CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD Y CONECTIVIDAD ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS FORESTALES

Aplicación en una zona piloto en Castilla y León

:

MEMORIA

AUTORES:

Xavier García Martí y Barry Barnard Belenguer

Autores del título de Ánálisis de Paisaje y Conectividad

Prudencio Fernández González, Óscar Aguado Martín y Xavier García Martí

Empresa consultora: Bioma Forestal
www.biomaforestal.es

Cita recomendada de este documento: García-Martí, X; Barnard, B; Fernández, P.; Aguado, O. (2021). "Evaluación de la calidad y conectividad ecológica de ecosistemas forestales". Fundación González Bernáldez.

DIRECCIÓN FACULTATIVA Y COORDINACIÓN:

José Atauri, Carlota Martínez y Francisco Rivero

Fundación González Bernáldez

:

Índice

1.- INTRODUCCIÓN. EL PROYECTO SUDOE CERES 5
1.1 OBJETO DEL TRABAJO 6
1.1.1 Documentación del proyecto 6
2.- METODOLOGÍA 9
2.1 DELIMITACIÓN DE RODALES DE ALTA CALIDAD ECOLÓGICA 9
2.2 VALORACIÓN DE RODALES DE ALTA CALIDAD ECOLÓGICA 10
2.2 1 Evaluación de la Naturalidad 10
2.3 ANÁLISIS DEL PAISAJE 12
2.4 MODELOS DE CONECTIVIDAD 12
2.4.1 Justificación para la elección de la especie de insecto saproxílico 12
2.4.2 Resistencia de la matriz del paisaje y conectividad 14
3.- ÁREA DE ESTUDIO 16
4.- RESULTADOS 19
4.1 VALORACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA 19
4.1.1 Resultados de la caracterización ecológica para los 8 rodales seleccionados 19
4.1.2 Valoración global de los rodales 78
4.2. ZONIFICACIÓN DE LAS UNIDADES ECOLÓGICAMENTE RELEVANTES 79
4.2.1 Superficie de las Unidades Ecológicamente (UER) relevantes 83
4.2.2 Número de fragmentos 83
4.2.3 Índice de cohesión 84
4.2.4 Índice de Dimensión Fractal. 84
4.2.5 Índice de División del Paisaje. 85
4.2.6 Tamaño de las teselas 85
4.2.7 Distancia entre los rodales con rasgos de madurez caracterizados 85
4.3 ANÁLISIS DE LA CONECTIVIDAD DE PAISAJE PARA ESPECIES SAPROXÍLICAS INDICADORAS DE BOSQUES CON RASGOS DE MADUREZ FORESTAL. 87
4.3.1 Posibilidad de conexión entre los 8 rodales caracterizados en el presente trabajo 87
4.3.2 Obtención de Nodos para el cálculo de conectividad. 88
4.3.3. Cálculo del Índice de Probabilidad de Conectividad (PC). 90
5. DIRECTRICES DE GESTIÓN. PROPUESTAS. 97

5.1 ESTIMACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD CONECTIVA DEL PAISAJE 102
6. CONCLUSIONES 103
7. AGRADECIMIENTOS 105
8. BIBLIOGRAFÍA 107
9. ANEJOS 109
9.1 PROTOCOLO DE MUESTREO EN CAMPO 109
9.2 CÁLCULO DE VARIABLES DASOMÉTRICAS 110
9.3. FICHAS NORMALIZADA EUROPARC DE INDICADORES 111

1.- *INTRODUCCIÓN. EL PROYECTO SUDOE CERES*

El presente trabajo se realiza en el contexto del proyecto “Conectividad de los ecosistemas forestales y riparios del espacio SUDOE (CERES)”, cofinanciado por el programa SUDOE de la Unión Europea, del que la Fundación Fernando González Bernáldez es socio beneficiario.
El Programa Interreg SUDOE forma parte del objetivo europeo de cooperación territorial conocido como "Interreg" y está financiado a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).
Los proyectos aprobados por este programa son resultado de consorcios compuestos por socios públicos y/o privados, procedentes de regiones de diferentes países del sudoeste europeo. Las regiones elegibles son todas las comunidades autónomas españolas (excepto Canarias), las regiones del sudoeste de Francia (Auvergne, Occitanie y Nouvelle Aquitaine), las regiones continentales de Portugal, Reino Unido (Gibraltar) y el Principado de Andorra.
En el marco de la segunda convocatoria del Programa Interreg SUDOE, se aprobó el proyecto “Conectividad de los ecosistemas forestales y riparios del espacio SUDOE” (CERES), cuyo objetivo es implementar acciones para la mejora de la calidad ecológica y la conectividad de distintas zonas del Sudoeste europeo, contribuyendo al eje 5 del Programa: “Medio ambiente y eficiencia de recursos”.
Para alcanzar el anterior objetivo, el proyecto CERES se estructura en 4 grupos de tareas:

1. Elaboración de una metodología común para la caracterización de la calidad y de la conectividad ecológica de ecosistemas forestales y riparios del espacio SUDOE. Esta metodología es la que se utiliza en la presente asistencia técnica.

2. Aplicación de esta metodología en zonas piloto en cada uno de los países participantes en el proyecto, con objeto de valorar la calidad y conectividad de los ecosistemas forestales.

3. Implementación de actuaciones de mejora de la conectividad en algunas de estas zonas piloto.

4. Definición de criterios de gestión para la mejora de la conectividad de los ecosistemas forestales y riparios del espacio SUDOE.

La participación de FUNGOBE se centra principalmente en la aplicación de la metodología común en una zona piloto para el estudio de la conectividad, y la propuesta de criterios de gestión.
En el presente trabajo se ha delimitado una zona piloto en el noroeste de la Península Ibérica, en la que se han seleccionado una serie de rodales forestales de alto interés de conservación (rodales maduros) para los que se analiza la conectividad mediante modelos espacialmente explícitos basados en la estructura de la matriz del paisaje en la que se encuentran dichos rodales.

1.1 OBJETO DEL TRABAJO

El objeto de este trabajo incluye la caracterización de la madurez de 8 rodales de bosque en un área piloto de la comunidad autónoma de Castilla y León.
Estos rodales serán objeto de un estudio de conectividad interpoblacional, considerando como especies focales varias familias representativas de insectos saproxílicos. Estos grupos se han seleccionado por tener requerimientos de hábitat propios de bosques con altos rasgos de naturalidad y madurez, y se encuentran a su vez al amparo de protección por convenciones y normativas a escala europea.
En base a los resultados obtenidos, se realizarán propuestas de gestión y manejo selvícola de mejora que facilite los eventos de conexión entre estos y otros parches de hábitat proclives a albergarlos de forma óptima.
Además la caracterización de estos 8 rodales supone realizar las primeras aproximaciones a escala fina en lo referente a la localización y descripción de rodales con rasgos de madurez para la comunidad autónoma de Castilla y León, y una contribución relevante a la Red de Rodales de Referencia que coordina EUROPARC-España.

Para completar el proyecto y tal y como se recoge en el pliego de condiciones para la contratación del servicio de identificación de rodales de referencia, se incluyen los siguientes documentos y archivos:

1. Memoria.
2. Fichas de cada rodal
3. Cartografía
4. Reportaje fotográfico

1.1.1 Documentación del proyecto

Se presenta en los siguientes subapartados la documentación relativa a las fichas de caracterización.

1.1.1.1 Caracterización de los rodales inventariados

A partir de los datos obtenidos en campo en la realización de los transectos y de la revisión de la bibliografía existente en las zonas de estudio, se procedió a realizar una caracterización (ver metodología en Anejo 8.1) de los rodales inventariados, que cuenta con los siguientes puntos:

- Tipo de bosque.
- Nombre del rodal.
- Justificación del carácter excepcional del rodal.
- Localización.
- Evolución histórica reciente del bosque.
- Caracterización dasométrica de la masa.
- Análisis de las características estructurales.
- Dinámica natural.
- Propuesta de gestión.
- Fotografías.

1.1.1.2 Fichas de rodal

Para cada uno de los rodales estudiados se ha completado la Ficha 2, elaborada según la metodología propuesta en el LIFE REDBOSQUES (2018) para la identificación y caracterización de rodales maduros o en

estados próximos a la madurez, que puedan servir de referencia para la evaluación del estado de conservación de los diferentes tipos de hábitat forestal presentes en España (Anejo 8.3).

Concretamente se incluyen las fichas de los siguientes rodales:

1. **Barantés**. Teixeira- Vilafranca del Bierzo
2. **Carballal.** Burbia - Vega de Espinareda
3. **As Fontes**. Tejedo de Ancares - Candín
4. **Braña Mondiego**. Chano. Peranzanes
5. **Fontaninas.** Tejedo de Sil – Palacios de Sil
6. **Braña Trasmundo**. Rabanales - Villablino
7. **Carraceo**. Caboalles – Villablino
8. **Carrentiego.** Montrondo- Murias de Paredes

1.1.1.3 Cartografía

En el documento de Cartografía se incluyen los siguientes planos:

Tabla 1. Planos incluidos en la cartografía.

Nº	Título	Mapa base	Escala
1	Localización de las zonas piloto	Topográfico IGN	1:250.000
2	Rodales seleccionados. Topográfico	Topográfico IGN 1:25.000	1:15.000
3	Rodales seleccionados y parcelas. Ortofoto	PNOA Máxima actualidad	1:5.000
4	Unidades ecológicas	-	1:250.000

En la entrega digital, se incluye también siguiente cartografía en formato shapefile:

1.1.1.4 Anejo fotográfico

En la entrega digital, se incluyen los siguientes materiales:

- Galería de fotografías. Selección de fotografías tomadas durante el trabajo de campo de cada uno de los rodales.
- Fotografías 360°. Fotografías tridimensionales tomadas en cada rodal durante el inventario. En estas fotografías pueden observarse aspectos como la composición de especies, el estrato arbustivo, la estratificación vertical, coberturas, etc. Se incluyen junto a la galería y de fotografías y también se añade a continuación un link para visualizarla.

Tabla 2. Enlaces a las fotografías 360° tomadas en campo.

Rodal	Enlace
Alzadas - Villar	https://theta360.com/s/mLxkQo30qSm3HPqpxgZxFhb0q https://theta360.com/s/pHBI24bruwbUr8EMtTgs6z4Wu
Burbia - Vilouso	https://theta360.com/s/rrFdw7RPqEvz0YoweohZJVApc
Caboalles	https://theta360.com/s/2y33QulFawJG23PHj8Rso7FL6
Carrentiego – Murias	https://theta360.com/s/bmx1ikHm8iLhnG7GueJKxTIjA
Fontaninas	https://theta360.com/s/dvmhJZSMdAOEpuGXW4Dh828Lw
Mondiego – Chano	https://theta360.com/s/gKjMnaTplX4HEL23BZRGEM9dw

	https://theta360.com/s/k1VAqS7nmW8Fj3QK7GRwuPxVQ
Tejedo – Mortal de Galegos	https://theta360.com/s/nGjKJqdzJps4rQTYwubxHR28m https://theta360.com/s/pyNCgo0HQpDSCuV4CIE9wYvlA
Urria - Rabanal	https://theta360.com/s/2YA53nWCGzfbcvqP2PnJON8Qi https://theta360.com/s/bKyMaIWc8wyAZXCQb9a0jPOzI

2.- METODOLOGÍA

En el presente trabajo se ha seguido la metodología desarrollada por el proyecto CERES para valorar la conectividad forestal, que se aplica en varias zonas piloto de forma que los resultados sean comparables. El marco metodológico propuesto en el proyecto CERES consta de las siguientes fases:

1. Selección de zonas piloto: delimitación de una zona piloto representativa del paisaje forestal de la zona SUDOE.
2. Caracterización varios rodales de bosque de alta calidad ecológica (rodales maduros) dentro de cada zona piloto, mediante índices de madurez y huella humana
3. Delimitación de diferentes tipos de vegetación y uso del suelo en la zona piloto a partir de cartografía de la vegetación
4. Análisis de la estructura de la matriz del paisaje en la zonas piloto mediante índices derivados de la ecología del paisaje
5. Análisis de la conectividad entre los rodales de alta calidad ecológica mediante modelos espacialmente explícitos, para especies focales seleccionadas

El resultado de la aplicación de esta metodología dará lugar a la definición de criterios de gestión para mejorar la conectividad en cada zona piloto entre los rodales maduros

2.1 DELIMITACIÓN DE RODALES DE ALTA CALIDAD ECOLÓGICA

En la zona piloto seleccionada se han identificado como rodales de alta calidad ecológica los rodales de bosque de alto grado de madurez forestal y con escasos signos de intervención humana, que se denominan "rodales maduros".
Los valores ligados a bosques con alto grado de naturalidad y madurez forestal son muy variados. Esto es debido al patrimonio de biodiversidad que albergan y a su valor científico en tanto que son ecosistemas muy escasos, y desarrollan procesos ecológicos singulares. De ahí la importancia de estas formaciones como referentes para determinar niveles óptimos de diversidad biológica asociada.
En este sentido, la Directiva Hábitats establece la obligación de las administraciones a realizar un seguimiento de los Hábitats incluidos en la Red Natura 2000. El objeto es fomentar una gestión que dirija a los mismos hacia un Estado de Conservación Favorable.
Estos enclaves, también pueden ser de gran utilidad para el desarrollo de una gestión selvícola que imite los procesos naturales en la restauración forestal así como para promover la capacidad de adaptación al cambio climático en los bosques, incrementando su heterogeneidad estructural, su riqueza biológica y su resiliencia. Por tanto, una representación de los espacios mejor preservados debe suponer una referencia para establecer ese modelo de Estado de Conservación al que deben orientarse las medidas de gestión a llevar a cabo. Dicha iniciativa debe hacerse atendiendo al análisis de parámetros clave (dasométricos, estructurales, funcionales, biológicos, etc.) que permitan detectar rasgos fácilmente identificables para trasladarlos posteriormente al contexto de la gestión.

El presente proyecto se realiza en unos rodales con rasgos de madurez forestal previamente seleccionados a partir de las encuestas promovidas por los diferentes servicios competentes de la Junta de Castilla y León.
Los bosques del noroeste de la provincia de León, localizados en las comarcas del Bierzo y Laciana albergan condiciones biogeográficas y ambientales propias para el desarrollo de los bosques mixtos atlánticos. A

diferencia de otras zonas peninsulares propias de ambientes mediterráneos más restrictivos, exhiben con frecuencia rasgos notables de madurez forestal.
Estos territorios se erigen además como un motor decisivo para albergar la existencia de una notable singularidad en forma de puntos calientes de diversidad y exclusividad biológica, cuyos valores incluyen hábitats de gran interés conservacionista, caso de los valiosos robledos de alta montaña, las tejedas y los abedulares casi puros propios de ambientes eurosiberianos. No en vano atesoran nichos ecológicos esenciales para parte de la fauna y flora más emblemática de la Unión Europea.

2.2 VALORACIÓN DE RODALES DE ALTA CALIDAD ECOLÓGICA

Para la caracterización de la calidad ecológica de los rodales seleccionados se han utilizado indicadores de madurez y huella humana, recogidos sobre el terreno en los espacios seleccionados, de acuerdo a los protocolos del proyecto LIFE RedBosques. Esto, además de integrarse en la metodología común CERES, permite que los resultados obtenidos puedan integrase en la Red de Rodales de Referencia que se ha desarrollado como resultado de dicho proyecto.

Con el propósito de mejorar la gestión de los bosques en la región mediterránea surgió el Grupo de Trabajo de Bosques Maduros de EUROPARC-España coordinado por FUNGOBE. Aquí se inició el establecimiento de una metodología basada en fundamentos científicos que pueda ser utilizada de manera conjunta en todas las Comunidades Autónomas.

De entre los referentes preliminares de los que se nutre la metodología utilizada, cabe resaltar el Índice de Biodiversidad Potencial (IBP) (Gonin et al. 2018), el trabajo denominado “Inventari de Boscos Singulars” llevado a cabo por el CREAF en Cataluña a lo largo de varios años, así como la caracterización de 16 Hábitats arbolados de Interés Comunitario en Aragón (Schwendtner & García-Martí, 2015 & 2016).

Fruto de éstas y otras sinergias, cristaliza en 2017 el proyecto LIFE RedBosques que incluye programas de difusión y la creación de proyectos piloto de gestión selvícola orientado a la conservación de procesos en bosques de pino laricio nativo del Parc Natural dels Ports (Tarragona). Recientemente, comunidades como Castilla-la Mancha, País Vasco y la Comunitat Valenciana, han desarrollado proyectos directamente relacionados con la identificación de rodales maduros de referencia para hábitats de interés comunitario en sus respectivos territorios.

2.2 1 Evaluación de la Naturalidad

Una vez caracterizados los rodales, se calculó el Índice de Naturalidad de acuerdo a la metodología RedBosques.
Este índice de naturalidad se calcula a partir de la integración de las variables de madurez, huella humana e integridad espacial. Para ello se realiza su estandarización en indicadores comparables y su integración mediante ponderación de los mismos:

1) **Madurez**: se evalúa mediante indicadores basados en las variables de estructura del rodal recogidos en la fase de caracterización de campo
2) **Huella humana**: se valora mediante las variables de actividad humana registradas en el rodal, tanto usos antiguos como recientes.
3) **Integridad espacial**. Caracteriza el contexto espacial en el que se encuentra un rodal, mediante la continuidad del bosque, el efecto borde, la conectividad entre rodales maduros o el propio tamaño del rodal. Se calcula a partir de cartografía temática.

Además, se ha calculado el valor de madurez considerando solo las variables compatibles con el Inventario Forestal Nacional, de forma que se compara el valor de madurez de cada uno de los rodales con los valores promedio obtenidos para ese tipo de hábitat en el conjunto de parcelas del inventario.
Los detalles de la metodología pueden consultarse en EUROPARC-España (2020).

Tabla 3. Esquema jerárquico de ámbitos, criterios e indicadores utilizado para la valoración de la naturalidad en los rodales candidatos a la Red de Rodales de Referencia

	CRITERIO	**INDICADOR**
MADUREZ	Composición específica	Especies arbóreas
	Complejidad estructural	Área basal
		Estratos verticales
		Clases diamétricas
	Senectud	Árboles excepcionales
		Abundancia de madera muerta
		Proporción de madera muerta
	Microhábitats	Dendromicrohábitats
	Dinámica	Fases silvogenéticas
HUELLA HUMANA	Huella antigua	Continuidad temporal
		Usos agroforestales antiguos
		Usos forestales antiguos
	Huella reciente	Usos forestales recientes
		Especies exóticas
		Causas de fragmentación
		Actividad cinegética
		Herbivoría y/o ramoneo
		Frecuentación
		Durabilidad de los usos
INTEGRIDAD ESPACIAL	Tamaño	Tamaño del rodal
	Continuidad forestal	Continuidad de la mancha forestal
	Efecto borde	Densidad de bosque
	Conectividad	Distancia a la *core área*

Todas estas experiencias compiladas son la base del Manual de Campo para la Identificación de Rodales de Referencia (EUROPARC, 2018), el documento director para la caracterización de bosques maduros en España en la actualidad.

2.3 ANÁLISIS DEL PAISAJE

Como análisis previo a la calibración de la conexión territorial se procedió a generar una cartografía representativa de la estructura y métrica del paisaje. Para ello, se ha seguido la metodología propuesta por el proyecto CERES. En este caso, además de los resultados obtenidos para los diferentes rodales maduros obtenidos en los capítulos anteriores, se ha utilizado la cartografía temática disponible en el Centro Nacional de Información Geográfica-CNIG.

Entre dichos productos, además de aquéllos de descarga convencional, como ortofotos y mapas topográficos, se ha dispuesto de la cartografía del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE) para el territorio de análisis a escala 1:25.000, integrando la información disponible de los usos del suelo y fisiografía de las formaciones que componen la matriz de paisaje.

También se ha utilizado para el análisis de la zona de estudio la cartografía disponible del Mapa Forestal de España (MFE) a escala 1:50.000, de la que se obtuvieron datos acerca de la distribución espacial de las especies forestales presentes en la zona de estudio, así como otros datos relativos a la estructura de las masas forestales.

Resulta de importancia capital el conocimiento de las necesidades biológicas y preferencias de hábitat de las especies objetivo seleccionadas para la evaluación de los eventos de conectividad, ya que de ello dependerá la distinta idoneidad para la conectividad de las formaciones y elementos que componen el paisaje.

A partir de estos elementos se realizó un proceso selectivo y de agregación/disgregación de la información en función de las preferencias de las citadas especies, proceso centrado principalmente en la cartografía de usos del suelo del SIOSE y del que se obtuvo de esta forma el conjunto de las denominadas Unidades Ecológicamente Relevantes (UER) y su distribución territorial. Las UER se definen de acuerdo a CERES como aquellas teselas caracterizadas por una vegetación y unos usos del suelo concretos que permiten el desarrollo de unas funciones ecológicas determinadas y que a la postre constituyen la base necesaria para el planteamiento del presente trabajo y el soporte para la realización posterior del conjunto de análisis de conectividad.

Finalmente se procedió a integrar las capas de todas las variables ambientales y a calcular los índices de estructura del paisaje mediante el uso del software Fragscape basado en las métricas del software Fragstats y distribuido como una extensión para el programa QGIS.

2.4 MODELOS DE CONECTIVIDAD

Se presenta a continuación la metodología utilizada para valorar la conectividad entre los rodales maduros caracterizados.

2.4.1 Justificación para la elección de la especie de insecto saproxílico

La selección de la especie - vector de conexión entre los distintos parches de bosque maduros se determinó en base al trabajo de Aguado y Hermosilla, (2003).

Se eligió el coleóptero *Gnorimus nobilis* (Linnaeus, 1758) como elemento asociado a la madurez forestal realizando un proceso selectivo o cribado previo a partir de un amplio elenco de insectos saproxílicos con alto interés de conservación.

Su elección atendió a parámetros relacionados con sus necesidades de alimentación y a sus posibilidades de desplazamiento y/o dispersión; pero fundamentalmente, se tuvo en cuenta su íntima ligazón a uno de los elementos indicadores de la madurez forestal: los árboles muertos en pie, en suelo, así como la presencia de grandes ramas muertas en las formaciones boscosas.

