

MÉTODO 1. CARTOGRAFÍA DE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO EN LOS LIC TERRESTRES DE LA RED NATURA 2000 DE CANTABRIA

Objetivo:

Desarrollar una cartografía espacialmente explícita de la distribución actual y rango de distribución (o distribución máxima en las condiciones actuales) de los hábitats de interés comunitario incluidos en la Directiva 92/43/CEE, dentro de los LIC terrestres de la Red Natura 2000 en Cantabria.

Información necesaria:

- Datos de ocurrencia de asociaciones vegetales correspondientes a los hábitats de interés comunitario, procedentes de cartografías desarrolladas por organismos públicos o privados, consultas a expertos y trabajos de campo. Se deben seleccionar puntos de ocurrencia en zonas centrales de polígonos o manchas de vegetación, correspondientes a representaciones puras de los hábitats de interés.
- Bases de datos digitales de variables ambientales abióticas relativas al nicho ecológico de las comunidades vegetales que conforman los hábitats: topografía, clima, geología/litología y propiedades del suelo. Estas variables representan factores abióticos limitantes que condicionan la presencia/ausencia de especies y comunidades. En los modelos desarrollados en este plan solo se han incluido factores topoclimáticos, quedando relegados los litológicos y edáficos a una fase posterior de mejora cartográfica.
- Variables derivadas de teledetección: imágenes de satélite multiespectrales (sensor Landsat 8 OLI, obtenido de los servidores de la NASA y la ESA) e información LiDAR procedente del CNIG (Gobierno de España). Ambas variables permiten una realización del nicho potencial, integrando información sobre la capacidad de dispersión, las interacciones bióticas y las perturbaciones humanas en el pasado mediante la observación remota de la ocupación actual.
- Algoritmo espacialmente explícito de modelado de la distribución de especies y comunidades. Análisis de sensibilidad de varios algoritmos candidatos. Se ha usado finalmente MaxEnt (*Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling*) desarrollado por Steven Phillips y colaboradores en el año 2010.

Descripción del método:

Las condiciones ecológicas de un área o región y sus cambios a lo largo del tiempo, bajo ciertos condicionantes medioambientales y humanos, determinan la presencia-ausencia de las especies, poblaciones y comunidades en el continuo territorial. Estas comunidades pueden ser consideradas como un proxy de los hábitats tras la correcta asignación de tipologías entre sistemas de clasificación de la vegetación. Bajo esta premisa, se ha desarrollado una metodología basada en la modelización de las relaciones que se establecen entre la distribución de las comunidades vegetales (puntos de ocurrencia), las condiciones ambientales que caracterizan dichas zonas, las interacciones bióticas y las perturbaciones humanas (variables predictoras). La metodología permite obtener diferentes productos cartográficos aplicables, de forma independiente o conjunta, al diagnóstico y planificación de los hábitats, y puede resumirse en las cuatro etapas siguientes.

1) Creación de **modelos de idoneidad o probabilidad continua** para cada hábitat.

Los modelos de distribución de especies y comunidades permiten la predicción de áreas en las que es más (y menos) factible la presencia de una especie o comunidad vegetal concreta. Dicha modelización se basa en las relaciones estadísticas que se establecen entre los datos de ocurrencia de la especie o comunidad y las variables predictoras.

Para la calibración de los modelos es necesario disponer de un número mínimo de puntos de entrenamiento para cada uno de los hábitats a modelar, carentes de sesgo ambiental y geográfico, que recojan toda la variabilidad espacial del hábitat en el área de estudio. Para ello se dispone de cartografías y bases de datos desarrolladas por organismos públicos y privados, que pueden ampliarse o refinarse mediante consultas a expertos y trabajos de campo específicos. La Tabla 1, por ejemplo, muestra las fuentes de información utilizadas en la obtención de puntos de ocurrencia de los hábitats en este trabajo. Los puntos obtenidos son revisados con criterio estadístico, controlándose la autocorrelación y representatividad espacial.

