráneo húmedo (montano) y Submediterráneo continental (semiárido) y relevantes en el dominio Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremeño)
- **111MN\_512** Pinares de pino salgareño o laricio oromediterráneos culminícolas con cortejo almohadillado espinoso
  - Dominio Submediterráneo húmedo (montano) y relevantes en los dominios Submediterráneo continental (semiárido) y Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremeño)
- **111MN\_513** Pinares de pino salgareño o laricio substeparios de las parameras continentales ibéricas
  - Dominio Submediterráneo continental (semiárido) y relevantes en el dominio Submediterráneo húmedo (montano)
- **111MN\_514** Pinares de pino salgareño o laricio relictos, acidófilos, del sistema Central
  - Dominio Submediterráneo húmedo (montano)
- **111MN\_631** Pinares de pino piñonero de dunas costeras onubenses
  - Dominio Termomediterráneo
- **111MN\_632** Pinares de pino piñonero de arenas continentales interiores de ambas mesetas
  - Dominios Submediterráneo continental (semiárido) y Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremeño). Relevantes en el Submediterráneo húmedo (montano)
- **111MN\_633** Pinares de pino piñonero de batolitos graníticos
  - Dominio Submediterráneo continental (semiárido)



### ANEXO III. Asociaciones significativas o relevantes entre tipos de hábitat de interés comunitario (THIC) y los dominios climáticos

- **THIC 9430** Pinares de pino negro (\*sobre sustratos yesosos o calcáreos)
  - Dominio Alpino (pirenaico)
- **THIC 9120** Hayedos oligótrofos
  - Dominio Subatlántico montano cantábrico
  - Relevante en dominio Submediterráneo húmedo (montano)
- **THIC 9130** Hayedos éutrofos
  - Dominio Subatlántico montano cantábrico
- **THIC 9150** Hayedos submediterráneos calcícolas
  - Dominio Subatlántico montano cantábrico
  - Relevante en dominio Alpino (pirenaico)
  - Relevante en dominio Submediterráneo húmedo (montano)
- **THIC 9230** Melojares o rebollares y bosques mixtos subatlánticos
  - Dominio Subatlántico montano cantábrico
  - Dominio Submediterráneo húmedo (montano)
  - Relevante en dominio Submediterráneo continental (semiárido)
  - Relevante en dominio Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremeño)
- **THIC 9330** Alcornocales
  - Dominio Subatlántico lusitano
  - Dominio Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremeño)
  - Dominio Termomediterráneo
  - Relevante en dominio Subatlántico montano cantábrico
  - Relevante en dominio Submediterráneo húmedo (montano)
  - Relevante en dominio Submediterráneo continental (semiárido)
- **THIC 9530\*** Pinares de pino salgareño o laricio
  - Dominio Submediterráneo húmedo (montano)
  - Dominio Submediterráneo continental (semiárido)
  - Relevante en dominio Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremeño)
- **THIC 9540** Pinares de pino negral, carrasco y piñonero
  - Dominio Submediterráneo continental (semiárido)
  - Dominio Mesomediterráneo (subtermófilo manchego extremeño)
  - Relevante en dominio Submediterráneo húmedo (montano)





## ANEXO IV. Ejemplos interpretados de tipos de hábitat de la Cartografía de los Tipos de Hábitat Forestales de España 1:50.000 con valoración 'desfavorable-malo'

Este anexo describe algunos ejemplos de combinaciones, significativas o relevantes, de los tipos de hábitat de la Cartografía de los Tipos de Hábitat Forestales de España 1:50.000 (CHFE50) y los dominios climáticos [CHFE50 x DOM] que han resultado desfavorables en su estado. Este estado de conservación merece una atención adicional por dos razones. Primera, ilustra el límite de degradación al que puede llegar un ecosistema sin dejar de ser considerado como tal. Y segunda, una valoración desfavorable requiere, generalmente, tomar decisiones más caras y complejas que cualquier otra.