De este modo, aunque *Gnorimus nobilis* exhibe una capacidad de desplazamiento superior a la media, así como de acomodación a una gran variedad de recursos alimenticios y de hábitat, se ha considerado como un representante intermedio de otros grupos saproxílicos amenazados que, precisando de elementos

estructurales similares son, bien más generalistas y mejor distribuidas, o por el contrario, mucho menos móviles o más exigentes en cuanto al recurso alimenticio, las condiciones ambientales o de hábitat.
Este hecho implica que diferentes especies tendrán distintas preferencias de paisaje y distintas capacidades de movimiento, dando lugar a una utilización diferente del medio basado en distintos nodos de interés y distintas vías de comunicación entre ellos. Por tanto la interpretación de los resultados puede aproximar una visión intermedia -pero parcial- de la realidad de este grupo de especies y consecuentemente de la calidad y estabilidad de las formaciones boscosas analizadas.
No debe olvidarse que este grupo de insectos xilófagos y en concreto algunas de sus especies, no sólo son indicadores de calidad forestal, sino que por encima de ese papel que se les adjudica, son, ante todo, elementos fundamentales en la dinámica natural de estos bosques y por extensión, en la dinámica natural y estructural de un paisaje bien conservado en general.
Otro de los factores tenidos en cuenta para la elección de *Gnorimus* fue la importancia del área de estudio como espacio para conservar su nicho actual. De este modo, en la zona de Ancares y Alto Sil existe una de las poblaciones de mayor relevancia a escala europea (Aguado & Hermosilla; 2013) ya que actualmente se encuentra muy amenazado en buena parte del territorios europeo.
A escala internacional cuenta con diferentes consideraciones de protección al estar incluido en la Lista Roja de especies de la IUCN (IUCN Red List Category Europe (LC) Least Concern). A nivel estatal se encuentra sujeto a protección estricta como especie vulnerable por la degradación/destrucción de su hábitat en las CCAA de Aragón y Castilla y León.

Fotografía 1. Imagen de ejemplar adulto de Gnorimus nobilis. ***Foto: Óscar Aguado.***

Biología:

Son coleópteros de hábitos heliófilos, propios de bosques de frondosas, sobre todo en robledales, bosques mixtos y hayedos.
Las hembras depositan sus huevos en árboles senescentes o en troncos podridos, donde el ciclo vital completo viene a durar unos 3 años.
Las larvas de *Gnorimus* viven y se desarrollan durante un período de 2 años en el interior del bosque, en la madera en descomposición de viejas frondosas; Los imagos de *G. nobilis* aparecen desde finales de mayo hasta mediados de agosto y se alimentan, volando o posados, del polen de caprifoliáceas como la lantana (*Viburnum lantana*) y el sauco (*Sambucus nigra*). También es importante la dependencia trófica de rosáceas silvestres como el espino albar (*Crataegus monogyna*), rosales silvestres y zarzamoras (*Rosa* spp.,

Rubus spp.), también de distintos megaforbios, principalmente umbelíferas como la angélica (*Angelica sylvestris*), el pie de oso (*Heracleum sphondylium*) y otras (*Seseli libanotis* etc.).
Los adultos vuelan en los claros y prados próximos a las zonas de cría pudiendo llegar a recorrer centenares de metros de distancia en un solo día en busca del polen de flores de las que alimentarse, algo que favorece la localización de nuevos hábitats y resulta fundamental para la dispersión de la especie. Este último aspecto, en combinación con la disponibilidad de ambientes propicios para la cría, han constituido la base para la estimación de la conectividad específica del paisaje para esta especie.

Distribución:
Sus poblaciones se localizan principalmente en los Ancares, valles de Babia, Laciana, Luna, Montes Aquilanos, Omañas y Picos de Europa (León). También se pueden localizar en el Valle de Iruelas (Ávila); Condado de Treviño, Montes Obarenes, Monte Santiago, así como en las sierras de La Demanda y Neila (Burgos), en Fuentes Carrionas y Fuente el Cobre, la Valdavia (Palencia); sierras de Béjar y Francia (Salamanca); Sierra de Riaza (Segovia); Cañón del Río Lobos, Picos de Urbión, sierras de Alba, Cameros y San Miguel, y Tierra de Ágreda (Soria); así como en el Lago de Sanabria, sierras de La Cabrera baja, de La Culebra y Tejera (Zamora).
Una vez analizada la información arriba expuesta, y en aras de conseguir un modelo adecuado se tuvieron en cuenta sus requerimientos ecológicos tomando como punto de partida la información de los rodales de bosque caracterizados y expuestos en capítulos anteriores del presente trabajo. Además, se computaron datos propios en materia de conocimiento de la distribución de la especie y de lo concerniente a la distribución y ocurrencia de su hábitat asociado.
Su capacidad dispersiva se ha calculado a partir de la información cedida por expertos en este grupo (Aguado, información inédita).
Como resultado, se ha fijado en un valor 3.322 m de distancia mediana de dispersión siendo 5.000 m el valor máximo estimado de desplazamiento para la especie, pero siempre en condiciones favorables y con escasas barreras físicas. Se ha tomado dicho valor para evitar sobreestimaciones, prefiriendo generar en todo caso un modelo con tendencia más restrictiva.

2.4.2 Resistencia de la matriz del paisaje y conectividad
Para el desarrollo del modelo de conectividad se consideraron inicialmente como nodos de dispersión los rodales maduros muestreados en campo. Como punto de partida tras los análisis preliminares, esta información dio únicamente como posible conexión efectiva un par de nodos vinculados mediante el cálculo de su distancia euclídea en el valor máximo (*dist= 5000 m*, ver *tabla 8* de distancias entre nodos), por lo que al relacionarla con el global de la matriz del paisaje fue considerada a todas luces insuficiente ya que los movimientos de bajo coste son siempre superiores a este valor.
Por consiguiente, se procedió a buscar otros parches de hábitat susceptibles de albergar a *Gnorimus nobilis*. El criterio tenido en cuenta para la selección de estas nuevas localizaciones se basó en el conocimiento de la zona de estudio por los propios autores, así como en las informaciones procedentes de otras BBDD que pudieran determinar lugares con madurez forestal. Estas localizaciones se contrastaron posteriormente con la información disponible del IFN 3.
Aquí se incluyeron los rodales candidatos en la fase preliminar de selección. Dicho proceso fue llevado a cabo por el Servicio de Restauración y Gestión Forestal y de Espacios Naturales de la Dirección General de Patrimonio Natural y Política Forestal así como por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de León y la Fundación Patrimonio Natural (Junta de Castilla y León).

Una vez obtenida la información anterior se procedió a realizar la integración ponderada de distintas variables ambientales elaboradas específicamente para este trabajo (unidades ecológicas de referencia seleccionadas a partir del SIOSE, diversidad y disponibilidad del recurso forestal a partir del MFE, cobertura forestal a partir capas HRL de Copernicus, NDWI para la época de mayor estrés hídrico a partir de datos Sentinel, métricas Lidar del PNOA, etc.) y otras de carácter genérico como impermeabilización del terreno (SIOSE,HRL), orientación, elevación, WTI (MDT-PNOA).
Ya con las variables generadas y seleccionadas se elaboraron matrices de calidad de hábitat y de resistencia al desplazamiento, sobre las que posteriormente se calcularían los modelos de desplazamiento para la especie.

La ponderación de las variables se hizo en función de la mayor o menor influencia estimada para cada una de ellas sobre la ecología y ciclo vital de *Gnorimus*, de forma que los mapas obtenidos representasen en lo posible el grado de calidad del medio y de su capacidad de acogida para esta especie.
La matriz de resistencias es el inverso del mapa de calidad de hábitat (a mayor calidad de hábitat menor resistencia al desplazamiento y mayor probabilidad de supervivencia). Sobre este producto se calcularon las posibilidades y los costes de desplazamiento del insecto dentro de unos límites que vienen determinados por su capacidad de dispersión.
El rango de la capa final de resistencias osciló entre 0 como más permeable y 40 como el de mayor resistencia, e incluye zonas vacías establecidas en función de la elevación del terreno y en las que por cuestiones de temperatura y fisiografía del paisaje, no es esperable en ningún caso la presencia del insecto.

Estos modelos se representan en mapas de movimiento acumulado con los que se espera contribuir a la mejora general de las interconexiones entre rodales de bosques maduros.

Una vez generada dicha información espacial cuyos valores representan resistencia al desplazamiento, se valoraron los costes acumulados para el movimiento necesario para comunicar dos áreas separadas en el espacio. Este análisis ofrece como resultado la elección de los caminos de menor coste entre dichas áreas en función de su distancia y coste estimado, cuantificándose de esta forma la resistencia/permeabilidad del paisaje ante el flujo de movimiento de *Gnorimus.*
Así se obtuvieron diferentes rutas óptimas para el movimiento de la especie -en una o varias fases de su ciclo vital - entre los rodales seleccionados, rutas por la cuales la especie objetivo podría desplazarse con mayor facilidad y eficiencia.

Posteriormente, se procedió a generar los estadísticos de conectividad mediante la herramienta Conefor 2.6 (Saura & Torné, 2012). De acuerdo a los mismos autores, este software permite evaluar la conectividad incorporando la importancia o aporte de cada tesela de hábitat disponible para el movimiento de las especies entre la matriz de paisaje.
A partir de diferentes algoritmos se calcularon parámetros que evalúan los eventos de conexión entre teselas de hábitat disponible en el paisaje. Con objeto de integrar la facultad probabilística en la disponibilidad de hábitat y conectividad en el paisaje se utilizó el Índice de Probabilidad de Conectividad en su valor relativo al diferencial *delta* (*dPC*) así como la contribución en porcentaje de cada fracción relativa al mismo:

- dPC intra, relativa a la conectividad interna del núcleo de hábitat.
- dPC flux relativa al flujo esperado de la especie objetivo por el núcleo de hábitat
- dPC connector, o importancia de la tesela en el entramado de conexiones.

Como resultado, se obtuvo un producto susceptible de ser valorado en su mayor o menos disponibilidad de hábitat entre los diferentes fragmentos conocidos (*interpatch e intrapatch connectivity*). Para el análisis se asignó una probabilidad de 0.5 en coherencia con el valor de la distancia efectiva propuesta.
Tras el procesado de los datos obtenidos se desarrolló un modelo espacialmente explícito con los resultados generados más representativos.
En dicho modelo se incluyó la priorización de las áreas núcleo con vistas a posibles acciones de restauración del hábitat, de su dinámica y funcionalidad ecológica, dentro de posibles líneas de acción que incluyan gestión adaptativa.

3.- ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio seleccionada se localiza en el provincia de León y comprende los términos municipales de Villafranca del Bierzo, Vega de Espinareda, Candín, Peranzanes, Villablino, Murias de Paredes y Palacios del Sil.

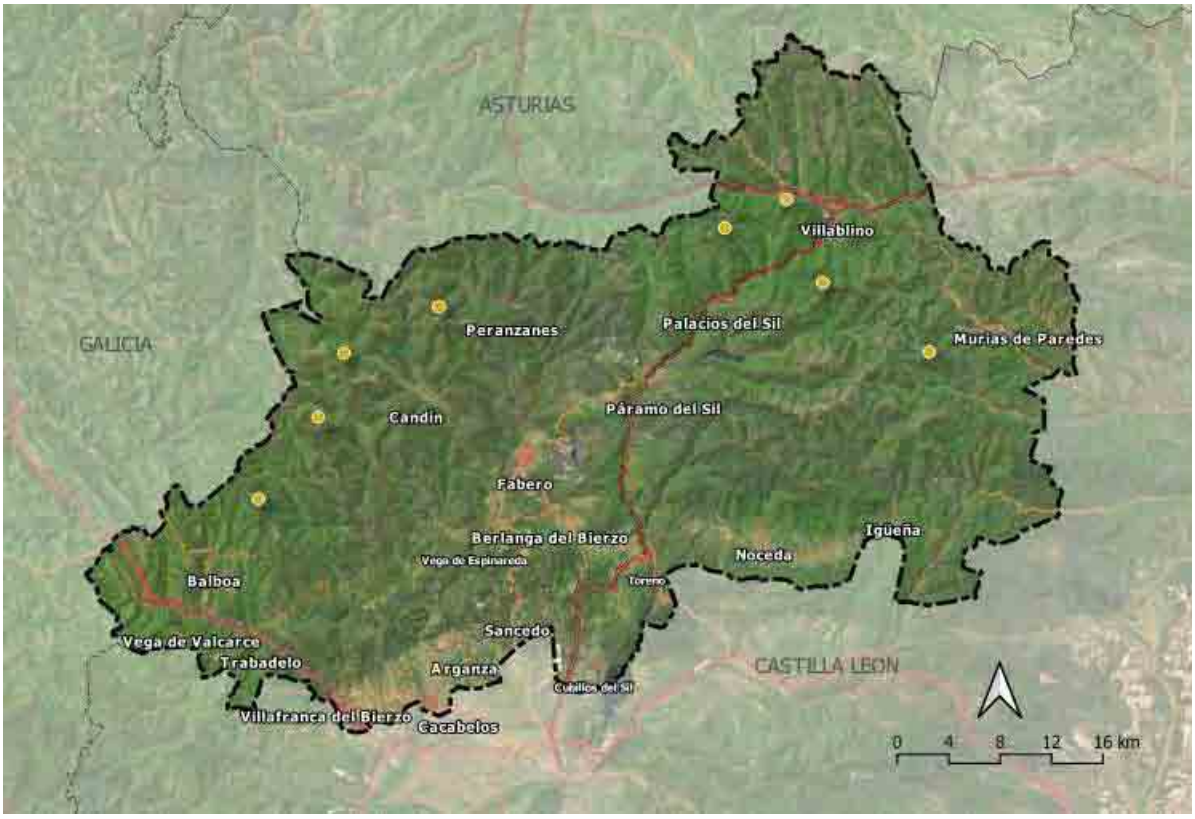


Figura 1. Vista general sobre ortofoto del área objeto de trabajo donde se localizan los radales estudiados.

El área piloto abarca un territorio de aproximadamente unos 70 km de ancho comprendidos entre el valle de Balboa y el omañés de Murias de Paredes.

A escala general, el paisaje se compone de un mosaico de zonas forestales, matorrales y pastizales, con múltiples núcleos urbanos de pequeña entidad dispersos en el territorio. Las masas forestales están formadas por bosques mixtos con rodales incluyen formaciones relevantes, entre otros, de roble, tejo y abedul. Son hábitats muy relevantes para especies amenazadas como el oso y el urogallo cantábrico. Además, los relictos forestales de mayor madurez que persisten en general en las zonas de cabecera de cuenca, mantienen una elevada diversidad de especies de invertebrados saproxílicos.

Comenzando de oeste a este, una primera agrupación descriptiva lógica es la que envuelve el arco montañoso noroccidental de la cordillera, dentro de la comarca del Bierzo y que comprende los rodales presentes en los macizos de los valles de Balboa, Burbia, Ancares leoneses y Fornela.

El medio es muy propicio para el desarrollo del bosque mixto atlántico, donde comparten espacio un elenco de especies propias de formaciones templadas heterogéneas, con abundante presencia de robles albares, tejos, acebos, abedules, capudres, mostajos y avellanos, entre otros.

Como ejemplo de la idoneidad de este territorio para albergar masas forestales evolucionadas hacia la madurez cabe resaltar una rica toponimia relativa a la acepción “morteira” o “mortal”. Así es como se denominan en la zona a los bosques viejos o poco alterados. Están ubicados generalmente en cabeceras, umbrías (también conocidas como abeseus o abesedos) o fondos de valle; áreas en definitiva con mayores tasas de humedad ambiental y edáfica que ha permitido en muchos casos salvar a estas formaciones del uso ancestral, reiterado y contumaz del fuego para crear (o mantener) espacios abiertos para uso ganadero.

Este factor modelador del paisaje continúa hoy día influyendo en la fragmentación de los parches de bosque nativo, inserto en la mayoría de casos dentro de amplias matrices de matorral propio de series de degradación post incendio o embebido entre repoblaciones, mayormente de pino albar y otras coníferas.

Avanzando hacia el este, el siguiente grupo estaría compuesto por las extensas formaciones arboladas que encierra el Alto Sil (incluyendo Palacios del Sil, el término municipal de Villablino en Laciana y el abedular de Carrentiego ya en la comarca de Omañas). El relieve, saliendo desde el Bierzo hacia el norte, se vuelve más abrupto, el encajamiento fluvial es más patente. La actividad ganadera aquí sigue teniendo importancia y con el declive de la minería, principal actividad durante más de un siglo en la zona, puede que se relance. En la zona es también visible el modelado del fuego y de manera recurrente suceden incendios importantes, aunque sus efectos son más limitados que en el grupo anterior, conservándose importantes masas continuas de bosque que se mantienen como ecosistemas clave. Y es así entre otras razones porque conectan los diferentes valles, atenuando la fragmentación del territorio.

Cabe añadir además, que estas zonas, representan uno de los puntos calientes de biodiversidad más importantes para la Península Ibérica, no sólo en especies emblemáticas como el oso pardo y el urogallo, sino también de otras que aportan riqueza y originalidad incluyendo líquenes, insectos y otros grupos biológicos como se verá más adelante.

Así pues, como en gran parte de la Península Ibérica, el sobrepastoreo, las transformaciones del paisaje para obtener energíaleña y madera, las roturaciones agrícolas y los recurrentes incendios han modelado un paisaje donde los sistemas forestales con presencia de fases más evolucionadas han ido perdiendo entidad hasta prácticamente su desaparición.
Sin embargo, aun siendo insoslayables los problemas –también ecológicos- asociados a la despoblación rural en el presente, los cambios socioeconómicos acontecidos en las últimas décadas a las actividades mineras y de producción energética junto a las nuevas perspectivas de conservación, gestión y provisión del variado elenco de bienes y servicios ecosistémicos que aporta el medio natural, son decisivos para la recuperación de fases más avanzadas de naturalidad y madurez observada en tiempos reciente.

4.- RESULTADOS

4.1 VALORACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA

4.1.1 Resultados de la caracterización ecológica para los 8 rodales seleccionados

Se presentan a continuación los resultados obtenidos tras las prospecciones e inventario de campo en los 8 rodales seleccionados.

4.1.1.1 Mosqueiro. Teixeira (Vilafranca del Bierzo)

Tipo de bosque

Tejeda imbricada en bosque mixto

Nombre del rodal

Mosqueiro

Justificación del carácter excepcional del rodal

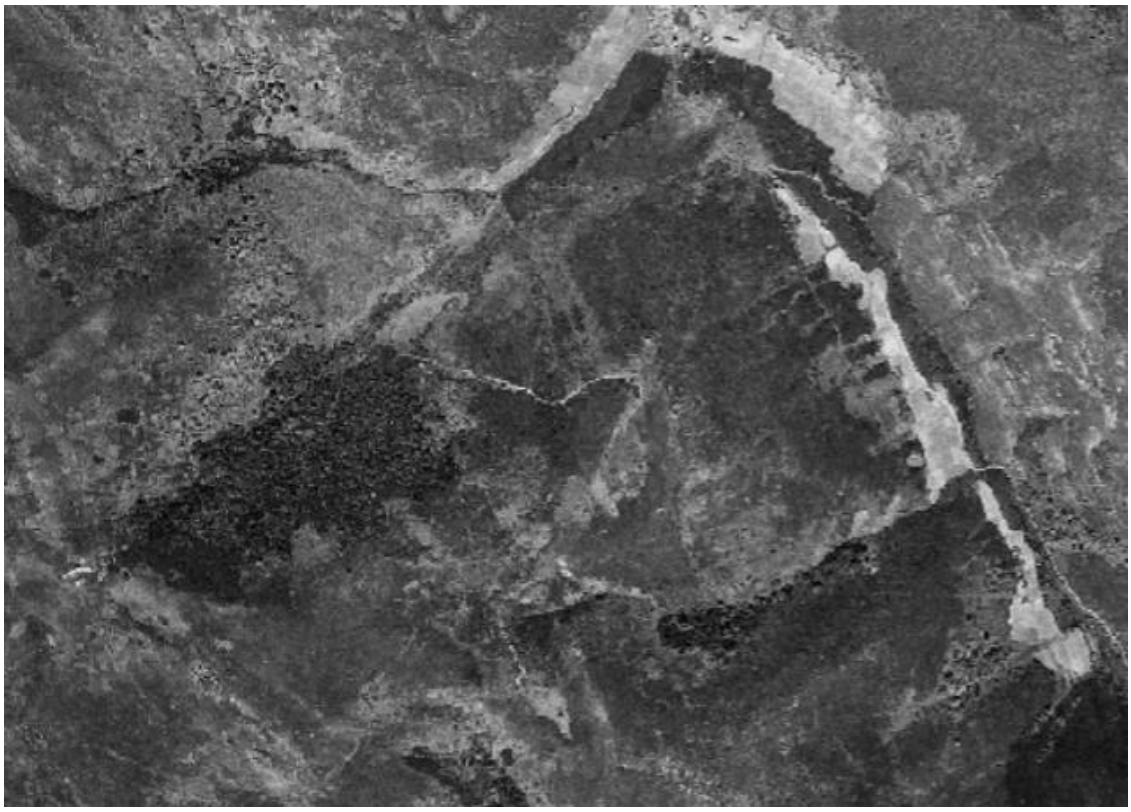
Rodal de escasas dimensiones pero con presencia de la cohorte de tejeda bien conservada e inserta en un bosque mixto atlántico con altos rasgos de madurez y ejemplares de considerables dimensiones. Puede actuar como núcleo de dispersión a la matriz circundante apareciendo abundante regeneración de especies clave como el propio *Taxus*.

Localización

El rodal de Mosqueiro se ubica en la pedanía de Teixeira integrada en el municipio de Villafranca del Bierzo.

Figura 2. Localización del rodal de Mosqueiro. Fuente datos: CNIG.