Nombre	Autor	Año
Mapa de vegetación 1:10000 del Parque Nacional Picos de Europa	Jardín Botánico Atlántico de Gijón.	2010
Cartografía de los LIC acuáticos de Cantabria	Ecoestudios Cantábricos	2009
Vegetación del LIC Montaña Oriental	Ecoestudios Cantábricos	Desc
Vegetación del LIC Sierra del Escudo (Luena, Cantabria)	Servicios Ambientales Integrales del Norte	Desc
Cartografía del Parque Natural Saja-Besaya	Ecoestudios Cantábricos	Desc
Inventariación de humedales en Cantabria.	VVAA	.
Información global (2012)		2012

Tabla 1. Mapas de vegetación consultados para la obtención de puntos de entrenamiento

Como resultado del proceso de modelado para cada hábitat se obtienen mapas de idoneidad o *suitability*, que representan las zonas de máxima probabilidad donde cada hábitat puede estar expresado en el territorio. El modelo integra la respuesta de la vegetación frente a los factores ambientales y la intervención humana en el medio, responsable del mosaico vegetal actual. En ausencia de variables de teledetección, es decir, sin incluir la intervención antrópica en los ecosistemas, el modelo informaría de una distribución potencial controlada únicamente por factores topoclimáticos y litoedafológicos, relacionada con un modelo teórico no realista. En el contexto de Red Natura 2000, estas zonas representan el rango de distribución probabilístico de cada hábitat o rango máximo de distribución en las condiciones actuales.

Los modelos se presentan en formato raster con píxeles de resolución espacial condicionada por las variables predictoras. A cada píxel se le asigna un valor de probabilidad [0-1], donde el valor "0" equivale a "no idoneidad para ese hábitat", o "nula representación de su estructura y composición en el espacio", hasta el valor "1", que supone una "perfecta representación del hábitat" en el píxel considerado (Figura 1). En el desarrollo cartográfico de los hábitats de interés de los LIC terrestres de la Red Natura 2000 en Cantabria, el tamaño de píxel ha sido de 30 metros (imágenes multispectrales Landsat 8 OLI). Esta resolución es equivalente a una escala entre 1:50000 y 1:75000, aunque se ha observado que los resultados obtenidos son aceptables a escalas mucho mayores en algunos hábitats y para algunas zonas (Figura 2).

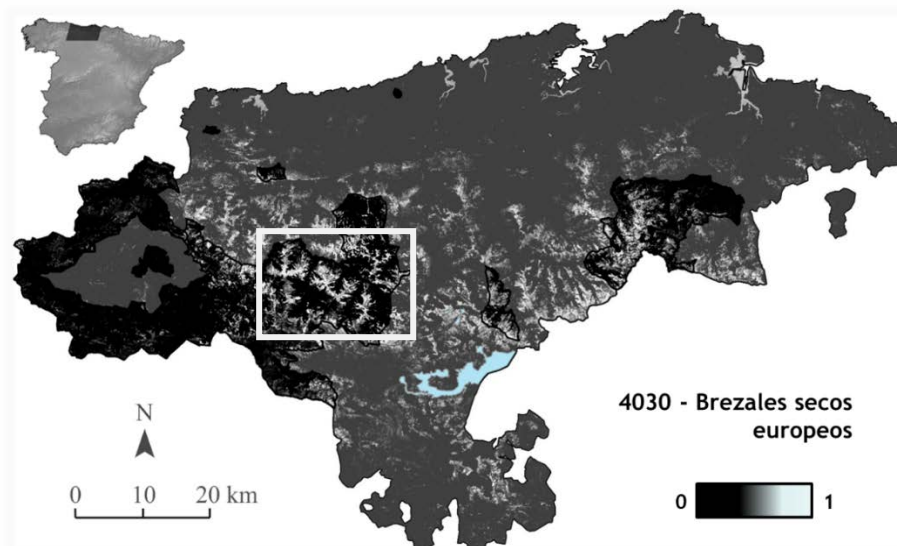


Figura 1. Mapa de idoneidad del hábitat 4030 en la Red Natura 2000 en Cantabria. Fuente: elaboración propia. El cuadrado representa las áreas visualizadas en las figuras siguientes.