La información manejada para los ejemplos siguientes procede de los resultados obtenidos para el estado y tendencias (Tablas 16 y 19, respectivamente), e inspecciones visuales de los sitios concernidos mediante imágenes ópticas en *Google Earth*. Se han usado preferentemente imágenes próximas en el tiempo al periodo de aplicación de 2dRUE-ES (2000–2010). La fecha de captura y las coordenadas geográficas de las escenas pueden verse en la esquina inferior derecha. El pie de figura especifica el tipo de hábitat de la CHFE50, el dominio climático y el estado de madurez ecológica. En algunos casos, el desarrollo del ejemplo incluye información de la ficha correspondiente del proyecto "Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España" (VV.AA. 2009).

### IV.1. Melojares

Con la excepción del tipo de hábitat de la CHFE50 111MN\_321 Melojares atlántico-montanos, cantábricos, a menudo seriales en expansión, y relicticos en el litoral, los estados de alta severidad relativa superan el 50% de la extensión de los melojares, llegando hasta más del 80% en algunas combinaciones [CHFE50 x DOM]. Se observa muy poca representatividad de los estados más evolucionados de madurez ecológica (MAD y REF). Estas proporciones reflejan probablemente la explotación histórica a la que han estado sometidas estas formaciones, encontrándose representadas en el momento actual por estados ecológicos simplificados y, en el mejor de los casos, de baja madurez ecológica (PAB).

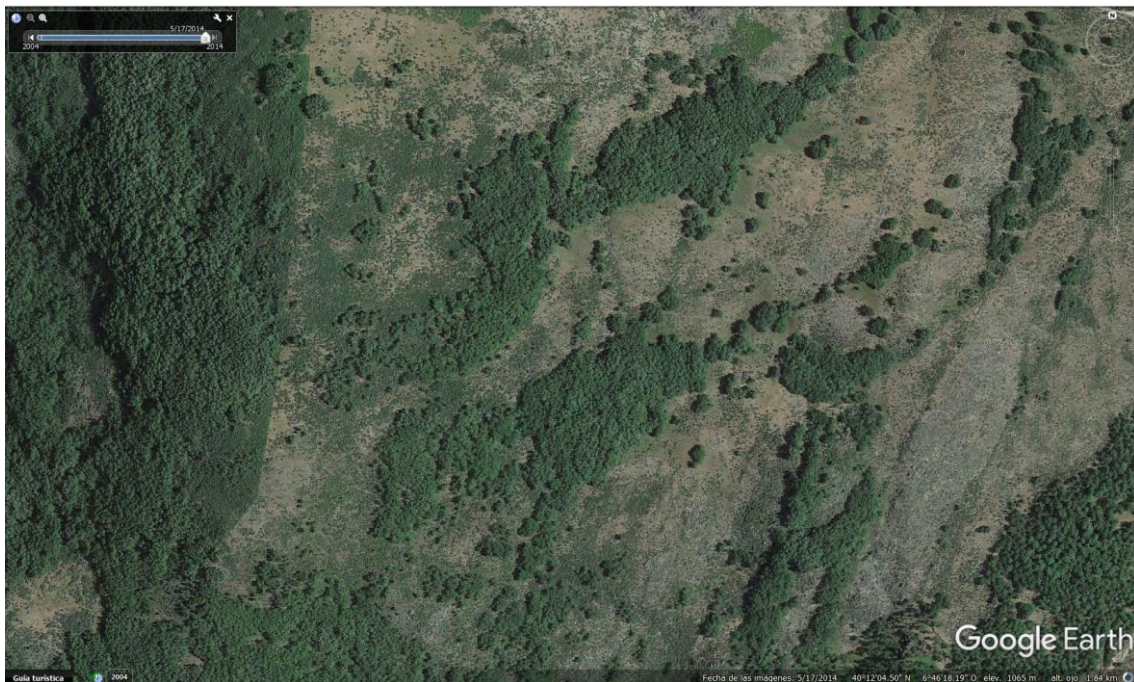
Las Figuras IV.1 a IV.4 muestran un espectro de estados para los melojares para dar una idea fisionómica de lo que representan. Hay que resaltar que la combinación [CHFE50 111MN\_324 x DOM05], con una extensión total de 15 900 ha, se encuentra prácticamente en su totalidad en estados de alta severidad relativa.