Evolución histórica reciente del bosque



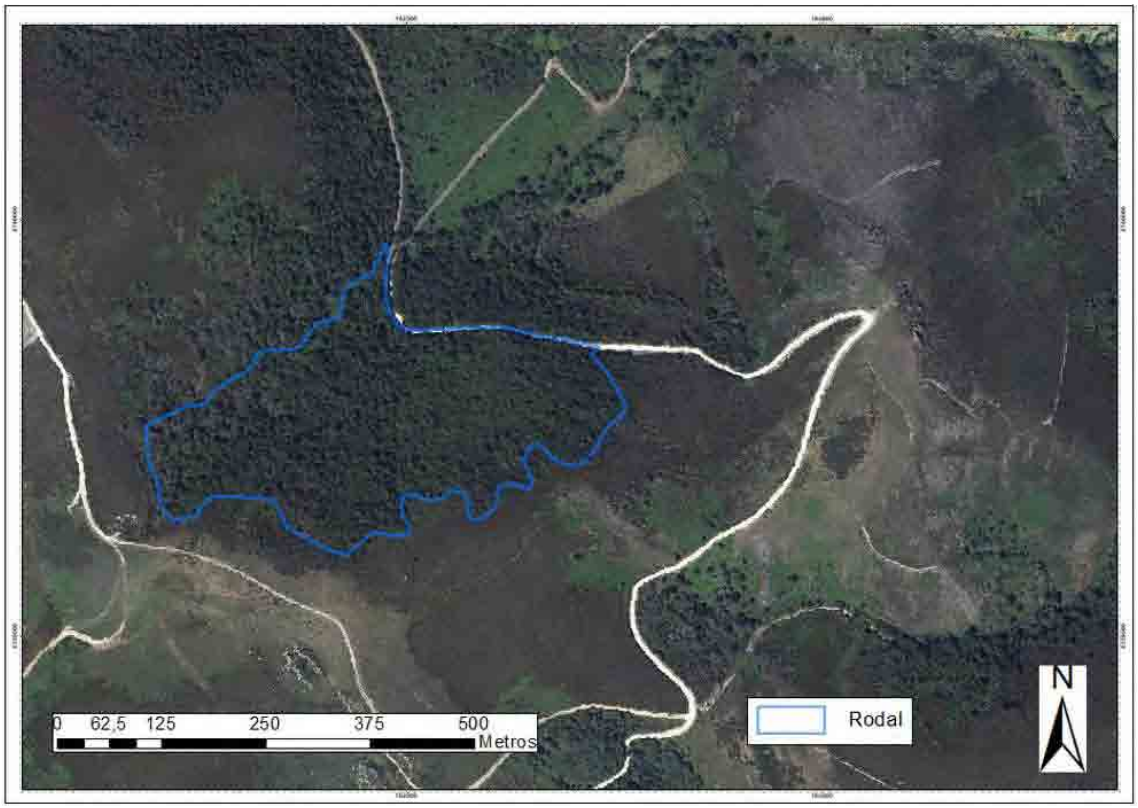


Figura 3. Comparación de ortofotografía obtenida en el vuelo americano de 1956 (arriba) con ortofoto actual en Mosqueiro. Fte. datos: CNIG.

Caracterización dasométrica de la masa

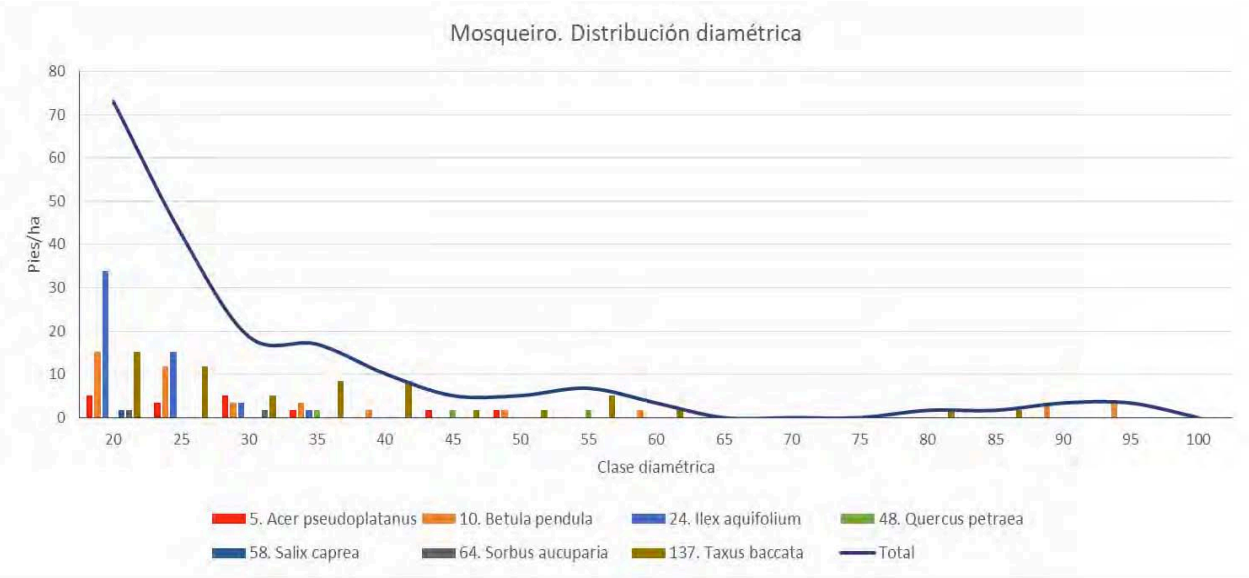


Figura 4. Distribución diamétrica por especie y total en Mosqueiro.

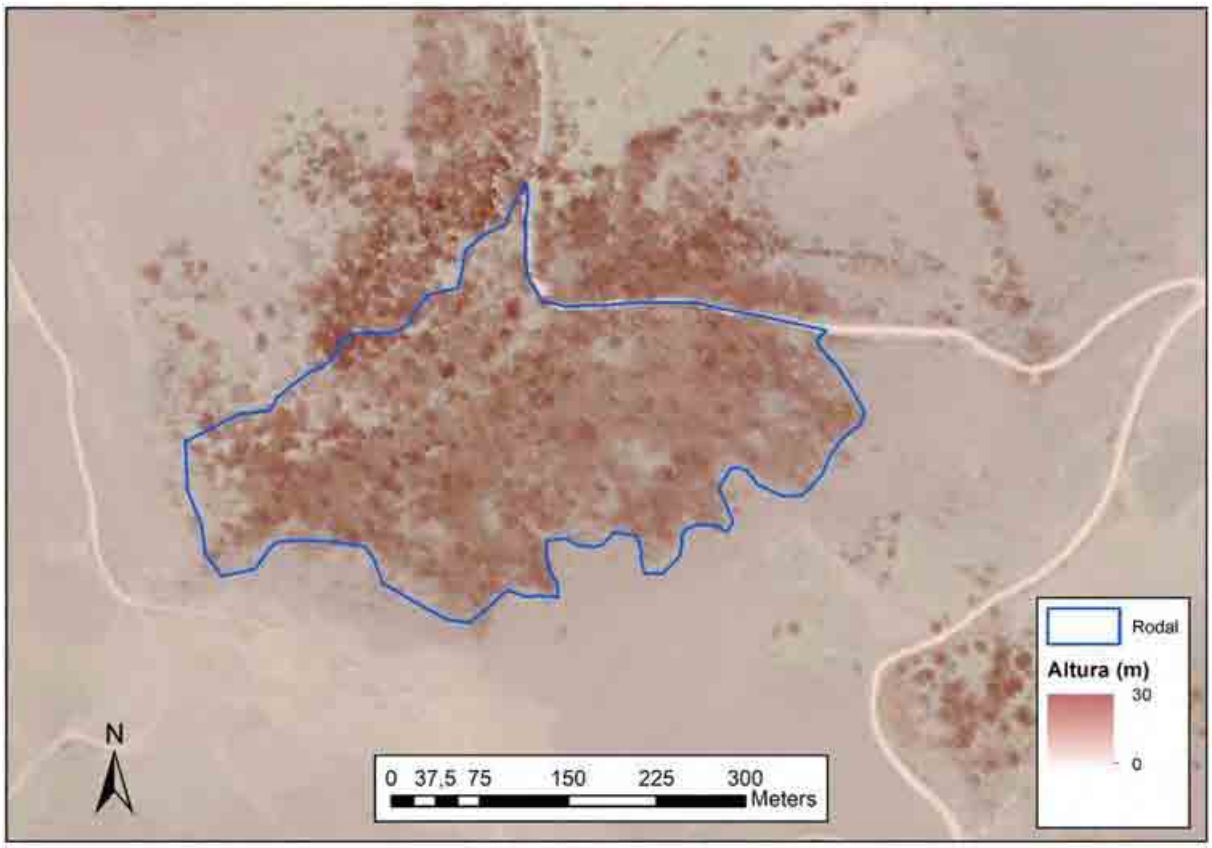


Figura 5. Modelo de Altura de la Vegetación obtenido a partir de datos LIDAR. Mosqueiro.

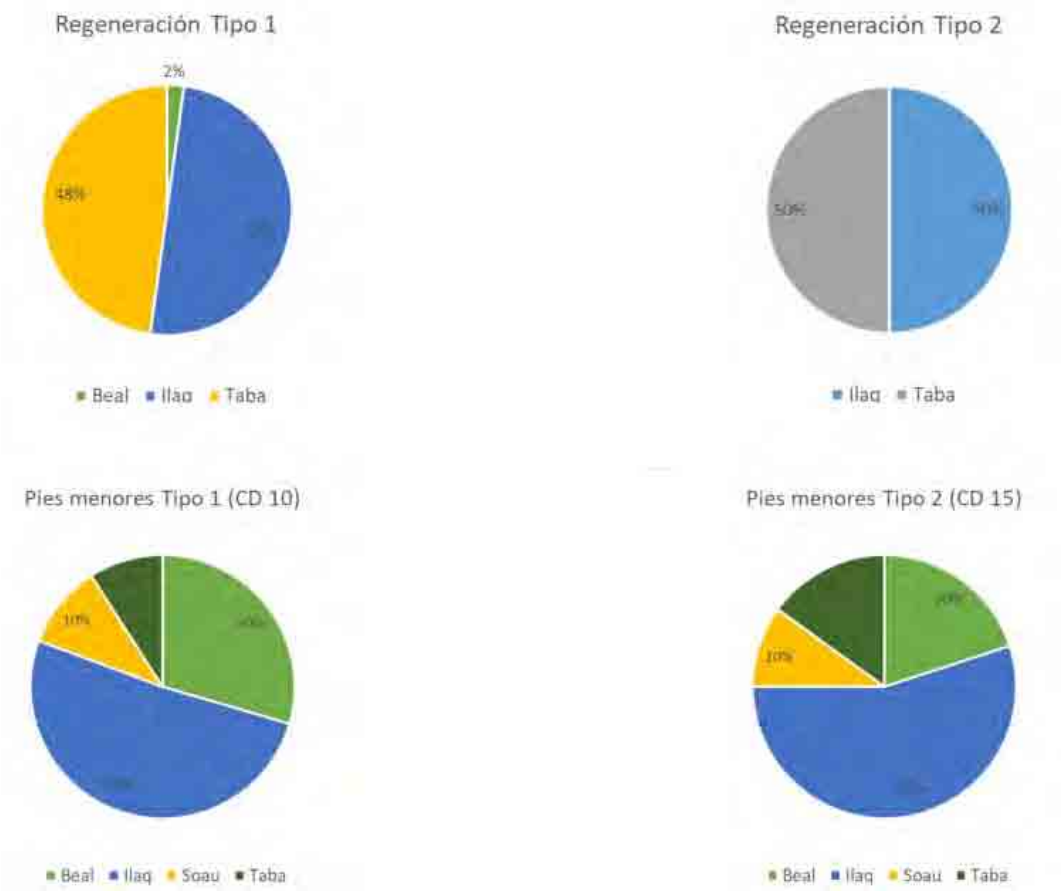


Figura 6. Proporción de regenerado inicial y avanzado (arriba izquierda y derecha) y clases diamétricas finas de CD 10 y CD 15 (abajo izda. y dcha.) en Mosqueiro.

Análisis de las características estructurales

Se observa en el perfil de distribución diamétrica que existe representación continua en más de una decena clases de edad para tejos, abedules y arces. Si se incluye el contingente de acebos y tejos de las CD 10 y 15, da lugar a una masa con tendencia a la irregularidad. Roble albar y otras especies como serbales aparecen salpicados en el rodal completando este elenco heterogéneo.

La incorporación de *T. baccata* (brinzal) e *Ilex aquifolium* (brinzal y chirpial) se encuentra muy presente además en forma de regenerado inicial y avanzado (ya instalado); lo que justifica la gran excepcionalidad antes mencionada. El bosque mixto en la mayoría de sus especies parece consolidarse al observar la transición de las especies desde sus respectivas tasas de reclutamiento efectivo a clases diametrales finas. Las alturas dominantes corresponden al robledo fuera ya del rodal seleccionado tal y como reflejan los retornos LIDAR obtenidos.

Dinámica natural

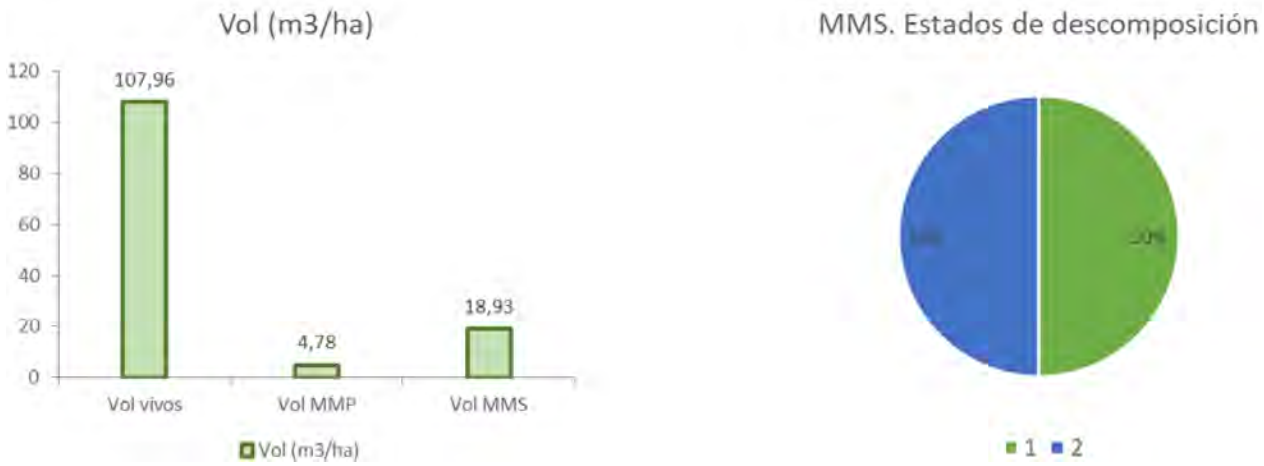


Figura 7. Volumen de madera viva, muerta en pie y muerta en suelo (izquierda) y proporción de los distintos estados de descomposición de la madera muerta en suelo (derecha) en Mosqueiro.

A escala cuantitativa y cualitativa, la presencia de microhábitats es relevante atendiendo sobre todo a la gran variedad de nichos presente. En ese sentido, se han inventariado 9 de los 10 tipos de microhábitats propuestos, habiendo obtenido 461 microhábitats/ha. Los valores promedio de madera muerta absolutos y en proporción con la fracción viva son también de entidad (23,7 m^3 y 24,9% madera muerta/viva respectivamente), si bien no se detectaron estados de descomposición avanzados en las parcelas muestreadas. Existen numerosos pies de tejo y abedul de gran tamaño y longevidad, que completan junto con el resto de pies todos los estados del ciclo silvogenético. Es relevante la presencia de abatimientos naturales de especies como tejos y abedules, donde la madera permanece en suelo sin ser extraída.

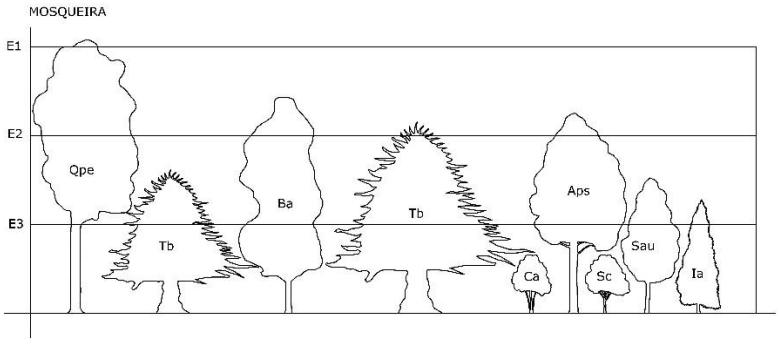


Figura 8. Detalle de perfil sociológico del rodal de Mosqueiro. Abreviaturas de especies representadas: Qpe= Q. petraea; Tb= T. baccata; Ba= B. alba; I.a=Ilex aquifolium; Aps= A. pseudoplatanus; Ca= C. avellana; Sc= S. caprea; Sau= S. aucuparia. E1, E2 y E3 representan los diferentes estratos verticales en los que se divide la masa.

Propuesta de gestión

Debido a su gran importancia para el HIC 9580* incluso a escala estatal, es posible la necesidad de realizar una gestión centrada en exclusión herbívora sobre el regenerado de tejos y resto de especies. En esta prospección, tres años después de su monitorización para el proyecto LIFE Baccata, se observa un incremento considerable de daños por presión herbívora silvestre.

Se propone un seguimiento mediante monitorización de parcelas permanentes de alta precisión.

Fotografías

Fotografía 2. Vista del seno del rodal donde predominan los pies de Taxus. Foto: XGM.

Fotografía 3. Apertura donde se han instalado una ingente cantidad de regenerado de pies de Taxus, evento poco usual en la cordillera cantábrica a causa de la presión herbívora excesiva. Sin embargo la afección al regenerado está aumentando en tiempos recientes como se puede observar en los daños a los plantones de clases 1 y 2. Foto: XGM

Fotografía 4. Detalle de tronca muerta incorporada de forma natural en el suelo del bosque. Foto: XGM.

Fotografía 5. La presencia de líquenes es muy abundante en el rodal. En la imagen Sphaerophorus globosus y el briófito Hypnum cupressiforme. Foto: XGM

4.1.1.2 Carballal. Burbia (Vega de Espinareda)

Tipo de bosque
Bosque de *Quercus petraea* con otras frondosas.

Nombre del rodal
Carballal

Justificación del carácter excepcional del rodal
Los robledales de Burbia como este del Carballar suponen reservorios muy escasos para este tipo de formaciones. Todo el entorno del arroyo del Villouso desde las laderas hasta el arroyo presenta un elevado potencial para el HIC, desde la parte alta del arroyo bajando hacia el puente. La zona del arroyo tributario que sube en dirección a la Mayada del Mostellar presenta también potencial para la expansión de especies arboladas de interés como tejos, robles, acebos y resto de cohorte del bosque mixto atlántico.

Localización
El rodal del Carballal se ubica en la Entidad Local Menor de Burbia integrada en el municipio de Vega de Espinareda.

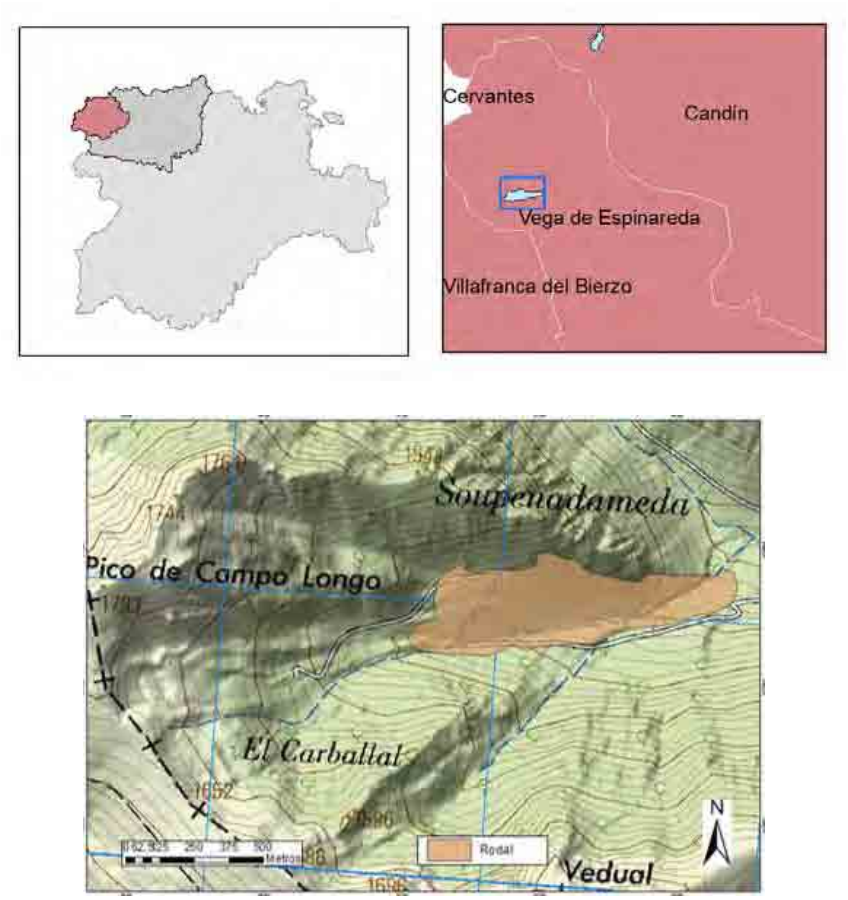


Figura 9. Localización del rodal de Carballal. Fuente datos: CNIG.

Evolución histórica reciente del bosque

Figura 10. Comparación de ortofotografía obtenida en el vuelo americano de 1956 (arriba) con ortofoto actual en Carballal. Fte datos: CNIG.