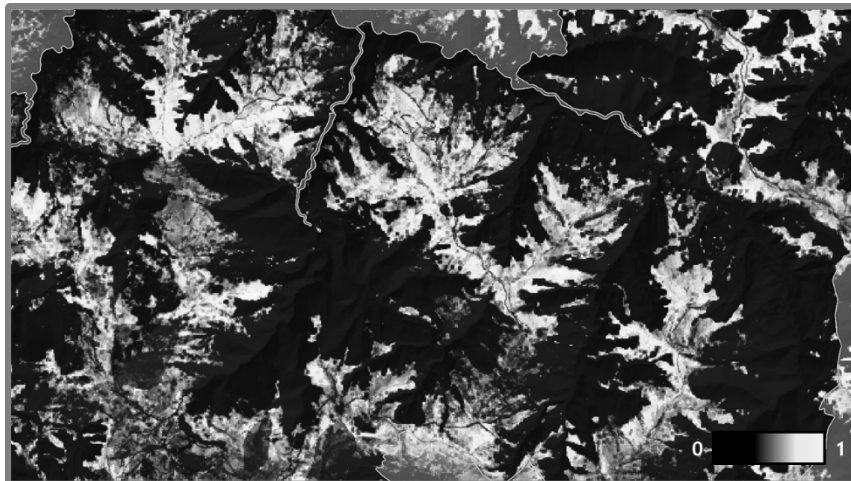


Figura 2. Detalle del mapa de idoneidad del hábitat 4030 en el LIC Valles altos del Nansa y Saja y Alto Campóo de la Red Natura 2000 en Cantabria. Escala de visualización 1:50000. Fuente: elaboración propia.

2) Identificación de zonas de presencia/ausencia: **rango de distribución de cada hábitat**

A partir de la información proporcionada por los modelos es posible determinar las áreas de distribución más probables para cada hábitat. En sentido estricto, esta información solo sería válida para la fecha de adquisición de las imágenes de teledetección, aunque puede considerarse válida para varios años en torno a esta fecha dados los tiempos de dinámica del paisaje en nuestras latitudes. Estas áreas, denominadas rango de distribución, se obtienen tras reclasificación del modelo de probabilidades continuas [0-1] en mapas booleanos con valores "1" o "0" para cada pixel, con objeto de definir zonas de "presencia" o "ausencia" para cada hábitat, respectivamente. Este rango de distribución es considerado como la superficie de referencia o área máxima a la que podría llegar a expresarse un hábitat en las condiciones actuales.

La definición de los umbrales de corte es crítica, pues de ellos dependerá la distribución final de cada hábitat. En este trabajo se ha aplicado el umbral denominado *minimum training presence* otorgado por MaxEnt, que utiliza el valor

del percentil 10 de la distribución de probabilidades obtenida con todos los puntos de entrenamiento de cada hábitat para asegurar la inclusión del 90% de estos puntos en el rango de distribución. Tras la reclasificación, se vectoriza el mapa resultante y se aplica un procesado SIG de calidad cartográfica, simplificando la geometría de los polígonos, eliminando manchas aisladas y huecos menores de 900 m² (Figura 3). Los polígonos resultantes se superponen finalmente con los raster del modelo de idoneidad para obtener los valores promedio y desviación estándar de probabilidad de ocurrencia de cada polígono o mancha de hábitat.



Figura 3. Detalle del rango de distribución del hábitat 4030 en el LIC Valles altos del Nansa y Saja y Alto Campóo de la Red Natura 2000 de Cantabria. Escala de visualización 1:50000. Fuente: elaboración propia.

Este proceso se aplica de forma independiente para cada hábitat, asumiendo ausencia de otros hábitats con los que compite en el territorio.

3) Mapa de concurrencia: determinación del **área ocupada por cada hábitat**

La gestión de los espacios de la Red Natura 2000 requiere la generación de un mapa integral de distribución de hábitats en cada espacio protegido y en el conjunto de la Red. Esto implica el reconocimiento de ciertas zonas en las que se encuentre representado de forma inequívoca (dominante) uno u otro hábitat modelado cuando se tienen en cuenta relaciones de competencia y adaptación al medio. Esta zona de dominancia de un hábitat se denominada área ocupada (Figura 4).

De forma práctica, este mapa único está compuesto por polígonos de alta probabilidad de ocurrencia de cada hábitat. Cada pixel está etiquetado con el hábitat dominante en ese punto, que será el que presente el mayor valor de idoneidad. Además, se debe cumplir que la diferencia de este valor más alto respecto al segundo sea mayor de 0.1. De forma complementaria, se asume que cuando un hábitat no es dominante, ese pixel no pertenece a ningún tipo de hábitat de interés comunitario y, por lo tanto, quedaría dentro de los espacios ocupados por "otros hábitats" a pesar de que el interés de conservación de estos ambientes mixtos es, en la mayor parte de los casos, igual o mayor que el de los ambientes más "puros".