Respecto a las tendencias en el tiempo, su ausencia es la más abundante, pero cabe destacar un aumento sostenido de la biomasa durante la última década, en algo más del 25% del conjunto de los melojares.

La evaluación del estado de conservación de los melojares en la ficha del THIC 9230 en García & Jiménez (2009), dentro del proyecto 'Bases Ecológicas', es de 'desconocido'.



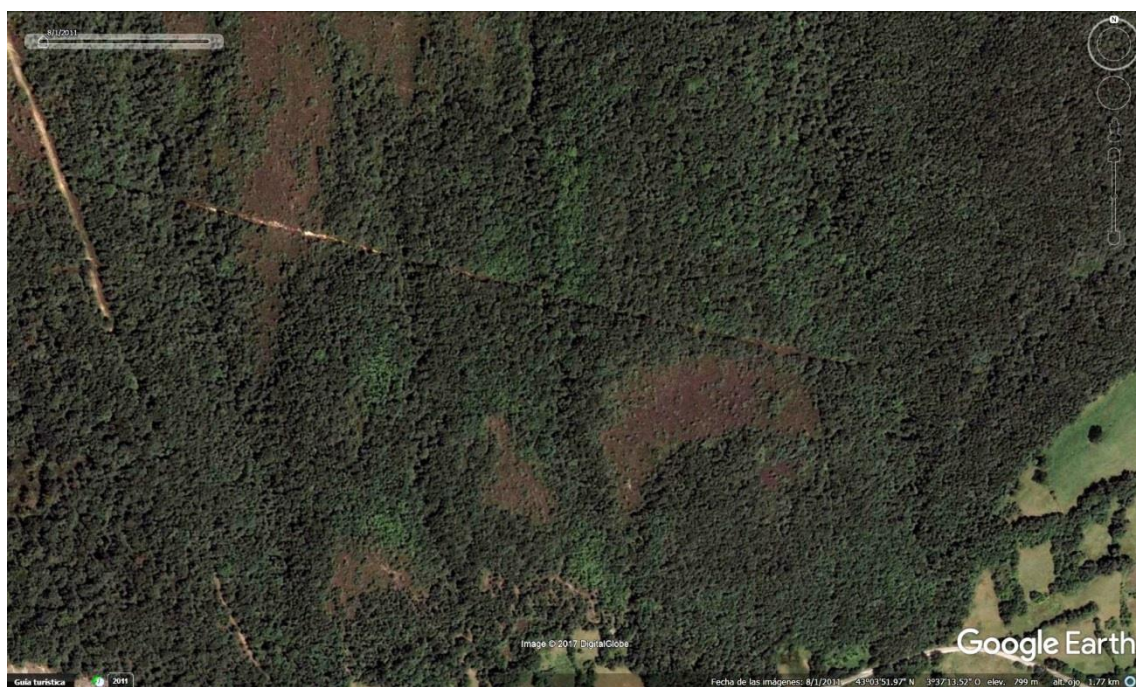
**Figura IV.1** [CHFE50 111MN\_322 x DOM02]. Estado 'degradado'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura IV.2** [CHFE50 111MN\_324 x DOM05]. Estado 'productivo de baja biomasa'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura IV.3** [CHFE50 111MN\_323 x DOM05]. Estado 'productivo de alta biomasa'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura IV.4** [CHFE50 111MN\_321 x DOM02]. Estado 'maduro'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



## IV.2. Alcornocales

La evaluación del estado de conservación de los alcornocales en la ficha del THIC 9330 en Díaz *et al.* (2009), dentro del proyecto 'Bases Ecológicas', es de 'desconocido'.