Caracterización dasométrica de la masa

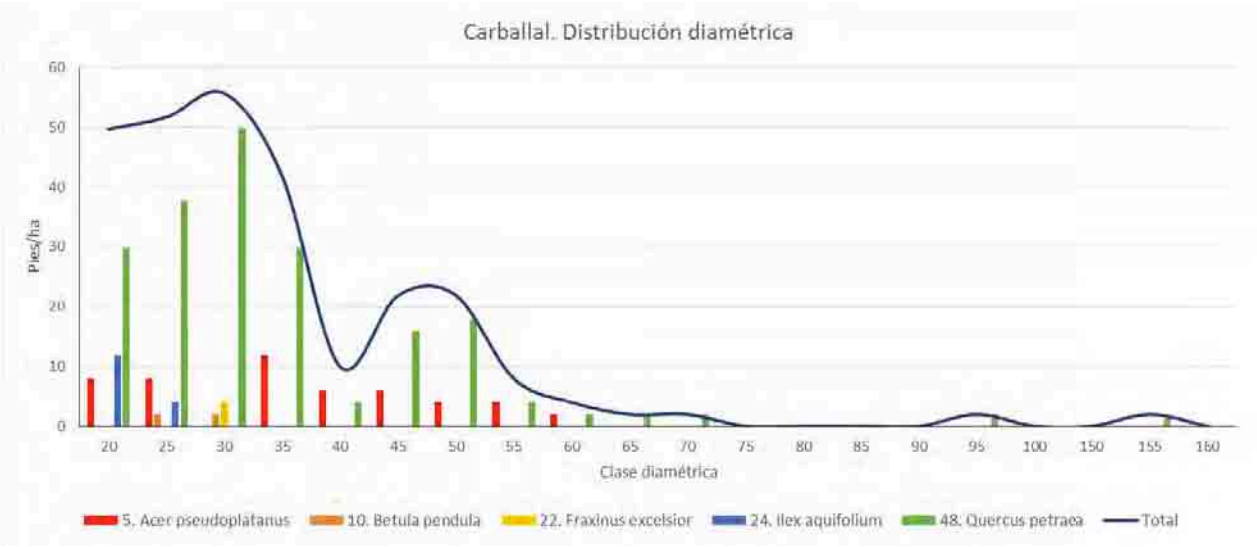


Figura 11. Distribución diamétrica por especie y total en Carballal.

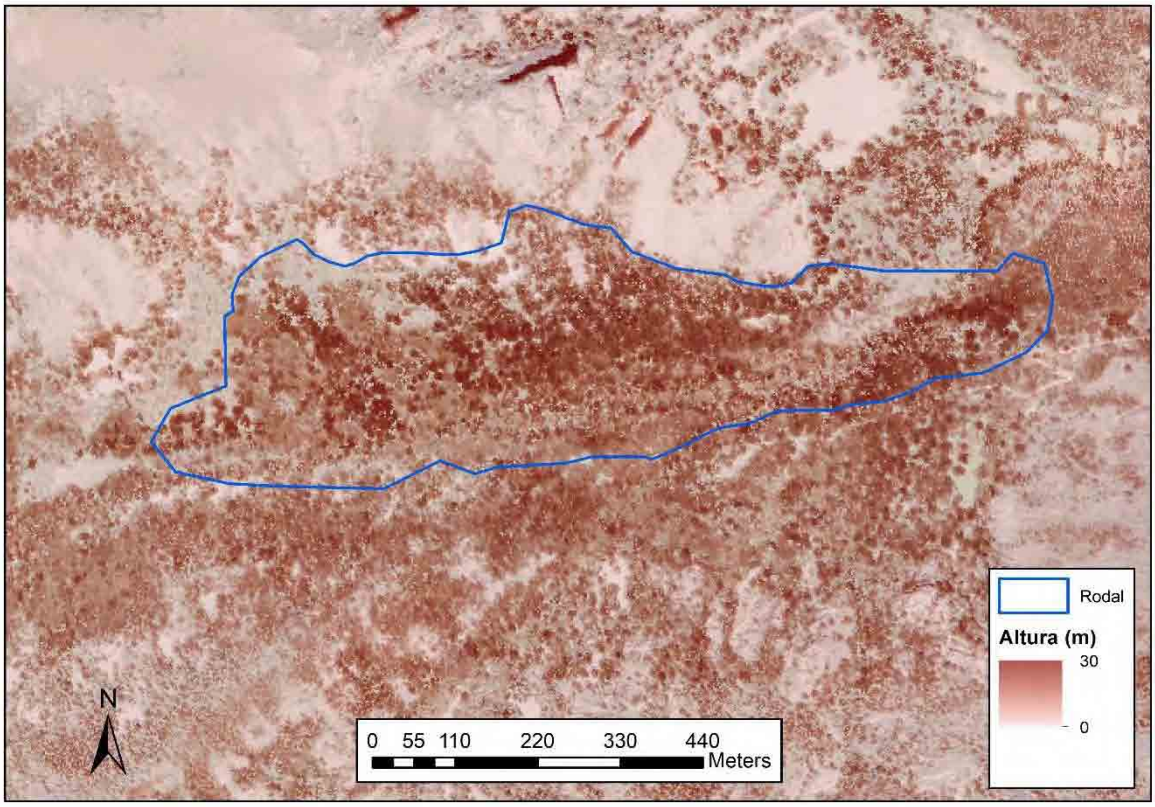


Figura 12. Modelo de Altura de la Vegetación obtenido a partir de datos LiDAR. Carballal.

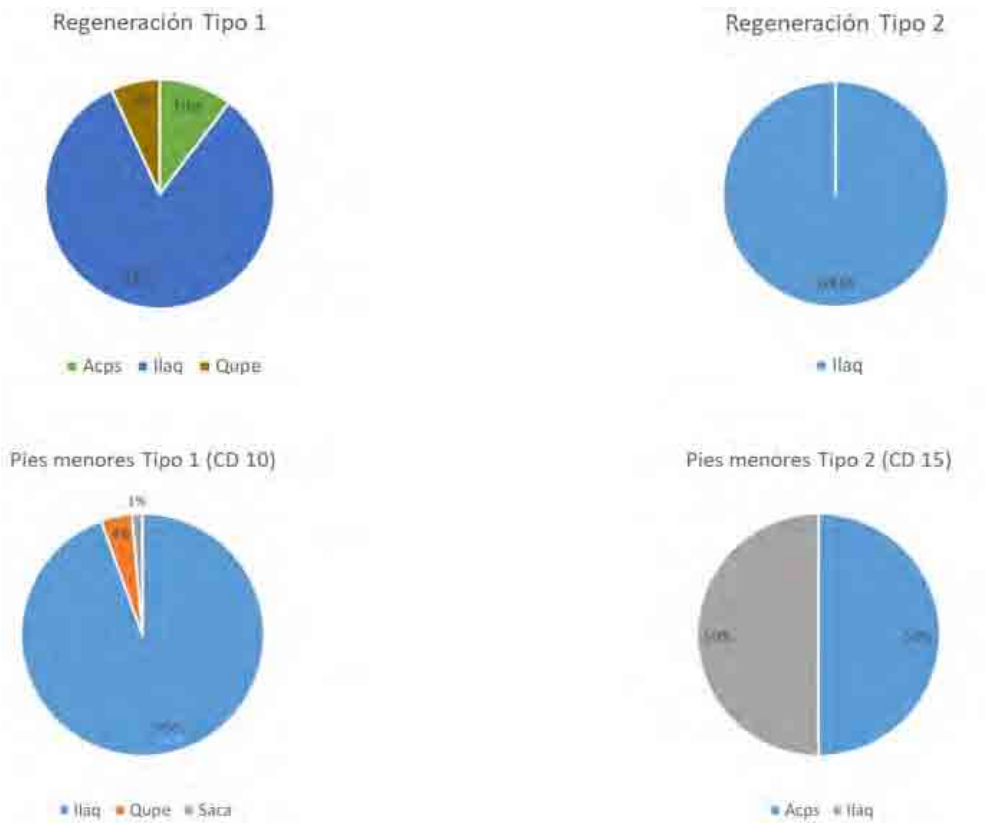


Figura 13. Proporción de regenerado inicial y avanzado (arriba izquierda y derecha) y clases diamétricas finas de CD 10 y CD 15 (abajo izda. y dcha.) en Carballal.

Propuesta de gestión

Mantener la dinámica a evolución libre del rodal en la zona *core*. En el área buffer aledaña existen densidades excesivas de acebal y tallares de roble posiblemente cortado a matarrasa en tiempos anteriores que podrían gestionarse a escala selvícola mediante clareos puntuales de mejora.

Análisis de las características estructurales

En el robledo de Carballal, como la mayoría de bosques bercianos, se produjo la extracción de la mayor parte de sus ejemplares de mayor tamaño y longevidad. Es visible en la fotografía del vuelo americano donde se aprecia el entramado de vías o trochas en forma de "raspa de pez". Suelen estar asociadas a las sacas de madera en zonas con pendiente moderada. Esto se ve reflejado en el diagrama de distribución diametral, donde se observa la existencia de clases diametrales de un robledo con predominancia para la fase óptima en *Q. petraea* y otras especies que a menudo forman pequeños golpes con mayor protagonismo, caso de un peculiar parche de arces que aparece en el seno del rodal.

La tregua en las últimas décadas relacionada con las extracciones masivas de madera y unas buenas condiciones estacionales permiten una progresiva naturalización. Esto va dando lugar a mayores rasgos de madurez modificando su perfil homogéneo. Podríamos considerarlo pues un monte regular en transición, con rasgos discretos de etapas avanzadas de madurez (en lo que respecta a valores de volumen, AB, etc. propios de estos eventos).

Sin embargo, además de tocones de extraordinarias dimensiones, permanece un pequeño testigo de ejemplares de dimensiones excepcionales, con hasta 160 cm de DAP, que a su vez aportan gran cantidad de refugios para la fauna forestal en forma de fendas y oquedades.

Es remarcable la presencia de una acentuada diversificación en lo relativo a los estratos verticales así como la entrada progresiva de especies típicas del bosque mixto en la fracción juvenil, caso del propio robledo junto con acebos y arces.

Dinámica natural

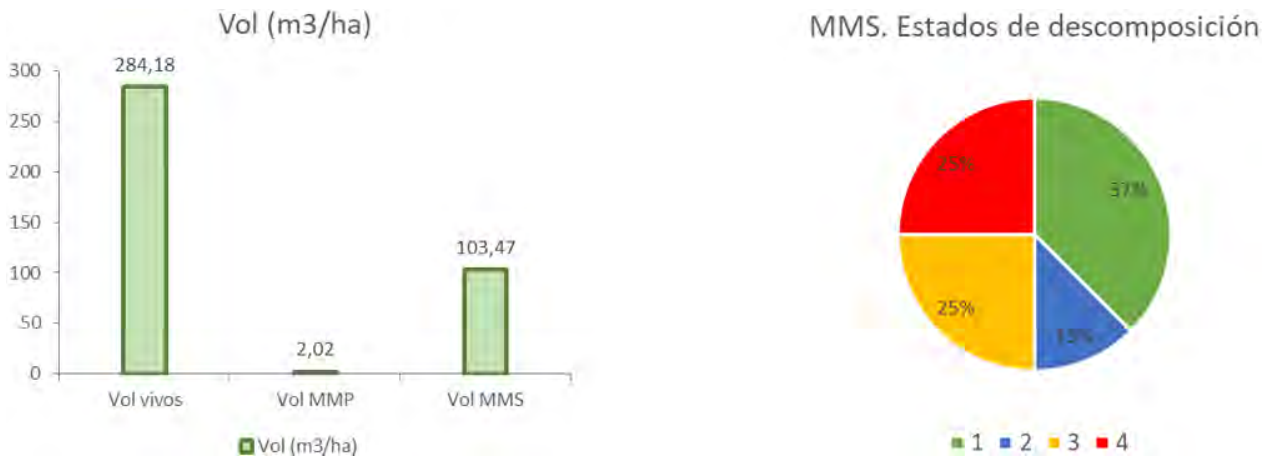


Figura 14. Volumen de madera viva, muerta en pie y muerta en suelo (izquierda) y proporción de los distintos estados de descomposición de la madera muerta en suelo (derecha) en Carballal.

La presencia de viejos robles muertos aporta una considerable fracción de madera muerta en suelo (103 m^3/ha), algo más discreta en la forma de madera muerta en pie (2,02 m^3). También resalta la variedad de estados de descomposición, fruto de procesos ya prolongados a nivel temporal que se reflejan en un 25% presente del estado 4, faltando solamente el nivel más avanzado de degradación orgánica (estado 5 de descomposición de la madera en suelo).

Destaca el elevado número de tipos de microhábitats encontrado (9 de 10), a menudo ligado a la fracción de robles de grandes dimensiones. El número total de microhábitats inventariados también es elevado, apareciendo 567 microhábitats/ha.

Fotografías

Fotografía 6. Vista desde el camino de Vilouso; el rodal al fondo. Foto XGM.

Fotografía 7. Detalle de fenda trasversal en roblón de 82 cm de DAP, junto con tronca de similar tamaño ya muerta en suelo. Foto XGM.

Fotografía 8. Detalle de tocón antiguo de roble con más de 5 m de perímetro en la base. Probablemente fruto de la extracción de madera para la construcción del ferrocarril en España en los años 40 y 50 del S. XX. Foto: XGM.

Fotografía 9. Imagen del interior del robledo en un área en fase óptima del ciclo silvogenético. Verano de 2017. Foto: XGM.

4.1.1.3 As Fontes. Tejedo de Ancares (Candín)

Tipo de bosque
Robledo de *Q. petraea* con bosque mixto atlántico

Nombre del rodal
As fontes

Justificación del carácter excepcional del rodal
Este bosque con ejemplares de gran tamaño es vestigio de lo que fueron los grandes robledos de las cabeceras asturleonesas noroccidentales. Las últimas cortas de gran entidad que pusieron fin al gran bosque antiguo del valle glaciar del rio Ancares se realizaron para la obtención de traviesas y posterior creación de vías férreas españolas en los años 40. Posteriormente, se vinieron realizando cortas en áreas circundantes, siendo As Fontes, un área de importante necesidad de conservación como ejemplo de rodal viejo a causa en parte por su mayor inaccesibilidad.

También es hábitat actual de especies clave como el oso cantábrico y otras sujetas a grado máximo de amenaza.

Localización
El rodal de As Fontes s pertenece a la pedanía de Tejedo de Ancares, integrada dentro del municipio de Candín.

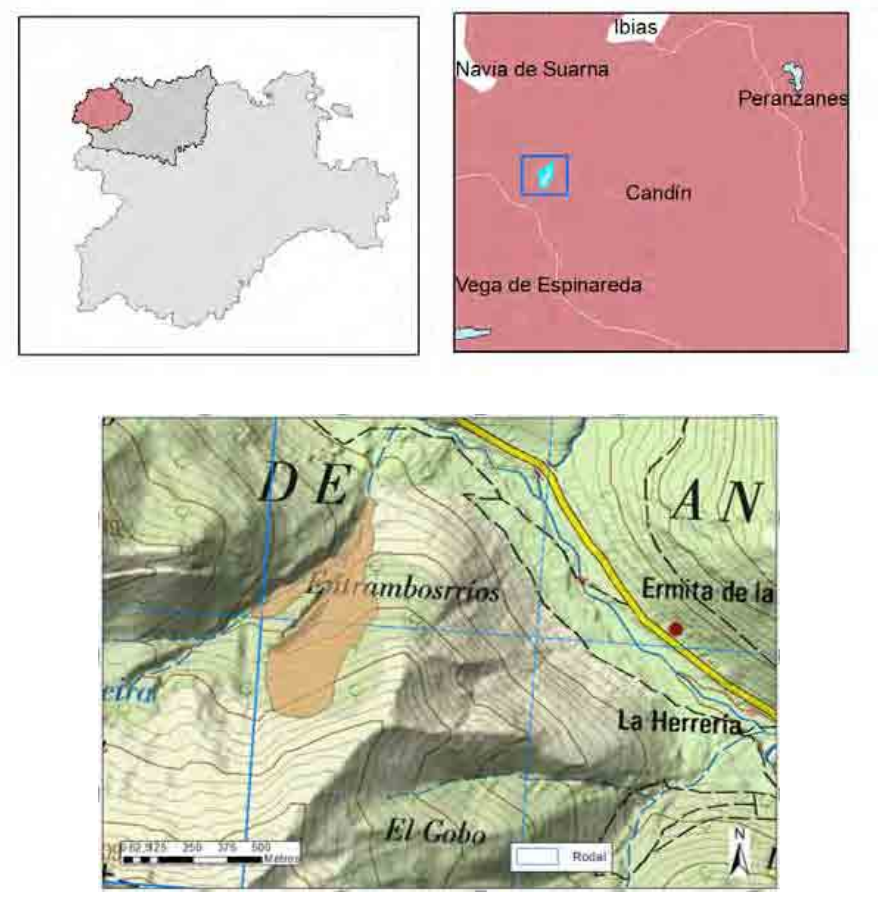


Figura 15. Figura 16. Localización del rodal de As Fontes. Fuente datos: CNIG.

Evolución histórica reciente del bosque

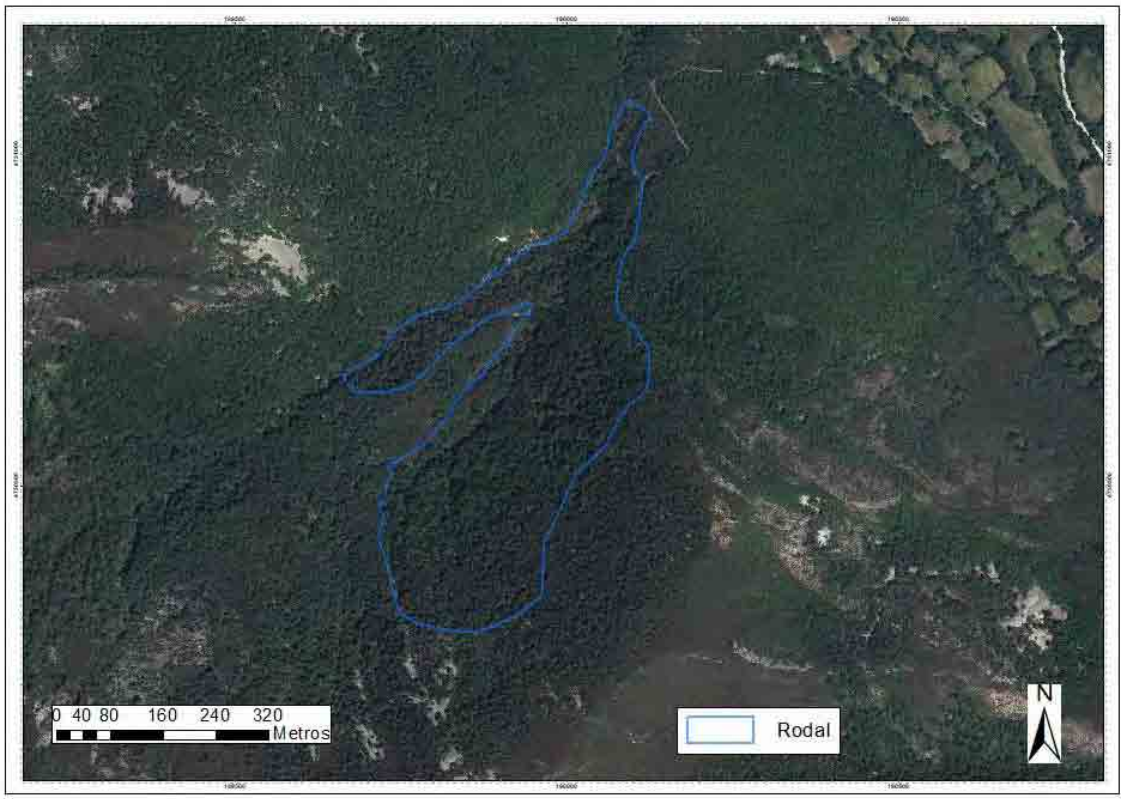


Figura 17. Comparación de ortofotografía obtenida en el vuelo americano de 1946 (arriba) 1956 (centro) con ortofoto actual (abajo) en As Fontes. Fte datos: CNIG.

Caracterización dasométrica de la masa

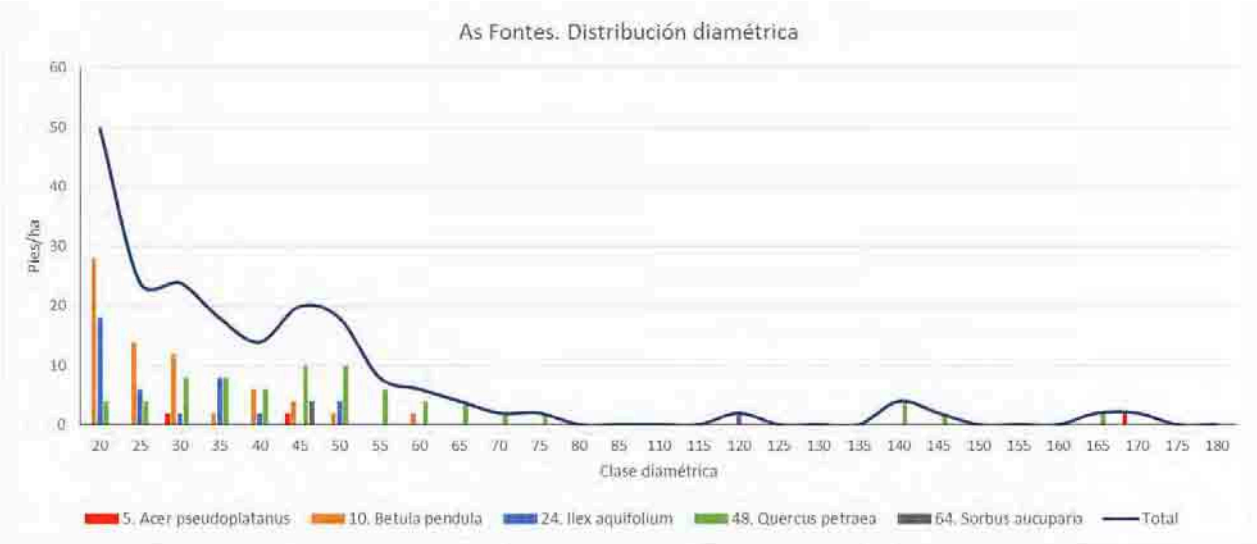


Figura 18. Distribución diamétrica por especie y total en As Fontes.