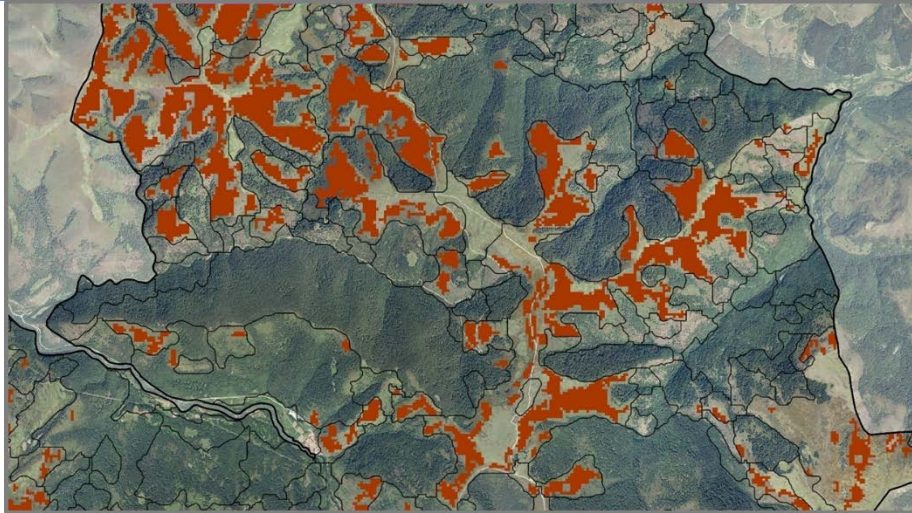


Figura 4. Detalle del mapa de concurrencia en el LIC Valles altos del Nansa y Saja y Alto Campó de la Red Natura 2000 en Cantabria. Se muestra el área ocupada para el hábitat 4030 (color marrón). Escala de visualización 1:25000. Fuente: elaboración propia.

De forma complementaria a los hábitats, resulta interesante modelar otras formaciones vegetales antrópicas de amplia distribución en el territorio, como los pinares y eucaliptales, pastizales de diente, áreas agrícolas y áreas residenciales o urbanas, para generar máscaras sobre la cartografía resultante, asegurando la exclusión de tales coberturas como hábitats de interés comunitario. Como resultado general del proceso, se ha determinado que aproximadamente el 50% del área de los LIC terrestres de la Red Natura 2000 de Cantabria se encuentra ocupada por hábitats de la Directiva, mientras que el 50% restante está ocupada por otro tipo de coberturas naturales o antrópicas no incluidas en el Anexo I.

4) Creación de un **mapa de manchas de vegetación**

El resultado final del proceso de cartografía incluye el desarrollo de un mapa de manchas de vegetación actual con posibilidad de contenido mixto (polígonos que pueden incluir diferentes hábitats). Su estructura y composición vendrá definida por los modelos y mapas anteriores mediante la aplicación de varios procesos SIG consecutivos. Éstos polígonos son equivalentes a los mapas obtenidos con técnicas de visualización directa de la vegetación sobre ortofoto aérea y reflejan la expresión actual de la ocupación del medio por unidades fisionómicas. La diferencia fundamental con la fotointerpretación es que este proceso es totalmente automático, no existiendo ninguna apreciación subjetiva o basada en criterio de experto más allá de las asunciones generales del modelo inicial.

El procedimiento incluye la superposición de todos los mapas de idoneidad de hábitat en formato ráster con probabilidades continuas [0-1] para identificación de polígonos o manchas de vegetación en función de la unidad fisionómica dominante y el hábitat de mayor probabilidad de ocurrencia. Al mapa resultante se le aplican filtros de paso bajo para generalización por vecindad, eliminando manchas aisladas y rellenando huecos menores de 900 m². A continuación, en base a la escala teórica del ejercicio de modelado, se aplican filtros de generalización, sobre manchas menores de 5 hectáreas en este trabajo dada la resolución espacial de 30 metros de las imágenes Landsat, usadas como base, que pasan a formar parte de la mancha circundante con la que comparten mayor perímetro (Figura 5).



Figura 5. Detalle del mapa de polígonos de vegetación en el LIC Valles altos del Nansa y Saja y Alto Campó de la Red Natura 2000 en Cantabria. Escala de visualización 1:50000. Fuente: elaboración propia.

Resultado final:

El resultado final es una cartografía actual de la superficie ocupada por los hábitats de interés comunitario en los LIC terrestres de la Red Natura 2000 de Cantabria. Se obtienen mapas con representación individual de cada hábitat en el territorio, que determinan su rango de distribución, así como un mapa único de concurrencia de hábitats, que identifica zonas de alta probabilidad de ocurrencia de cada hábitat cuando éste se expresa en el continuo territorial compitiendo con el resto de hábitats modelados.