### Manifestaciones relícticas y alcornocales aislados del dominio Subatlántico lusitano [CHF50 111MN\_430 x DOM03]

Toda su escasa superficie, apenas unas 400 ha, aparece con alta severidad relativa. Se cree que se produce una sobreestimación de la degradación debido a que esta combinación está fragmentada en pequeños bosquetes, varios de ellos con un tamaño inferior a la resolución espacial original (1 km) o de forma alargada. En consecuencia, además del tipo de hábitat de la CHF50 se está registrando el índice de vegetación (NDVI) del terreno circundante para el cálculo del 2dRUE. Estos terrenos adyacentes suelen estar fuertemente intervenidos por el hombre (aclarados en forma de pastizal o de cultivos principalmente) y degradan el valor obtenido para el tipo de hábitat de la CHF50.

La biomasa ha tendido a aumentar con el paso del tiempo durante la última década en el 68% de la extensión, pero este resultado puede estar también sobreestimado por las razones anteriores. Esta misma precaución habría que aplicarla a la combinación con el dominio climático 05. Las combinaciones con los dominios 02 y 05 son más fiables.



**Figura IV.5** [CHF50 111MN\_430 x DOM03]. Estado 'degradado'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.

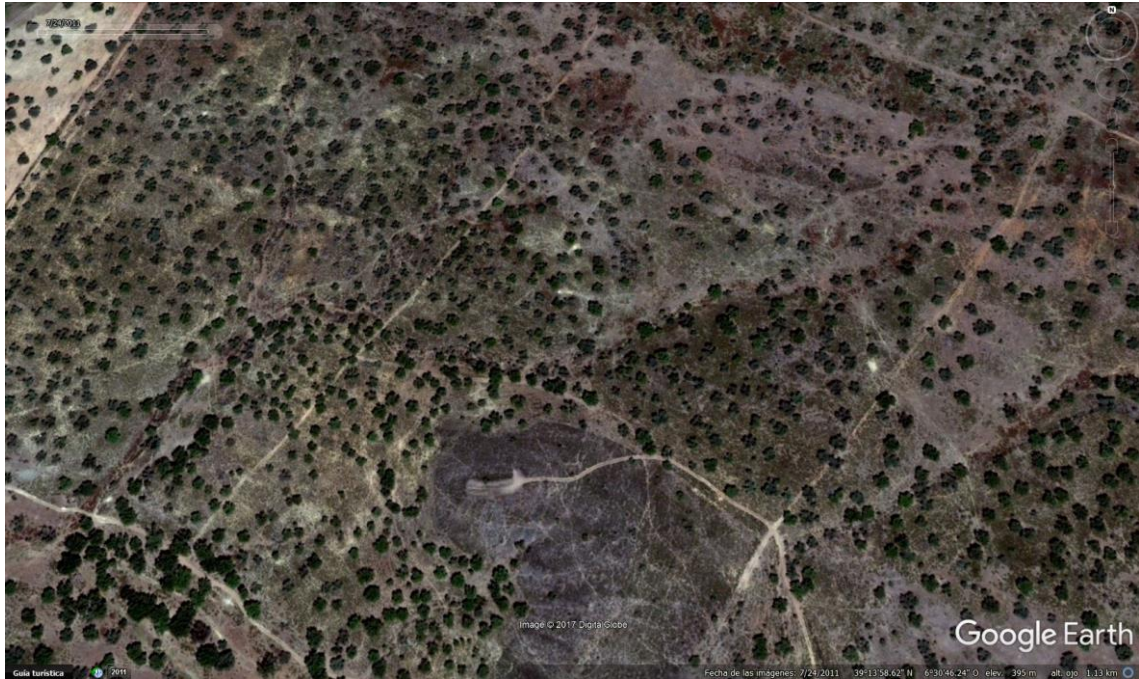


**Figura IV.6** [CHFE50 111MN\_430 x DOM03]. Estado 'degradado'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.

### Alcornocales luso-extremadurenses [CHFE50 111MN\_431]

Más del 50% de la extensión de este tipo de hábitat de la CHFE50 presenta alta severidad relativa en sus dos combinaciones con dominios climáticos. En el Mesomediterráneo [CHFE50 111MN\_431 x DOM07] (Figuras IV.7 y IV.8), aproximadamente el 25% se encuentra en estado 'maduro', fracción insuficiente para compensar la gran proporción de superficie en mal estado, lo que resulta en un valor negativo para SER. De forma similar, en el dominio Termomediterráneo [CHFE50 111MN\_431 x DOM08] se obtiene que prácticamente sus 6700 ha están con alta severidad relativa (Figuras IV.9 y IV.10). Es más, en la Figura IV.10 puede apreciarse que el estado 'productivo de baja biomasa' podría no resultar del estado del alcornocal, sino de repoblaciones de otras especies (pinos) entremetidas en su superficie. En consecuencia, es la combinación con peor evaluación de todos los ecosistemas y combinaciones estudiadas.