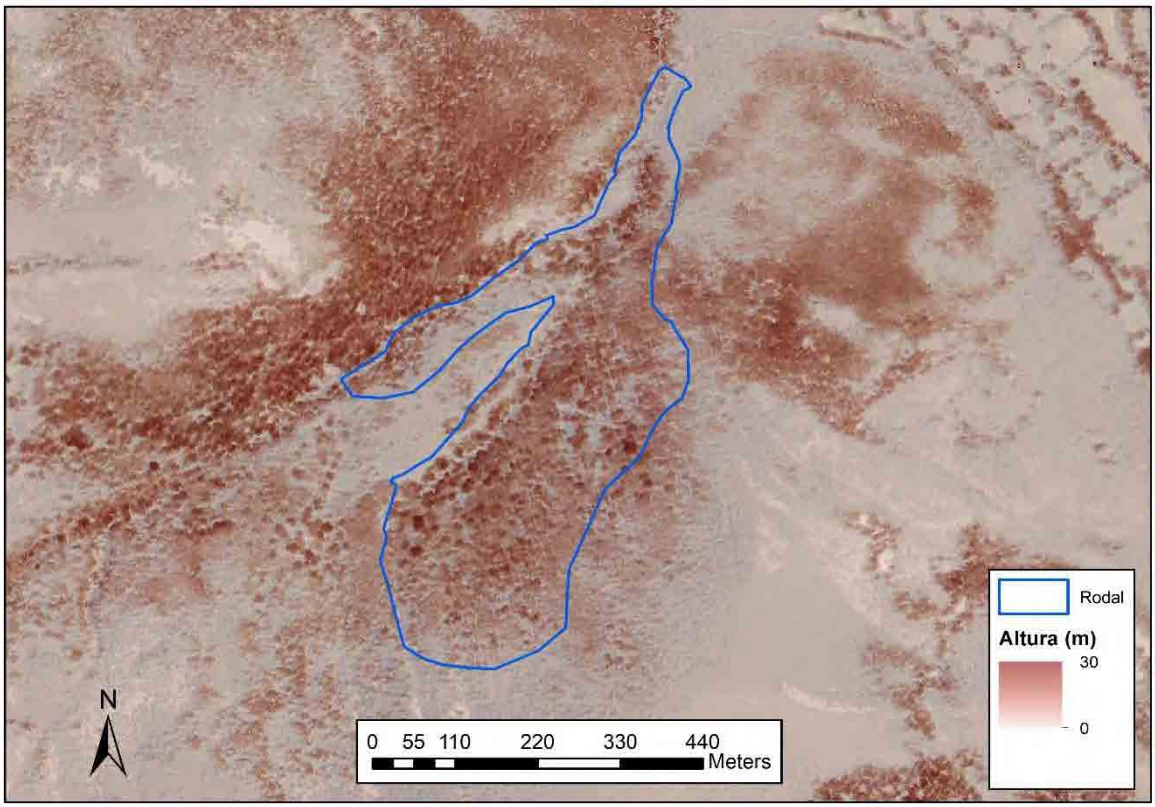


Figura 19. Modelo de Altura de la Vegetación obtenido a partir de datos LiDAR. As Fontes.

Figura 20. Proporción de regenerado inicial y avanzado (arriba izquierda y derecha) y clases diamétricas finas de CD 10 y CD 15 (abajo izda. y dcha.) en As Fontes.

Análisis de las características estructurales

En el rodal (como en otras zonas puntuales hacia la cabecera principal), aparecen pies muy gruesos (DAP => 80 cm) de roble, arce y abedul acompañados de otra fracción relevante de pies gruesos (DAP => 60 cm). En la fracción de diámetros iniciales, la presencia de abedul cobra mayor protagonismo, aunque irá posiblemente siendo sustituida en parte por roble albar (y sus hibridaciones con rebollo) junto con otras especies como acebos, serbale, arces y fresnos de montaña.

La estructura actual debió partir de una formación adehesada con mayor presencia de ganado surgida luego de las grandes talas de los años 40 y 50 del pasado siglo (ver evolución en figuras históricas). El global del arbolado tiende a dirigirse hacia forma principal de masa irregular en su conjunto. Parece existir un ligero colapso en el contingente juvenil de roble para consolidar el monte alto en la especie, al menos, en las zonas monitorizadas.

Dinámica natural

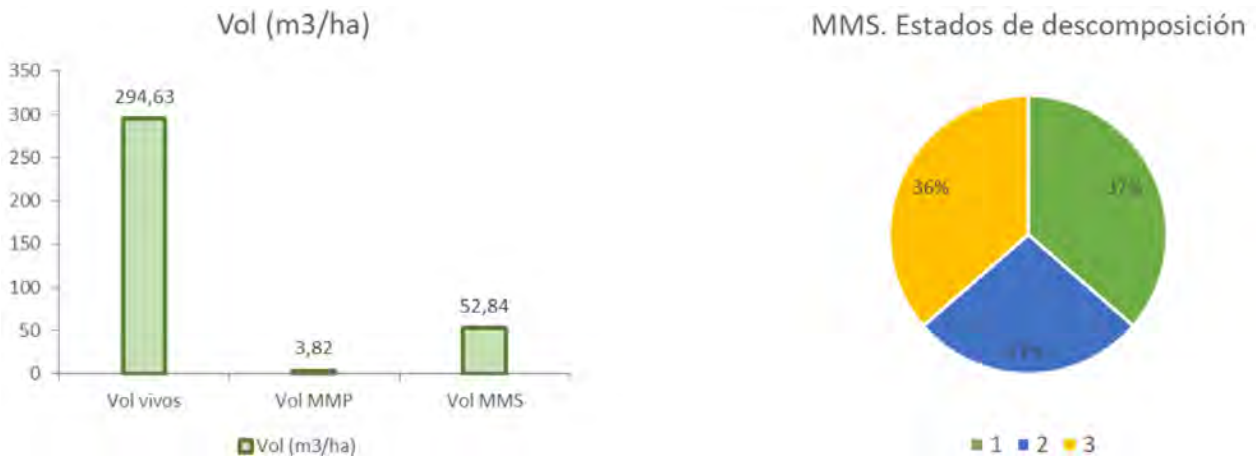


Figura 21. Volumen de madera viva, muerta en pie y muerta en suelo (izquierda) y proporción de los distintos estados de descomposición de la madera muerta en suelo (derecha) en As Fontes.

Los valores de madera muerta en suelo son relevantes (52,84 m^3/ha) suponiendo junto con la madera muerta en pie en promedio un 19,2% del volumen total. Predominan todavía los primeros estadios de transformación.

Se detectó un nutrido elenco de microhábitats forestales a escala cuantitativa y cualitativa, destacando la aparición de daños en corteza en robles y abedules gruesos (> 60 cm DAP) muy apta por ejemplo como hábitat de quirópteros forestales. En total se inventariaron 366 microhábitats/ha. También se hallaron un notable número árboles excepcionales por ha (promedio= 52 pies/ha).

Propuesta de gestión

Alrededor del rodal caracterizado existen densos robledos pujantes sobre antiguas cepas. En algunas áreas parece interesante valorar resalveos y claras mixtas para acelerar el proceso de desarrollo hacia estadios más evolucionados.

Dentro del propio rodal se considera conveniente la no intervención. También resulta interesante ahondar en el estudio y seguimiento de las comunidades del sistema forestal así como de su dinámica tanto en el rodal como en algunas áreas circundantes de valles adyacentes y rasgos de gran interés.

Instalar parcelas permanentes de descripción y seguimiento de la dinámica forestal.

Fotografías

Fotografía 10. Desde el camino al puerto de Ancares, vista general del robledo, bajo las faldas del Pico Cuiña. Foto M. Suárez.

Fotografía 11. Golpe de acebal muy añoso que protagoniza algunas áreas del enclave. Foto: XGM.

Fotografía 12. Detalle de algunos líquenes: Melanelixia sp, Platismatia glauca, Pertusaria sp, Parmelia sp y Bryoria sp. También se observan los briófitos Dicranum cf. tauricum y Orthotrichum affine (Van Doort, obs pers.). Todos ellos sobre tronco de Acer pseudoplatanus con tamaño excepcional. Foto: XGM.

Fotografía 13. En el interior de este bosque se puede observar madera muerta en suelo (Q. petraea) de grandes dimensiones. Foto: XGM.

Fotografía 14. Detalle de cortes antiguos de hacha. Es común en algunos viejos robles muy gruesos este tipo de signos de apeo no consolidado. Algunos de ellos eran huecos o malformados y finalmente no cumplían las expectativas quedando como vestigios de aquella estructura del bosque. Foto: XGM.

4.1.1.4 Braña Mondiego. Chano (Peranzanes)

Tipo de bosque
Tejeda imbricada en bosque mixto

Nombre del rodal
Braña Mondiego

Justificación del carácter excepcional del rodal
Se trata de la representación de uno de los pocos bosques viejos bien conservados en el Valle de Fornela. Representa una de las tejedas de mayor entidad para el territorio objeto de estudio. Su calidad a escala de paisaje es también de gran relevancia.

Localización
El rodal de Mondiego se ubica dentro de la Entidad Local Menor de Chano dentro del término municipal de Peranzanes. En la siguiente figura se indica su localización:

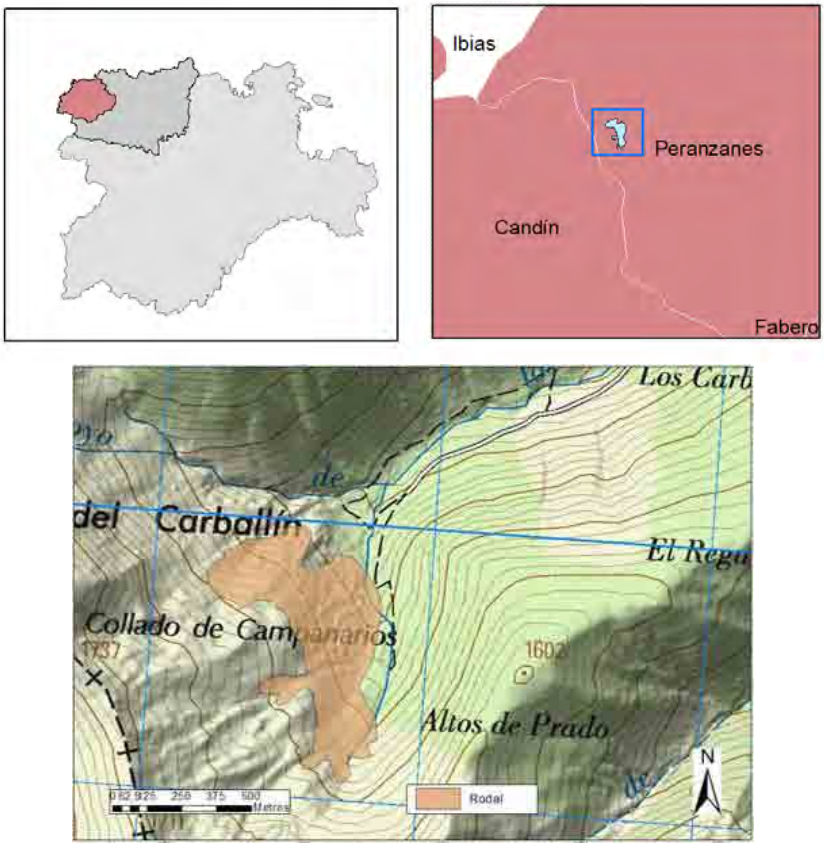
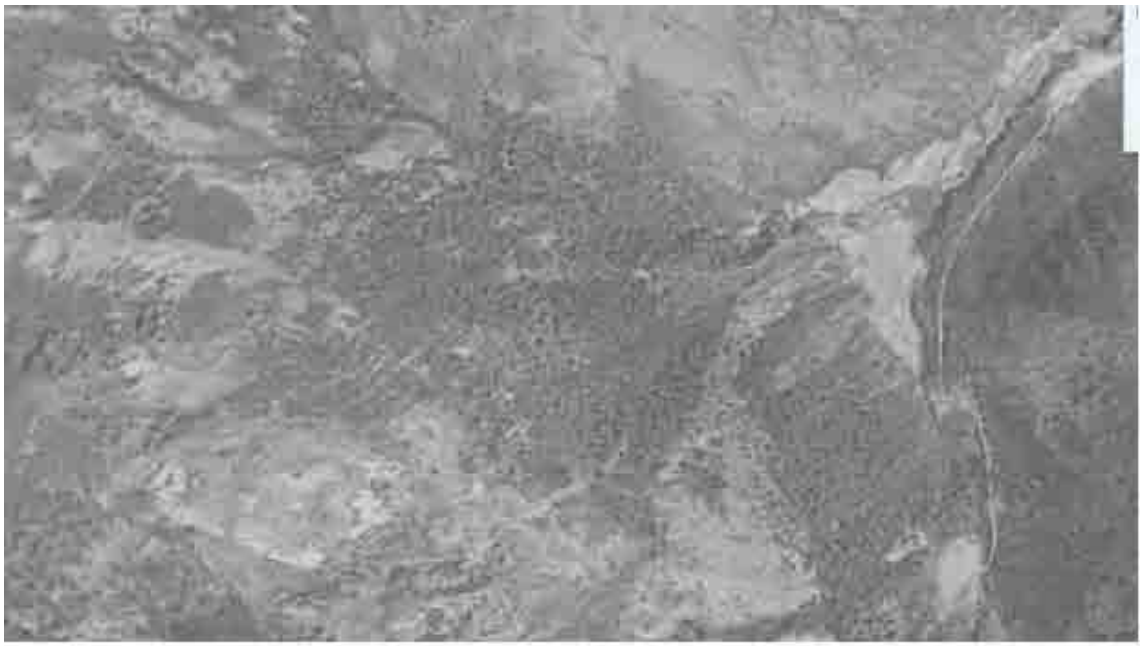


Figura 22. Localización del rodal de Braña de Mondiego. Fuente datos: CNIG.

Evolución histórica reciente del bosque



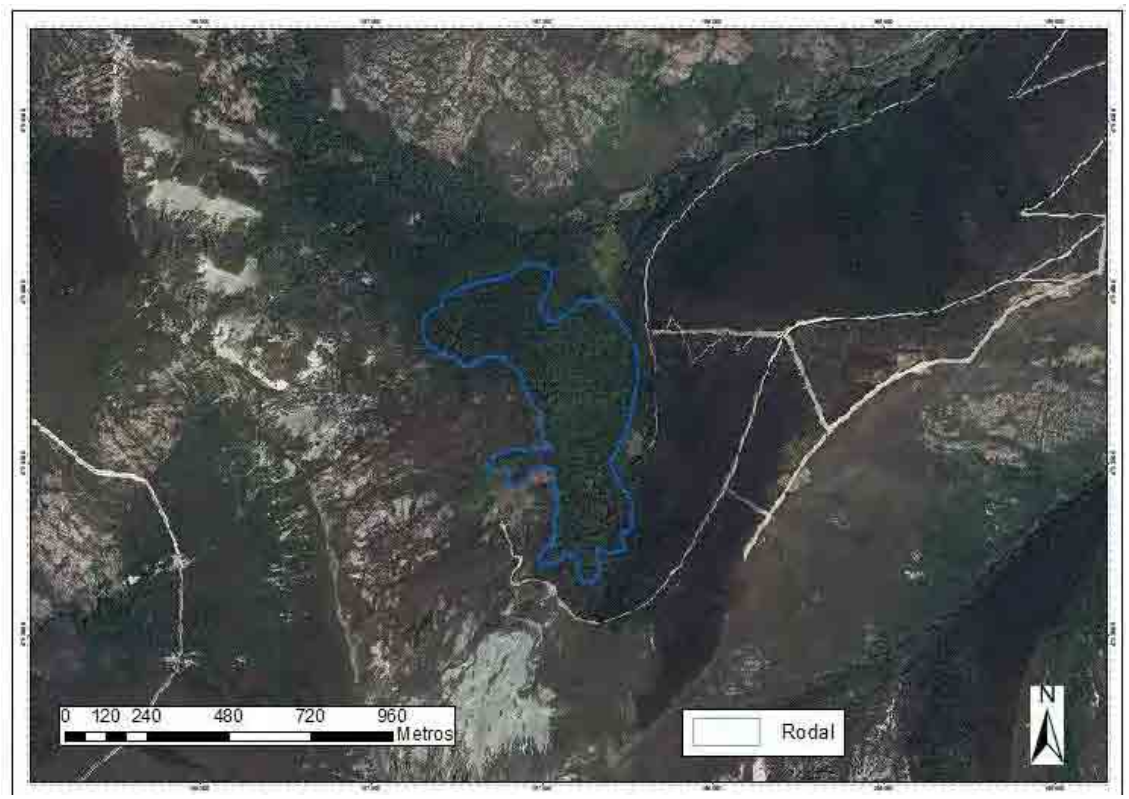


Figura 23. Comparación de ortofotografía obtenida en el vuelo americano de 1946 (arriba), 1956 (centro) con ortofoto actual (abajo) en Braña Mondiego. Fte datos: CNIG.

Caracterización dasométrica de la masa

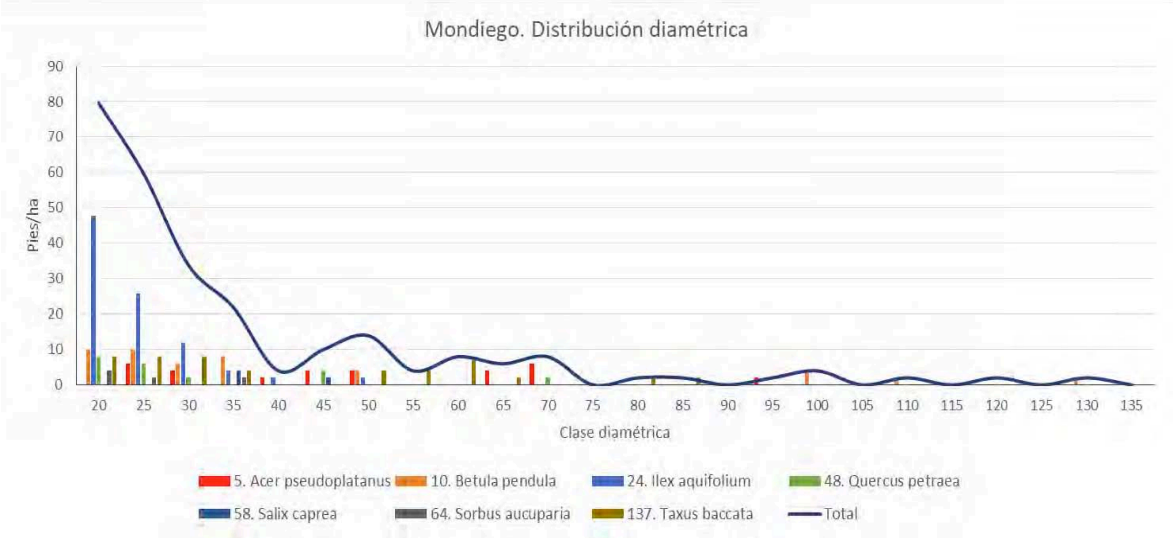


Figura 24. Distribución diamétrica por especie y total en Braña Mondiego.

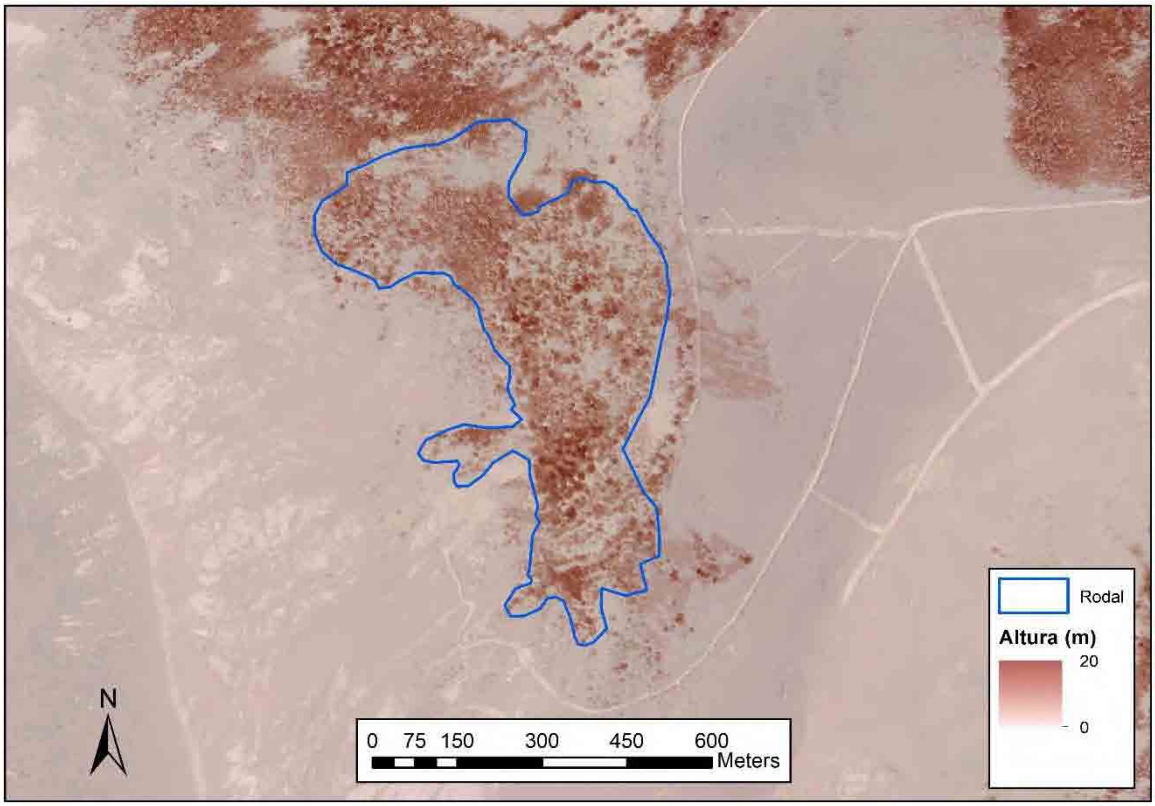


Figura 25. Modelo de Altura de la Vegetación obtenido a partir de datos LiDAR. Braña Mondiego.

Figura 26. Proporción de regenerado inicial y avanzado (arriba izquierda y derecha) y clases diamétricas finas de CD 10 y CD 15 (abajo izda. y dcha.) en Braña Mondiego.

Análisis de las características estructurales

En las imágenes antiguas del vuelo americano del 46 y 56 se muestra un paisaje más aclarado con aparición de posibles fuegos de control de pastos incluso de posible cultivo de cereal de montaña (centeno) típico de estas áreas en tiempos pasados. En todo caso, se observa una recolonización de matorral y bosque en la imagen reciente así como una evidente proliferación de pistas en áreas contiguas con un fuerte impacto a escala de paisaje.

Los resultados del diagrama muestran que en el conjunto de especies aparece una tendencia hacia la "J invertida" propia de masas irregulares, esto es, mayor densidad exponencial de pies pertenecientes a clases diamétricas inferiores y medias. A partir de aquí, la dinámica transita hacia una proliferación de árboles gruesos y muy gruesos de arce o pradairo, roble y ejemplares de enorme tamaño para *T. baccata* y *B. pendula.* Destaca la aparición salpicada y puntual de ejemplares de buen porte de sauce cabruno (*S. Caprea*) y fresno de montaña (*F. excelsior*). También reseñar algunos parches de acebal de enorme longevidad no monitorizados en las parcelas. No se ha detectado la presencia de pies de *Fagus sylvatica* al igual que ocurre en algún valle adyacente, ladera arriba desde el municipio de Chano.

Como excepcional puede destacarse la aparición de regenerado y pies menores de tejo, lo que reafirma la condición de sitio de alto valor como testigo del desarrollo para la especie y su hábitat asociado.

Los suelos hidromorfos pero sobre todo, los ambientes fríos y húmedos promueven la aparición de taxones propios de estos ambientes como la grasilla *(Pinguicola grandiflora)* y algunas papoulas como *Narcisus asturianensis*.

Dinámica natural

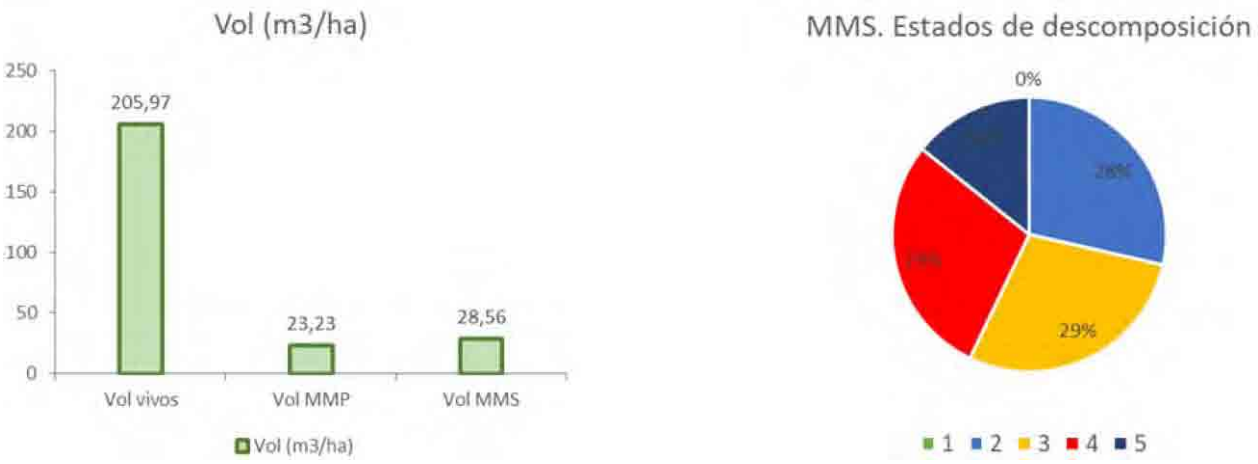


Figura 27. Volumen de madera viva, muerta en pie y muerta en suelo (izquierda) y proporción de los distintos estados de descomposición de la madera muerta en suelo (derecha) en Braña Mondiego.

Se observa la presencia de todas las fases del ciclo silvogenético predominando las de regenerado, agradación y senescencia. Destaca la presencia de estados avanzados de descomposición (3 y 4) y una pluriestratificación completa, atendiendo a que se trata de un bosque algo aclarado, posiblemente por las condiciones edáficas y factores antrópicos del pasado. El valor promedio de madera muerta respecto a viva es propia de formaciones evolucionadas con escasa o nula intervención reciente (27% de muerta respecto a viva)

A pesar de exhibir un volumen total de madera discreto, hay un notable contingente de pies de carácter excepcional (56 pies/ha). Además, destacan el elevado número de microhábitats, tanto en lo que se refiere a distintos tipos como al número total, habiendo inventariado microhábitats de los 10 tipos posibles y obteniendo una densidad de 786 microhábitats/ha.

Propuesta de gestión

Regular la presión de herbívoros silvestres sobre las plántulas de tejo mediante control de la población y creación de cercos de exclusión total.

Establecer un método de control para evitar la matorralización de los prados abandonados que circundan el rodal para reducir el riesgo de entrada del fuego en el seno del mismo.

Cabe, mediante un estudio de mayor detalle, potenciar la ampliación del rodal mejorando la estructura del tallar de roble existente al noreste de la formación madura.

Instalar parcelas permanentes de caracterización y seguimiento de la dinámica forestal.

Fotografías

Fotografía 15. Vista general del rodal desde la pista forestal procedente de Chano, separada del bosque por un arroyo con flujo continuo que aporta humedad extra. Mayo de 2016. Foto XGM.

Fotografía 16. Ejemplar femenino de tejo de tamaño excepcional anclado sobre suelos hidromorfos. Foto XGM.

Fotografía 17. Enfoque hacia el seno del rodal en ambiente nemoral, con algunas las especies típicas del enclave. Foto: XGM.

Fotografía 18. Detalle de microhábitat de pájaro carpintero sobre engrosamiento en tronco de Ilex aquifolium (de tamaño excepcional para la especie). Este tipo de nichos no es habitual en acebos en comparación con otros árboles propios del bosque atlántico. Foto: XGM.

Fotografía 19. Detalle de regenerado de T. baccata propio de diferentes clases de edad y desarrollo. Foto XGM.

4.1.1.5 Fontaninas. Tejedo de Sil (Villablino)

Tipo de bosque

Abedular de *Betula pubescens* con presencia de bosque mixto y un pequeño parche de tejeda inserto dentro del rodal seleccionado.

Nombre del rodal

Fontaninas

Justificación del carácter excepcional del rodal

Se trata de un abedular de alta montaña pluriestratificado con gran valor a escala de paisaje. Junto con los valles adyacentes, supone un continuo de bosques de valor capital por su alto grado de conservación y existencia de diversidad biológica. Alberga poblaciones estables de fauna emblemática.

Localización

El rodal de Fontaninas se ubica en la pedanía de Tejedo de Sil integrado en el término municipal de Palacios de Sil (Alto Sil). En la siguiente figura se indica su localización:

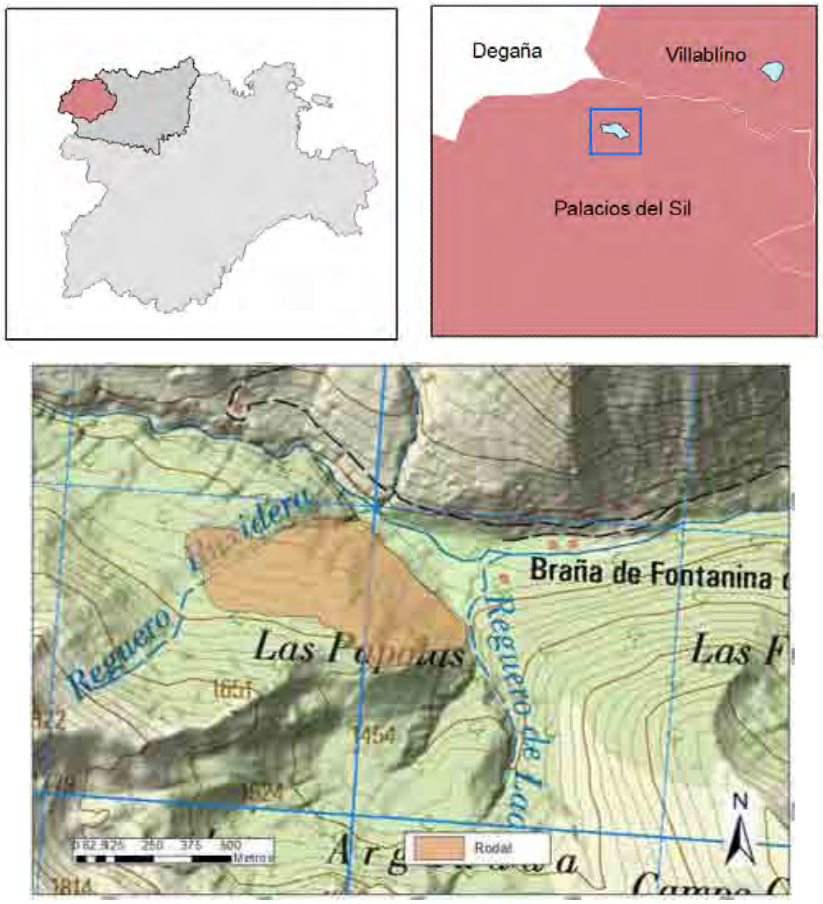


Figura 28. Localización del rodal de Fontaninas. Fuente datos: CNIG.

Evolución histórica reciente del bosque

Figura 29. Comparación de ortofotografía obtenida en el vuelo americano de 1956 (arriba) con ortofoto actual en Fontaninas. Fte datos: CNIG.

Caracterización dasométrica de la masa

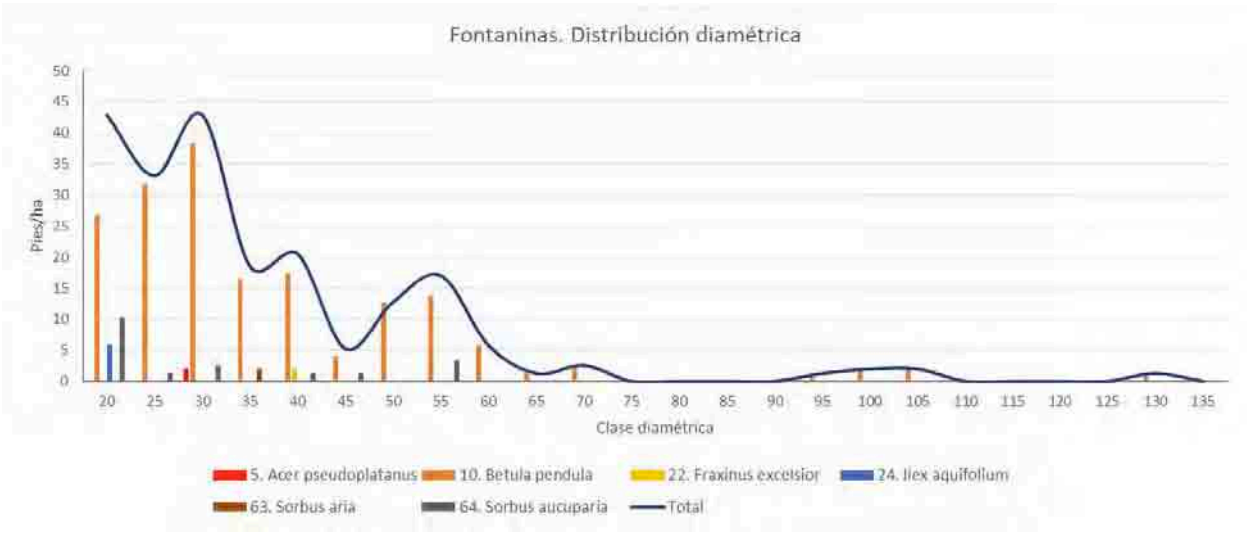


Figura 30. Distribución diamétrica por especie y total en Fontaninas.

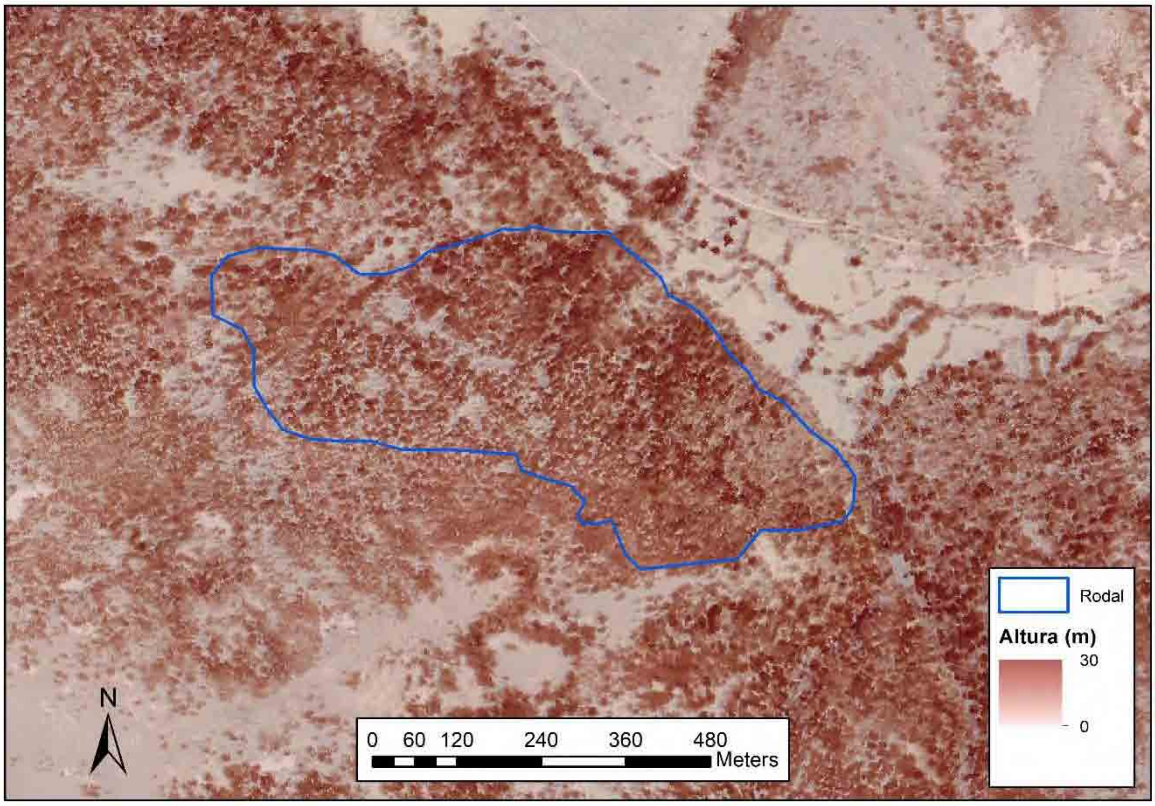


Figura 31. Modelo de Altura de la Vegetación obtenido a partir de datos LiDAR. Fontaninas.

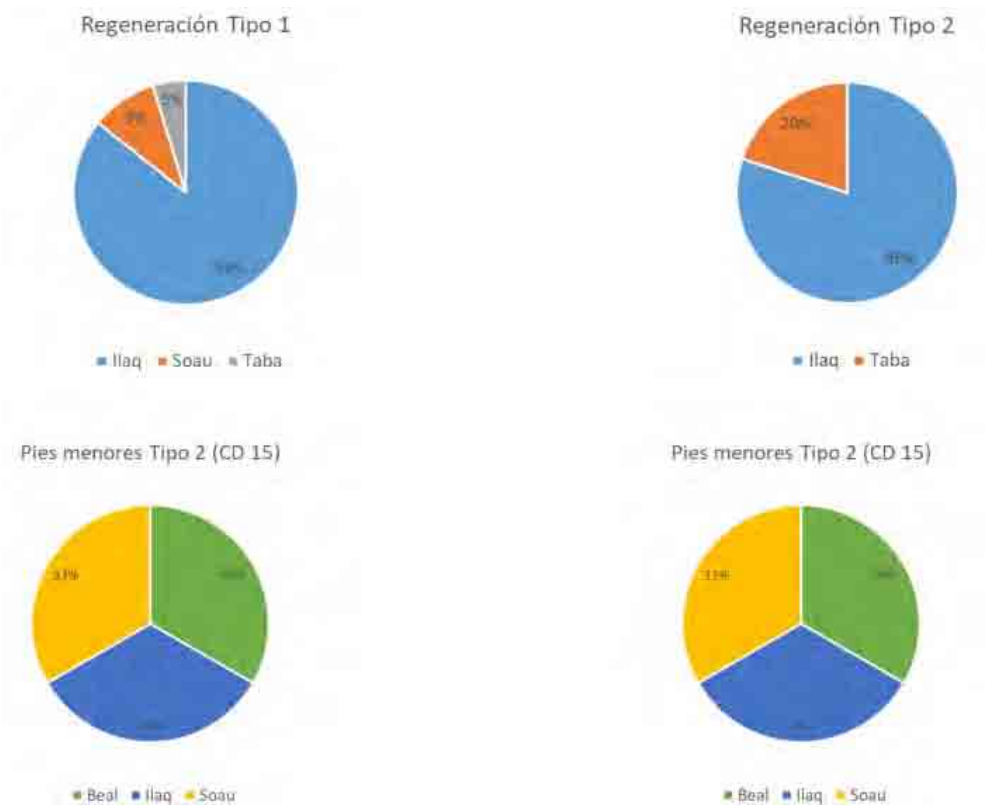


Figura 32. Proporción de regenerado inicial y avanzado (arriba izquierda y derecha) y clases diamétricas finas de CD 10 y CD 15 (abajo izda. y dcha.) en Fontaninas.

Análisis de las características estructurales

El abedular del valle de Fontaninas representa en todo su conjunto una extensión continua que llega valle abajo más allá del propio núcleo de Tejedo de Sil. Las zonas bajas cercanas al arroyo con el mismo nombre albergan núcleos con pies muy gruesos que fueron la única fracción arbolada (devesas) cuando en esta zona de alta montaña existía una cabaña ganadera mucho mayor a la actual.

Así, tal y como se observa en la foto histórica la zona alta es todavía un conjunto más o menos joven que antaño acogió a una cabaña ganadera de entidad.

Por otro lado en las zonas más inaccesibles ocurre la presencia de otras especies como arce y serbal de los cazadores incluyendo también algunos pies híbridos.

Especies de alto interés en la alimentación de frugívoros y micromamíferos, caso de tejos y acebos, se van incorporando por todo el rodal de forma gradual desde hace más de dos décadas.

Dinámica natural

Figura 33. Volumen de madera viva, muerta en pie y muerta en suelo (izquierda) y proporción de los distintos estados de descomposición de la madera muerta en suelo (derecha) en Fontaninas.

Quizás lo más interesante de este abedular radica en un evidente proceso de naturalización protagonizado por la especie principal.

En su dinámica, por tanto, el abedul muestra en general una estructura con tendencia a generar un modelo caótico; donde la presencia de derribos es frecuente.

Hay una fracción de madera muerta que ocupa el 19% del total en la actualidad. Esto se suma a la existencia de todas las fases de descomposición de la madera muerta en el suelo, por lo que se perfila como un interesante espacio conector para el grupo de saproxílicos en los que se focaliza parte de este trabajo.

La presencia de microhábitats es elevada, apareciendo 9 de los 10 tipos inventariables y una densidad de 547 microhábitats/ha.

Propuesta de gestión

Promover la evolución natural sin intervención en todo el rodal, evitando realizar tratamientos selvícolas.

Monitorización mediante establecimiento de parcelas permanentes de seguimiento y caracterización a escala de detalle.

Fotografías

Fotografía 20. Vista de la parte oriental del rodal desde los "praos" de la Braña de Fontaninas (verano de 2016). Foto: XGM.

Fotografía 21. Vista de una de las parcelas monitorizadas, donde la nieve y la escasa intervención moldean la estructura caótica y heterogénea propia de un bosque en vías de mayores rasgos de naturalización y en área de abedular cuasi monoespecífico.
Foto: XGM.

Fotografía 22. En los troncos de abedul que pueblan el rodal se puede apreciar la asociación de hongos con líquenes del género Usnea, Cladonia y Parmelia. Foto: XGM.

Fotografía 23. Aunque escasos en el espacio prospectado, existen árboles muy añosos como este tejo y otros pies de abedul, serbales, etc.; los cuáles albergan un nutrido número de microhábitats utilizados por una importante fracción de invertebrados saproxílicos. Foto: XGM.

4.1.1.6 Braña Trasmundo. Rabanales (Palacios de sil)

Tipo de bosque
Abedular de *Betula pubescens* en cabecera de valle.

Nombre del rodal
Trasmundo

Justificación del carácter excepcional del rodal
Abedular de alta montaña inserto en cabecera de valle con alto valor ecológico. Área de transición entre las dos grandes áreas de estudio y zona de residencia y protección máxima para especies emblemáticas de la cordillera cantábrica.

Localización
El rodal de Trasmundo se ubica en el término municipal de Palacios de Sil. Se accede desde la pedanía de Rabanal de Arriba dentro de la zona piloto denominada Alto Sil. En la siguiente figura se indica su localización en el municipio de Palacios de Sil:

Figura 34. Localización del rodal de Trasmundo. Fuente datos: CNIG.