Respecto a sus tendencias temporales, dos resultados merecen ser destacados sobre la combinación [CHFE50 111MN\_431 x DOM08]. Primero, es la combinación que presenta el porcentaje más alto de su extensión con degradación activa (pérdida de biomasa) en la última década, de entre todos los tipos de ecosistemas considerados en este estudio. Esta tendencia afecta al 7,3% de su superficie. Segundo, solo un 2,2% de su superficie ha experimentado un aumento de biomasa en el tiempo. Es la cifra más baja de todos los ecosistemas estudiados junto con los pinos piñoneros [CHFE50 111MN\_632 x DOM05], que tienen un aumento nulo (0%) durante los diez años del periodo.



**Figura IV.7** [CHFE50 111MN\_431 x DOM07]. Estado 'degradado'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura IV.8** [CHFE50 111MN\_431 x DOM07]. Estado 'maduro'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura IV.9** [CHFE50 111MN\_431 x DOM08]. Estado 'degradado'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura IV.10** [CHFE50 111MN\_431 x DOM08]. Estado 'productivo de baja biomasa'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



### Alcornocales húmedos gaditanos y malagueños [CHFE50 111MN\_432]

Este tipo de hábitat de la CHFE50 tiene el 60% de su extensión con alta severidad relativa en el dominio Subatlántico lusitano [CHFE50 111MN\_432 x DOM 03] (Figuras IV.11 y IV.12). Los estados de 'referencia' y 'anomalía de alto rendimiento' están ausentes, y la representación de 'maduro' apenas llega al 10%. Esta falta de estados de alta madurez es relevante dada la larga permanencia del tipo de hábitat de la CHFE50 en la península ibérica. Sería esperable encontrar bosques con una elevada complejidad ecológica teniendo en cuenta además lo poco restrictivo, en términos pluviométricos, del dominio climático en que se encuentran. Esto no ocurre, y la interpretación que subyace es que el inadecuado manejo conduce, cuando menos, a convertirlas en formaciones ineficientes para la precipitación que reciben. Al comparar la Figura IV.11 en particular, con otras representaciones de alcornocales, debe recordarse la elevada precipitación recibida en este dominio climático.

En el dominio Termomediterráneo [CHFE50 111MN\_432 x DOM08] se encuentra menos superficie con alta severidad relativa y mayor proporción de estado 'maduro', comparando con el caso anterior (Figuras IV.13 y IV.14). Aun así, no se detecta estado de 'referencia'.

En cuanto a las tendencias del tipo de hábitat de la CHFE50 111MN\_432 en su conjunto, cabe resaltar la escasa superficie afectada por degradación activa y por fluctuaciones respecto a la aridez en el periodo considerado. Un 48% de la superficie ha experimentado aumento de biomasa en el tiempo.



**Figura IV.11** [CHFE50 111MN\_432 x DOM03]. Estado 'degradado'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.





**Figura IV.12** [CHFE50 111MN\_432 x DOM03]. Estado 'maduro'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura IV.13** [CHFE50 111MN\_432 x DOM08]. Estado 'productivo de alta biomasa'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.