Evolución histórica reciente del bosque

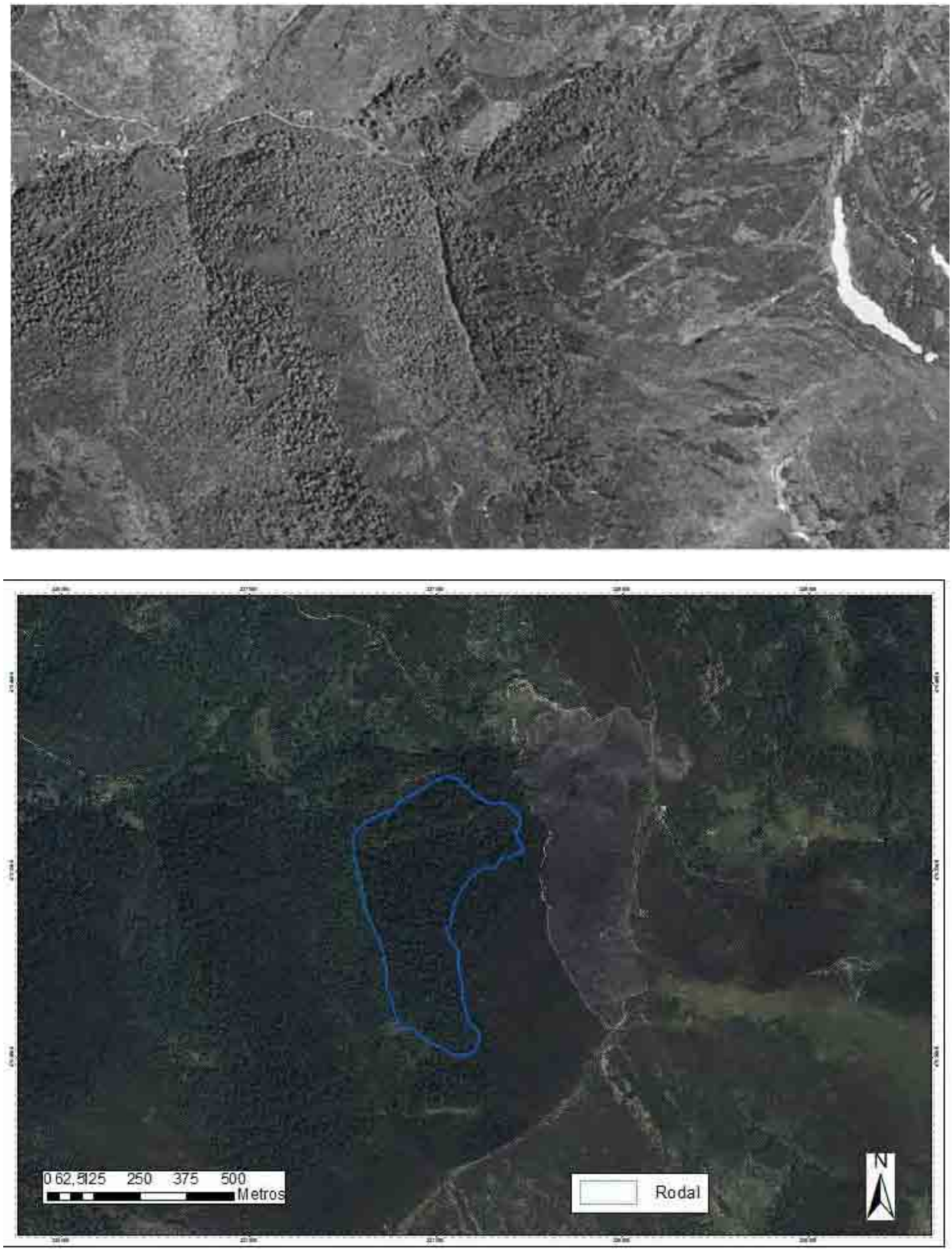


Figura 35. Comparación de ortofotografía obtenida en el vuelo americano de 1956 (arriba) con ortofoto actual en Braña Trasmundo. Fte datos: CNIG.

Caracterización dasométrica de la masa

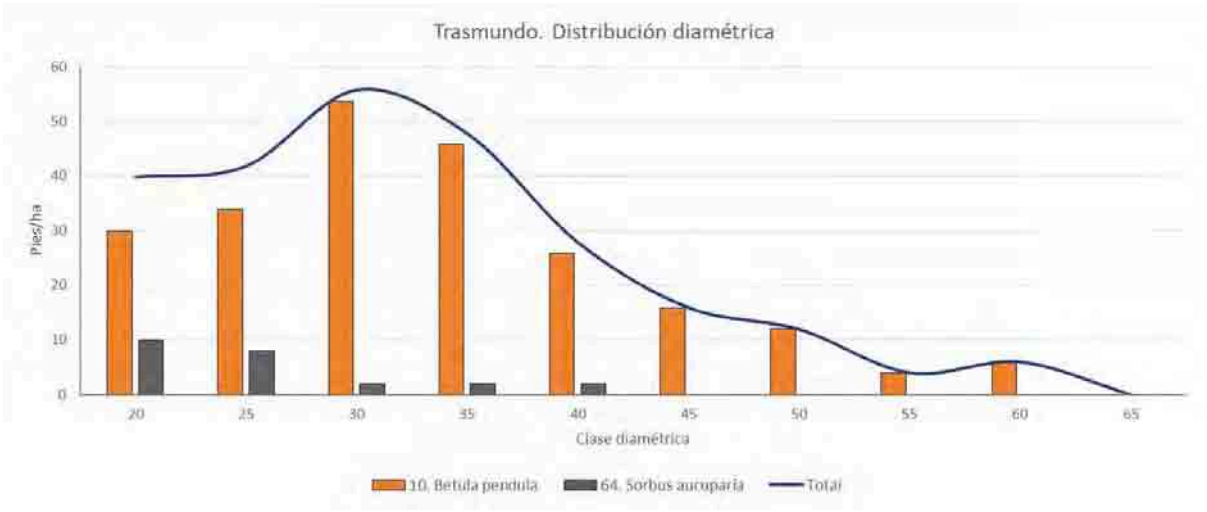


Figura 36. Distribución diamétrica por especie y total en Braña Trasmundo.

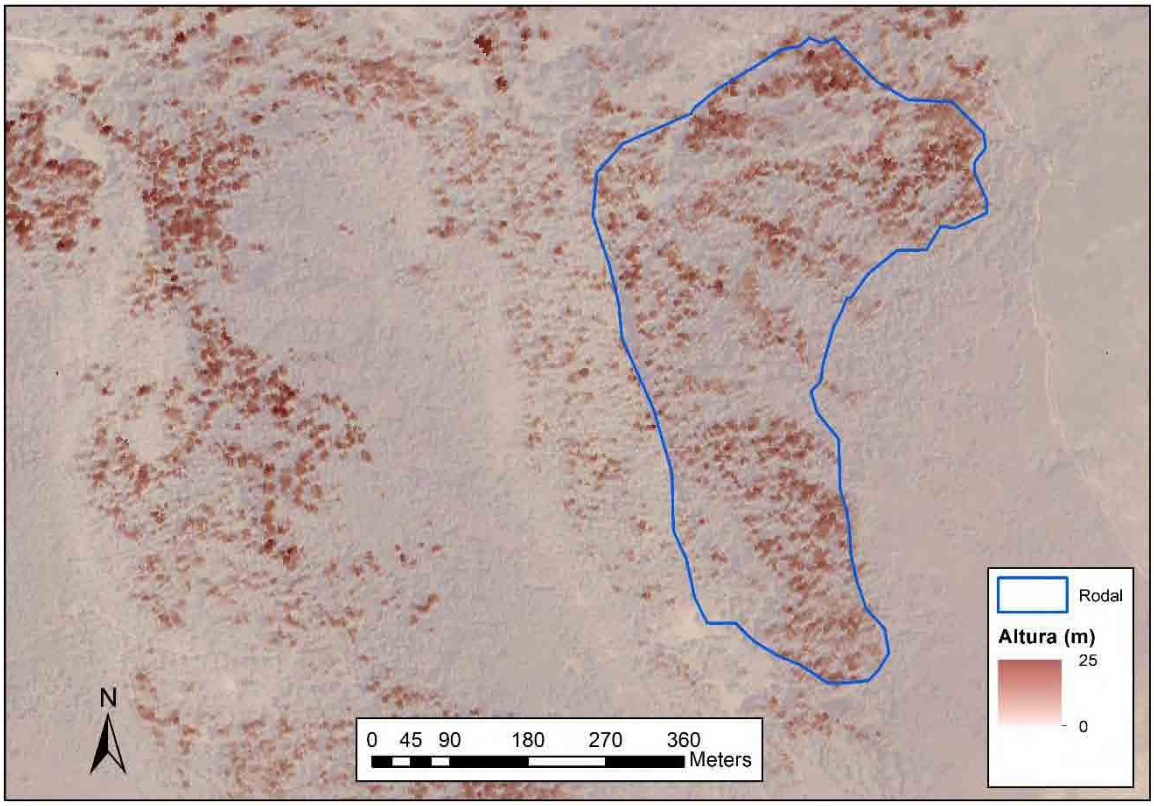


Figura 37. Modelo de Altura de la Vegetación obtenido a partir de datos LiDAR. Braña Trasmundo.

Figura 38. Proporción de regenerado inicial y avanzado (arriba izquierda y derecha) y clases diamétricas finas de CD 10 y CD 15 (abajo izda. y dcha.) en Braña Trasmundo.

Análisis de las características estructurales

El abedular de trasmundo se encuentra a las faldas del pico Nevadín cerca del límite superior del arbolado (seguramente inducido por causas origen antrópico a juzgar por los fuegos silvopastorales que siguen produciéndose y se pueden observar en la ortofoto actual de la Figura 35).

En consecuencia, se trata de una masa monoespecífica con algunas áreas que se encuentran en una fase final de exclusión competitiva para el abedul y con un perfil –inducido por aprovechamiento tradicional o no- con tendencia regularizada.

Las formaciones más jóvenes se encuentran mezcladas con otras donde los eventos de derribo natural de pies son una constante (podría estar motivada por la movilidad de los suelos) que aporta parches interesantes pero puntuales de naturalidad.

La monoespecifidad del bosque no parece variar a corto plazo puesto que existe coincidencia con nuevo aporte de plántulas y juveniles de abedul y serbal. Esporádicamente, aparece el acebo en algunos hondos y áreas más estables.

Dinámica natural

Figura 39. Volumen de madera viva, muerta en pie y muerta en suelo (izquierda) y proporción de los distintos estados de descomposición de la madera muerta en suelo (derecha) en Braña Trasmundo.

Tal y como se ha expuesto líneas arriba, el rodal de trasmundo no muestra avanzados rasgos de madurez como norma general. Cabe excpetuar algunos parches puntuales del sitio donde aparecen escasos pies de abedul de gran porte (10 TTGB/ha), mostrando aquí interesantes proporciones de madera muerta en suelo y en pie.

La aparición de pastos altos de verano en las foto antigua del 57 sugiere una importante actividad silvopastoral en el entorno.

Pese a no mostrar grandes rasgos de madurez, el número y la variedad de microhábitats inventariados han sido moderados, apareciendo 420 microhábitats/ha de 9 categorías distintas.

Propuesta de gestión

Evitar en lo posible la proliferación de tránsito ganadero en el rodal.

Fomentar la evolución natural de la cabecera.

Monitorización mediante establecimiento de parcelas permanentes de seguimiento y caracterización a escala de detalle.

Fotografías

Fotografía 24. Vista general de rodal ubicado en la cabecera del valle perpendicular a la cuenca del río Sil. Foto: XGM.

Fotografía 25. Proceso de medición en una de los rodales monitorizados en la parte alta del rodal, cerca del límite arbolado de la zona y con presencia de abedul y acebo casi en su totalidad. Foto: XGM.

Fotografía 26. Por diferentes factores entre los que cabe incluir la propia de dinámica del bosque, la formación alberga escasos ejemplares de tamaño excepcional, caso de este ejemplar de abedul con abundantes epífitos. Foto: XGM.

Fotografía 27. Detalle de hongo hospedante a su vez de briófitos como Hypnum cupressiforme y Dicranum tauricum (en el área derecha de la imagen) frecuente en éstas y otras zonas aledañas como la del valle del Ibias. Foto: XGM

4.1.1.7 Carraceo. Caboalles de Abajo (Villablino)

Tipo de bosque
Bosque de *Quercus petraea*.

Nombre del rodal
Carraceo

Justificación del carácter excepcional del rodal
Robledal de alta montaña pluriestratificado, con pies de dimensiones excepcionales, estructura compleja, inusuales rasgos de madurez para el hábitat concreto, bien conservado y ubicado en una zona de alto interés conservacionista.

Localización
El rodal de Carraceo se ubica en el término municipal de Villablino, frente a la pedanía de Caboalles de Abajo dentro de la zona piloto denominada Alto Sil. En la siguiente figura se indica su localización en la Comunidad de Castilla y León así como en el municipio:

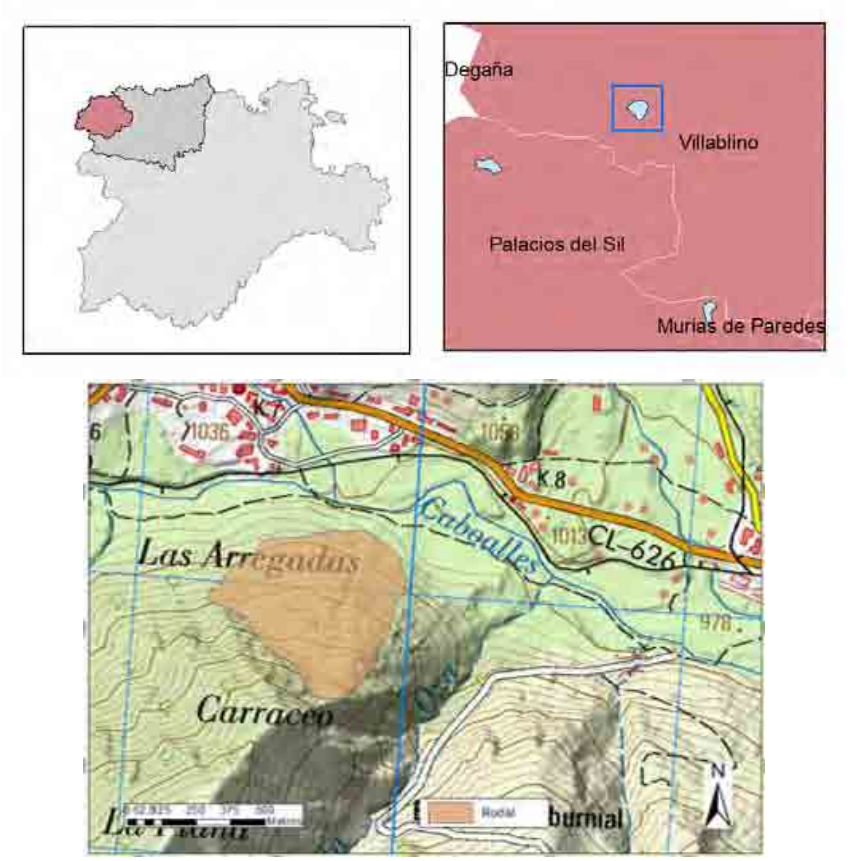


Figura 40. Localización del rodal de Carraceo. Fuente datos: CNIG.

Evolución histórica reciente del bosque

Figura 41. Comparación de ortofotografía obtenida en el vuelo americano de 1956 (arriba) con ortofoto actual en Carraceo. Fte datos: CNIG.

Caracterización dasométrica de la masa

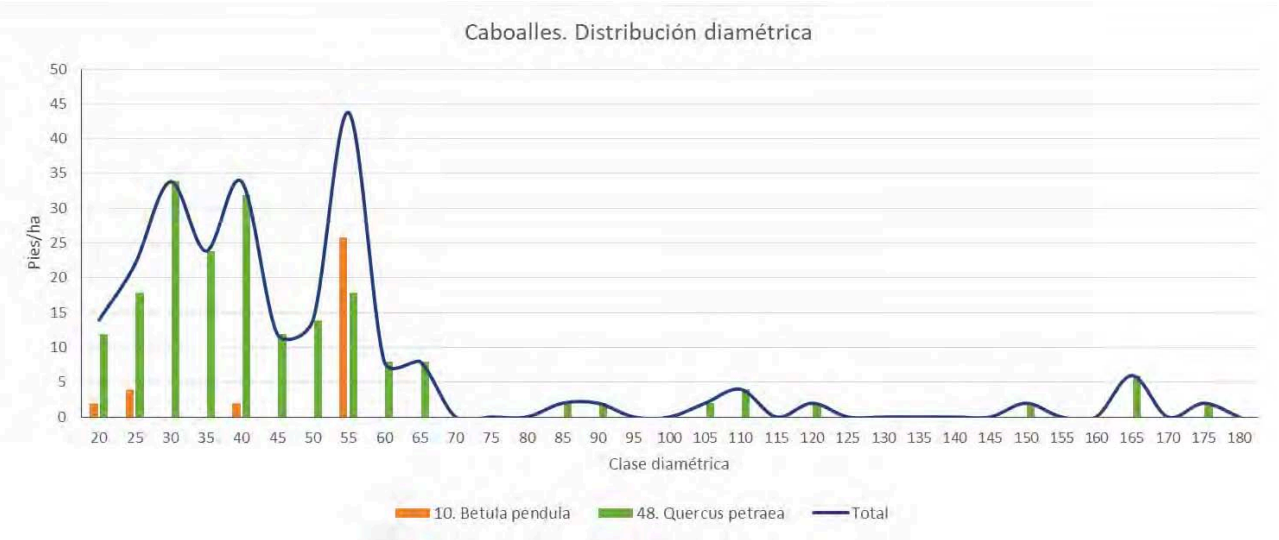


Figura 42. Distribución diamétrica por especie y total en Carraceo.

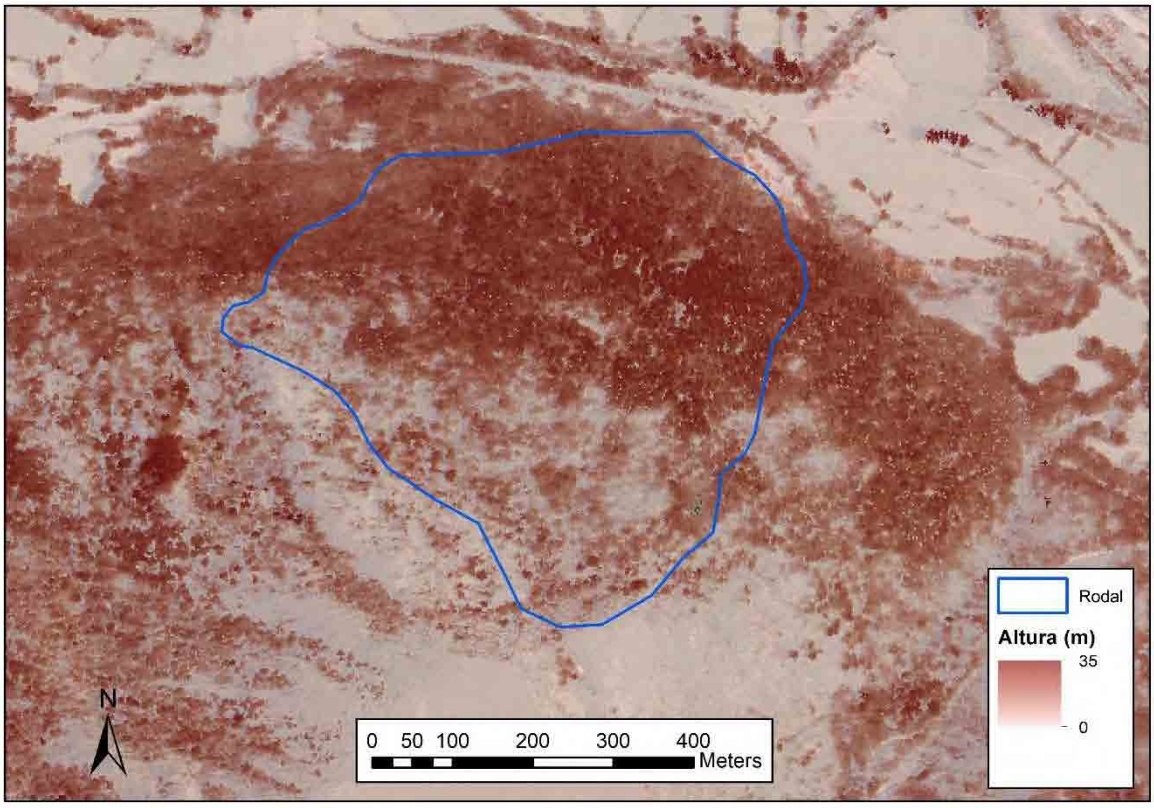


Figura 43. Modelo de Altura de la Vegetación obtenido a partir de datos LiDAR. Carraceo.

Figura 44. Proporción de regenerado inicial y avanzado (arriba izquierda y derecha) y clases diamétricas finas de CD 10 y CD 15 (abajo izda. y dcha.) en Carraceo.

Análisis de las características estructurales

Vista la distribución diamétrica obtenida en los trabajos de campo, se observa que la incorporación de nuevos pies en clases diametrales finas, medias y de regenerado es un continuo a escala espacio temporal para la especie principal: *Quercus petraea*.

Debido a su gran extensión y entidad, esta población es una de las localidades clásicas del orocantábrico dentro del sector Laciano – Ancarés para el roble albar, el cual se entremezcla a veces con abedul (el cual ocupa las zonas más altas del enclave ya fuera del ámbito de este trabajo).
Es reseñable además la existencia de roblones de extraordinario tamaño, a pesar de la cercanía a zonas urbanizadas y la amenaza que se cernió sobre esta formación a causa de la proliferación de explotaciones mineras a cielo abierto en el entorno.
Todo ello contribuye a la existencia de una estructura propia de bosques evolucionados (Dg= 43 cm; Vol. madera viva = 511 m^3/ha; AB = 42 m^2/ha).
Parece existir un pasado reciente de monte regularizado por extracciones en entresaca que cabría confirmar. A pesar de esto, la foto del vuelo americano muestra una cobertura poco cambiante respecto a la actual, lo que corrobora su continuidad como bosque bien conservado y dosel completo durante un largo periodo de tiempo.