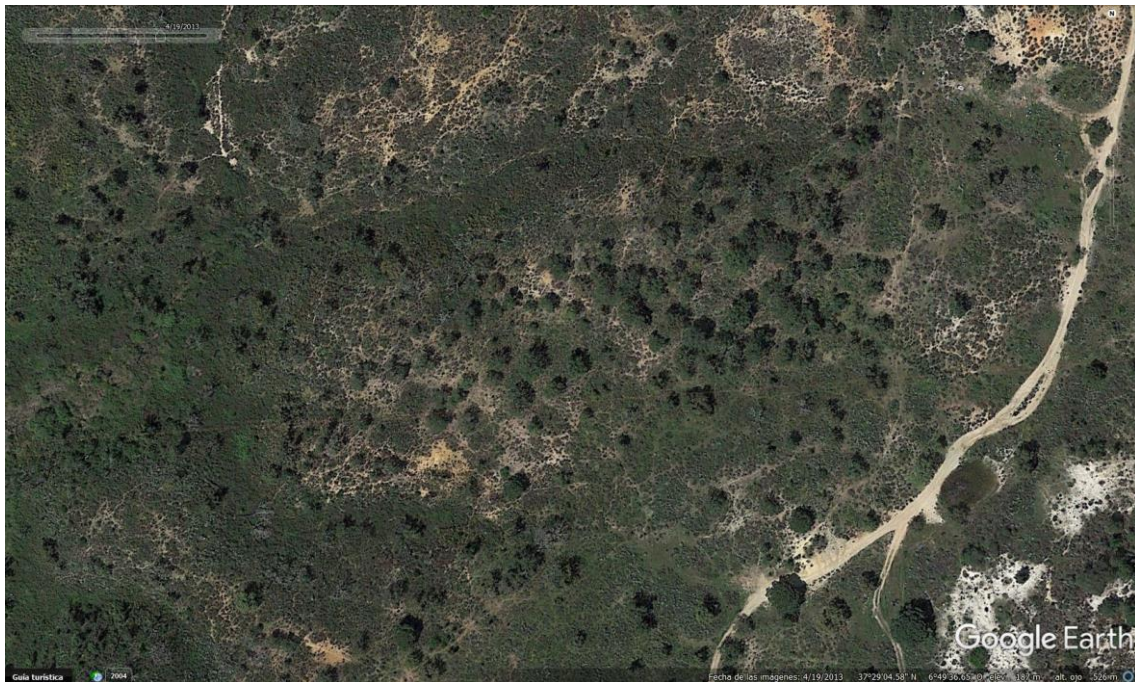


**Figura IV.14** [CHFE50 111MN\_432 x DOM08]. Estado 'maduro'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.

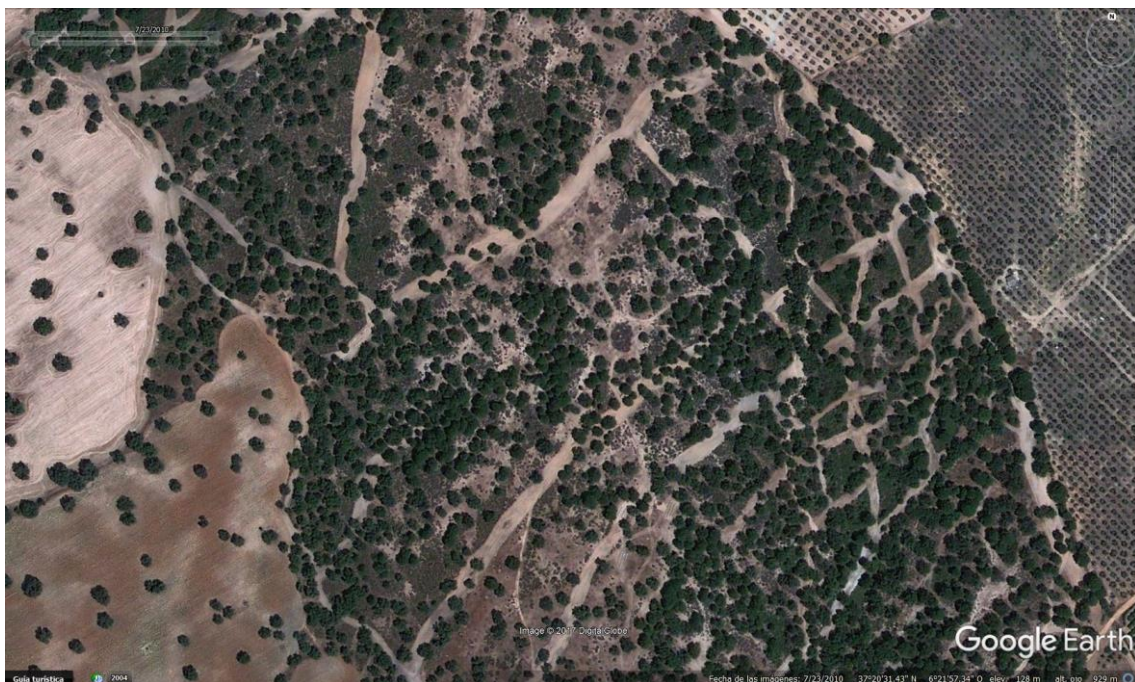
#### Alcornocales gaditano-onubenses sobre dunas litorales [CHFE50 111MN\_433]

Se distribuyen exclusivamente en el dominio Termomediterráneo [CHFE50 111MN\_433 x DOM08]. Más del 50% de su superficie total se encuentra con alta severidad relativa (Figuras IV.15, IV.16, IV.17 y IV.18). Carecen de vegetación de 'referencia'.

Se detecta que casi un 70% de su superficie no tiene tendencia en el tiempo. Son los alcornocales con más superficie estática de todos los estudiados.



**Figura IV.15** [CHFE50 111MN\_433 x DOM08]. Estado 'degradado'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura IV.16** [CHFE50 111MN\_433 x DOM08]. Estado 'productivo de baja biomasa'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura IV.17** [CHFE50 111MN\_433 x DOM08]. Estado 'productivo de alta biomasa'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura IV.18** [CHFE50 111MN\_433 x DOM08]. Estado 'maduro'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



### IV.3. Pinares de pino salgareño

En general, todos los tipos de hábitat de la CHFE50 de pino salgareño tienen elevados porcentajes de estados degradados en los dominios climáticos a los que se asocian. El tipo de hábitat de la CHFE50 111MN\_512 destaca especialmente por sus porcentajes de alta severidad relativa (Figuras IV.19 y IV.20), alrededor del 50% para los dominios 06 y 05 respectivamente. Los tipos de hábitat de la CHFE50 111MN\_511 (Figura IV.21) y 111MN\_513 (Figura IV.22) presentan importantes superficies con baja severidad relativa (sobre todo 'productivo de alta biomasa' y 'maduro'), pero ni aun así se consigue compensar los porcentajes registrados de alta severidad relativa.

La pérdida de biomasa ha sido muy baja o inexistente en la totalidad de esta formación. Además, estos pinares no parecen ser muy sensibles a las oscilaciones interanuales de aridez de la última década. También se observa un aumento de biomasa en el tiempo, que puede relacionarse con el proceso de crecimiento que van adquiriendo estas formaciones a partir de los estados simplificados que las caracteriza. Históricamente, este ecosistema ha estado sometido a una fuerte explotación, siendo abocado a un rejuvenecimiento general y a la anecdótica presencia de manchas maduras. Este aumento de la biomasa en el tiempo, sin embargo, no necesariamente conlleva un estado saludable de la formación (los estados son diferentes de las tendencias).

La evaluación del estado de conservación de los pinares de pino salgareño en la ficha del THIC 9530\* de Regato & del Río (2009) dentro del proyecto 'Bases Ecológicas' es de 'desfavorable-inadecuado'.



**Figura IV.19** [CHFE50 111MN\_512 x DOM05]. Estado 'degradado'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.



**Figura IV.20** [CHFE50 111MN\_512 x DOM05]. Estado 'productivo de baja biomasa'. Fuente: imagen extraída de Google Earth.



**Figura IV.21** [CHFE50 111MN\_511 x DOM05]. Estado 'anomalía de alto rendimiento'. Fuente: imagen extraída de Google Earth.



**Figura IV.22** [CHF50 111MN\_513 x DOM06]. Estado 'maduro'. Fuente: imagen extraída de *Google Earth*.