Conviene recalcar además la aparición constante de *Fagus sylvatica* procedente probablemente de las adyacentes poblaciones astures del cercano Zarréu. Se presenta aquí en forma de pies menores y regenerados por lo que resultaría interesante conocer el seguimiento de su dinámica a corto plazo y su influencia sobre el resto del sistema forestal.

Dinámica natural

Figura 45. Volumen de madera viva, muerta en pie y muerta en suelo (izquierda) y proporción de los distintos estados de descomposición de la madera muerta en suelo (derecha) en Carraceo.

Tal y como se ha expuesto, el rodal exhibe rasgos excepcionales de naturalidad con presencia de buena parte de elementos indicadores de bosque maduro (Vol. madera muerta total = 91 m^3/ha), presencia de todos los estadios de descomposición, pluriestratificación máxima del dosel arbolado y un buen contingente – sobre todo para los robledales- de pies excepcionales (TTGM promedio = 30 pies/ha).

Destaca además la reiterada presencia de microhábitats en forma de oquedades, fendas y otros en los pies viejos, apareciendo 9 de los 10 tipos de microhábitats inventariados en una densidad de 734 microhábitats/ha.

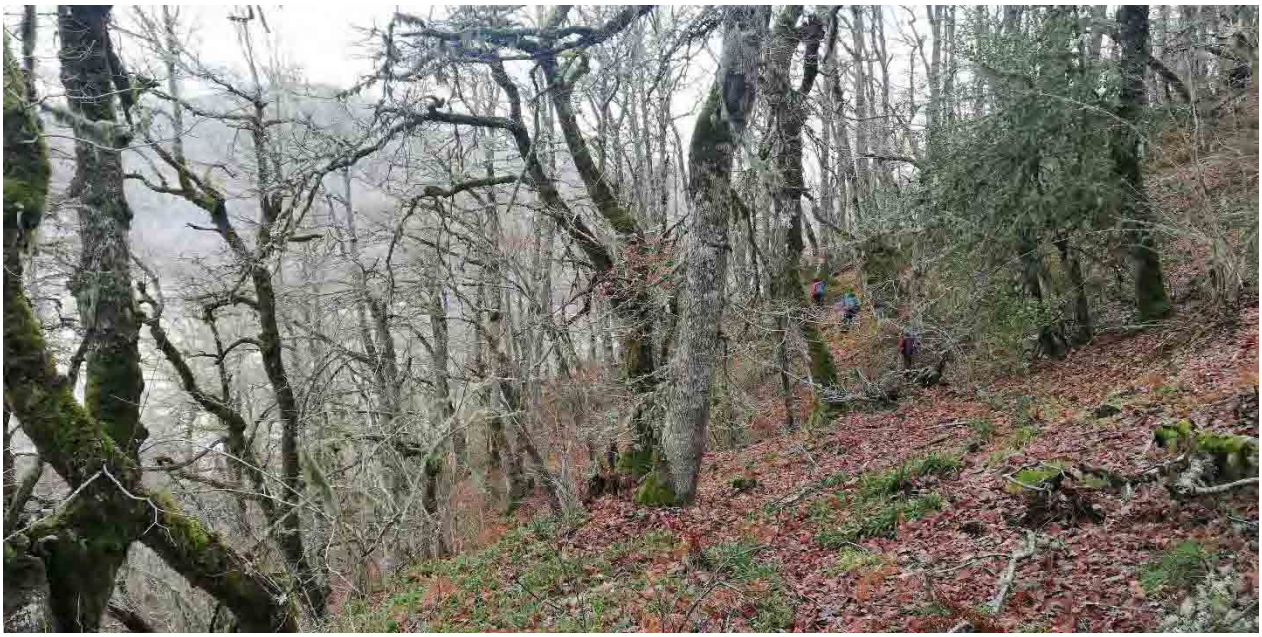
Propuesta de gestión

No intervención selvícola.

Evitar posible hiperfrecuentación futura por cercanía a núcleos habitados (algo que no parece producirse en la actualidad).

Monitorización mediante establecimiento de parcelas permanentes de seguimiento y caracterización estructural con fotogrametría a gran escala de detalle para monitorizar su evolución.

Fotografías



Fotografía 28. Detalle del bosque en la zona baja protagonizada por un arbolado de más de 22 m de altura media. Foto: XGM.

Fotografía 29. Los viejos roblones son bastante frecuentes en el rodal seleccionado, y vienen acompañados por otro conjunto de árboles que ha sufrido roturas considerables en las nevadas de los últimos años. Foto: XGM.

Fotografía 30. Detalle de viejo ejemplar de Q. petraea con agujero basal; microhábitat que ocupa todo el interior del árbol. Foto: XGM.

Fotografía 31. Se observó la presencia de Pseudevernia furfuracea y otros epífitos del género Hypogymnia y Usnea. Foto: XGM.

4.1.1.8 Carrentiego. Montrondo (Murias de Paredes)

Tipo de bosque
Abedular de *Betula pubescens* en zona culminal.

Nombre del rodal
Carrentiego

Justificación del carácter excepcional del rodal
Pertenece al conjunto de abedulares monoespecíficos de mayor singularidad e importancia para la cordillera Cantábrica. Alberga poblaciones muy amenazadas de fauna de gran interés conservacionista. Constituye un elemento conector de importancia entre dos áreas biogeográficas.

Localización
El rodal de Carrentiego se ubica en el término municipal de Murias de Paredes en la pedanía de Montrondo dentro de la zona piloto denominada Alto Sil aunque ya en territorio de la Omaña Alta. En la siguiente figura se indica su localización en la Comunidad de Castilla y León y en el municipio:

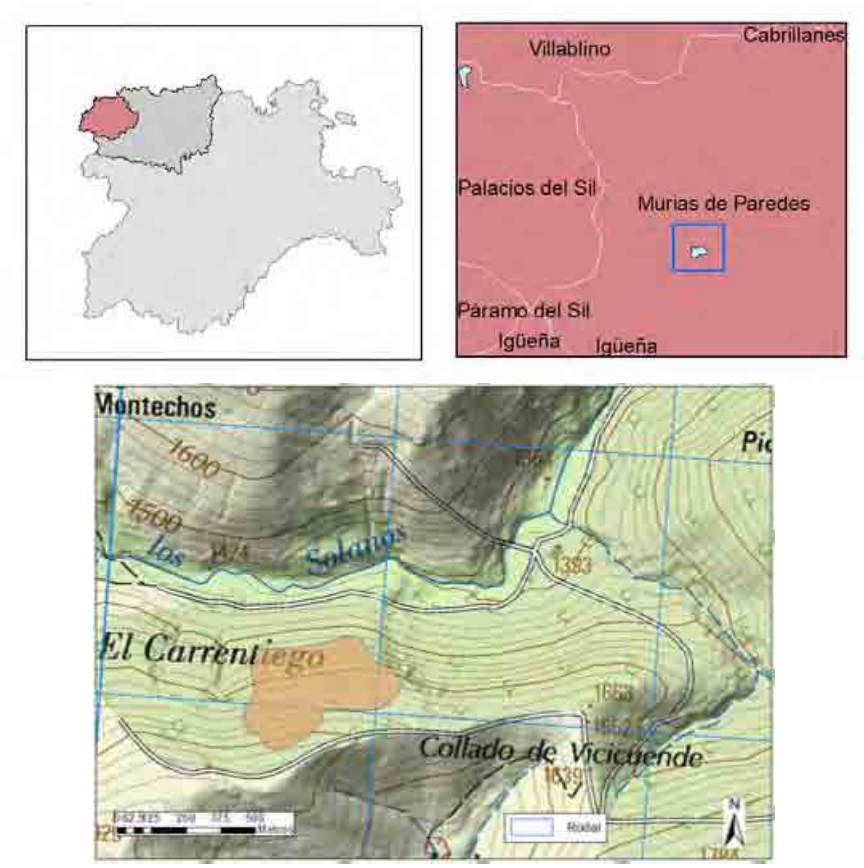


Figura 46. Localización del rodal de Carrentiego. Fuente datos: CNIG.

Evolución histórica reciente del bosque

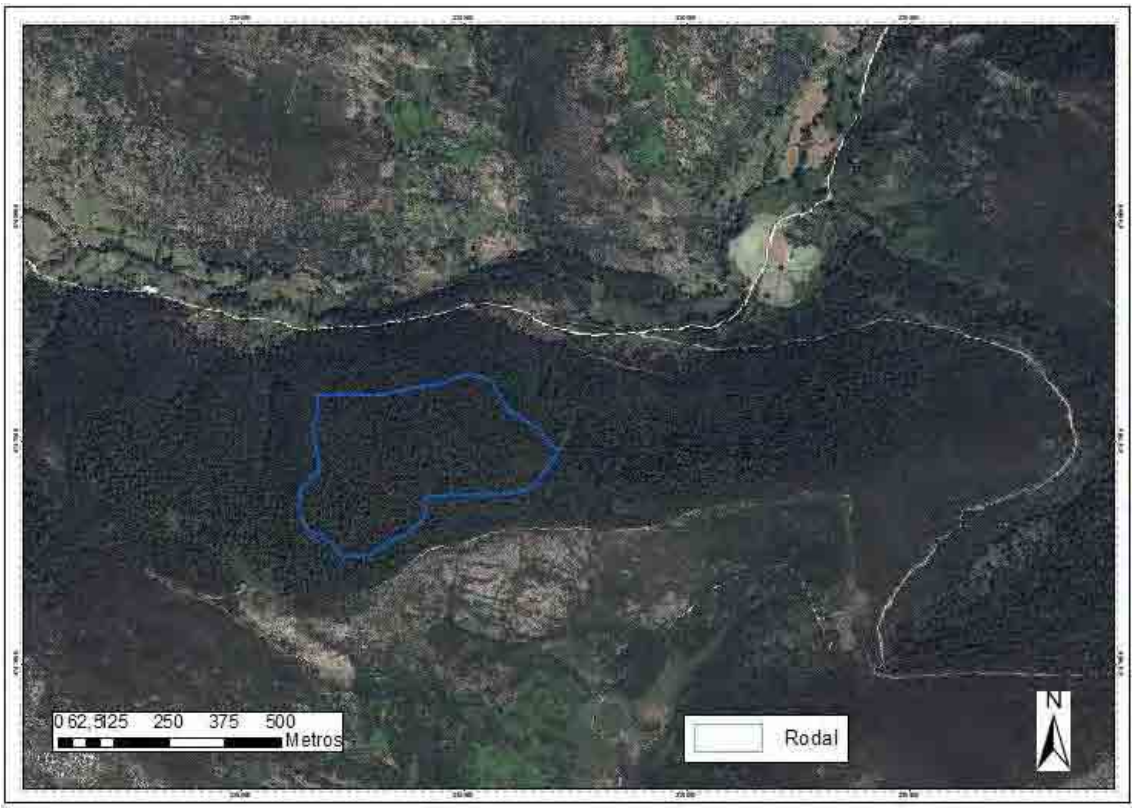


Figura 47. Comparación de ortofotografía obtenida en el vuelo americano de 1956 (arriba) con ortofoto actual en Carrentiego. Fte datos: CNIG.

Caracterización dasométrica de la masa

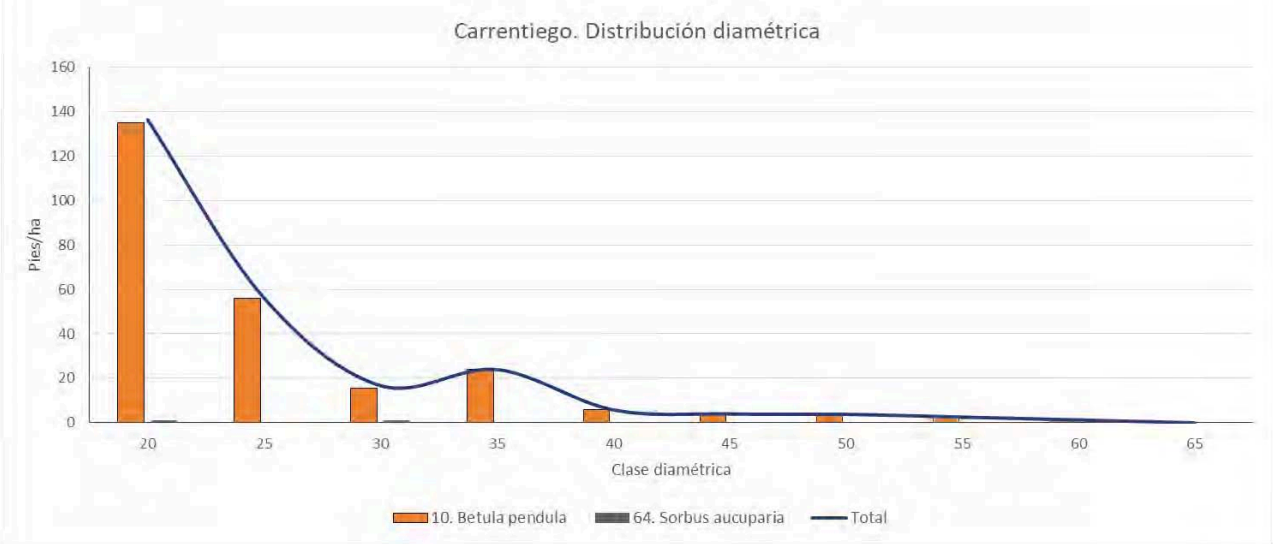


Figura 48. Distribución diamétrica por especie y total en Carrentiego.

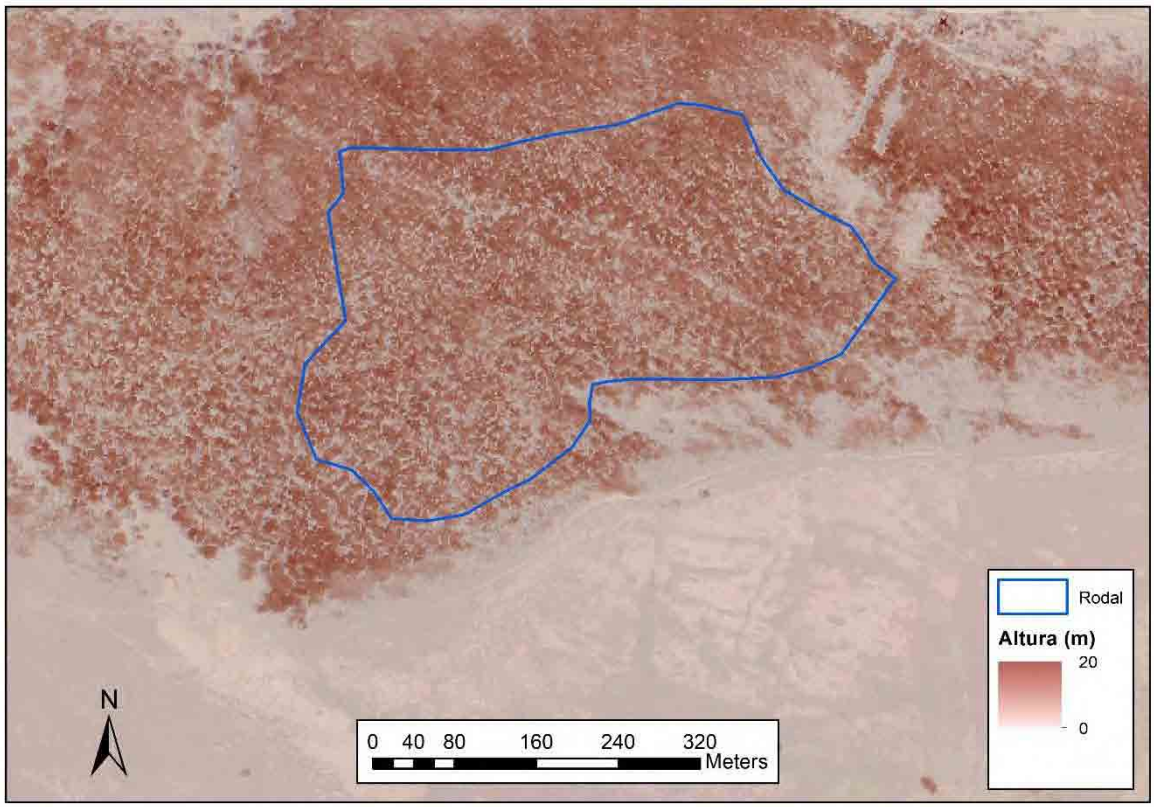


Figura 49. Modelo de Altura de la Vegetación obtenido a partir de datos LiDAR. Carrentiego.

Figura 50. Proporción de regenerado inicial y avanzado (arriba izquierda y derecha) y clases diamétricas finas de CD 10 y CD 15 (abajo izda. y dcha.) en Carrentiego.

Análisis de las características estructurales

El diagrama de distribución diametral refleja una formación casi monoespecífica e irregular que, de acuerdo a la evolución histórica observable en la foto de 1956, ha mantenido continuidad como bosque incluso aumentando su tamaño en las últimas décadas.

De existencias en volumen y resto de parámetros relacionados muy discreto, tiene un perfil propio de una zona de alta montaña omañesa de inviernos muy rudos con grandes periodos bajo la influencia de la nieve. Pero sobre todo, de un pasado donde coexistieron el vuelo del bosque y actividades silvopastorales que moldearon la función cultural del arbolado. (García de Celis et al, 2004). Se trata por tanto en su mayoría de pies sobre cepa, en algunos casos de buen porte con algunos pies gruesos.

La resiliencia y carácter consolidador de *Betula sp* puede verse reflejada en una mayor transición hacia la fase de CD10 y CD15 de pies de abedul con respecto a los de serbal; si bien parece existir un menor reclutamiento inicial para el primero.

Dinámica natural

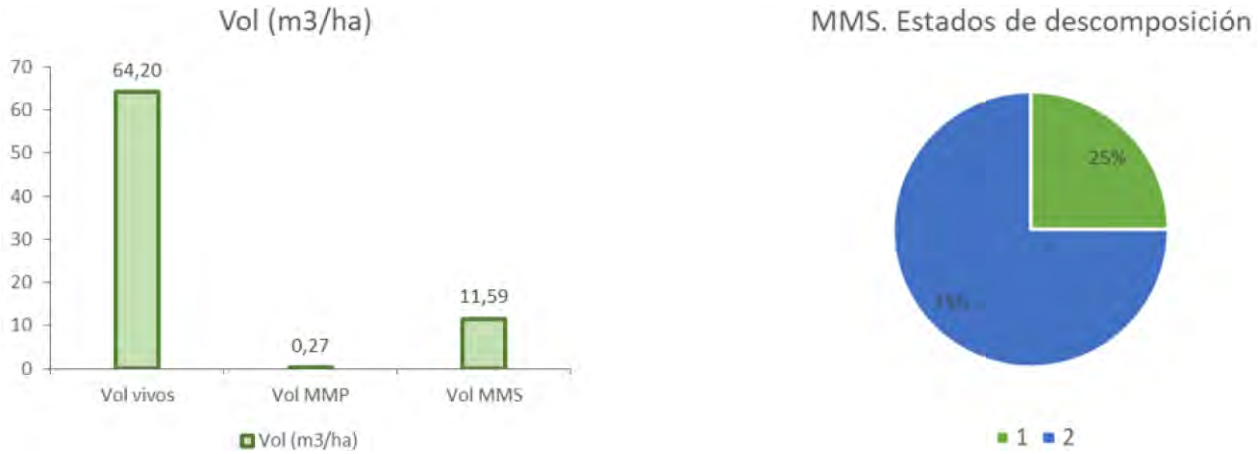


Figura 51. Volumen de madera viva, muerta en pie y muerta en suelo (izquierda) y proporción de los distintos estados de descomposición de la madera muerta en suelo (derecha) en Carrentiego.

Debido a la dinámica de innivación junto con otras causas inherentes al abedular (que en zonas culminales implica roturas de buena parte de su biomasa aérea), existen generalidades propias de buena parte de las formaciones arboladas que podrían no ser susceptibles de aplicación.

Es relevante el volumen de madera muerta en suelo, que alcanza prácticamente un 20% del volumen de madera viva, incluso más en algunos sectores. Por su régimen de bosque aclarado no existe una estratificación y fase silvogenética completa.

Por otro lado, resalta un notable contingente de microhábitats en forma de heridas y daños, así como de formas de crecimiento con cantidades inusuales para otras zonas prospectadas. Las alturas son muy discretas por el colapso frente al desarrollo arbóreo (roturas, etc.) provocando desarrollo de cepas multitronco que contienen una interesante comunidad epifítica.

Propuesta de gestión

Gestión basada en la no intervención para el rodal.

Monitorización mediante establecimiento de parcelas permanentes de seguimiento y caracterización a escala de detalle.

Estudio con detalle de la entomofauna saproxílica de interés adscrita a estos ambientes.

Fotografías

Fotografía 32. Vista del abdular desde la pista que discurre hacia Montrondo junto al regato de los Solanos. La zona que persiste a escala temporal durante al menos más de 70 años es la del área superior. Por el contrario, la zona inferior se ha visto sometida deslizamientos de terreno que han regularizado de manera natural la forma principal de masa. Foto: XGM.

Fotografía 33. Detalle de las viejas cepas de abedul que conforma una fracción casi monoespecífica en una de las parcelas. Las alturas son modestas debido a los procesos de rotura constante a los que se ven sometidos los pies a causa de las altas tasas de innivación en la zona. Foto: XGM.

Fotografía 34. Cepa de abedul con renuevos en la zona basal y otra fracción de madera muerta. Los procesos de descomposición de la madera muerta son en general rápidos debido a las condiciones climáticas imperantes. Foto: XGM.

Fotografía 35. Detalle de comunidad acidófila impresa en abedul, muy sensible a la polución y por tanto, ya desaparecida en muchas partes de Europa (Van Dort, 2020, com. pers.). AparecenPlatismatia glauca (en el centro de la foto), Pseudevernia furfuracea (Lóbulos estrechos y negruzcos) y Parmelia saxatilis/sulcata (Lóbulos azulados con rayas blancas. Otra especie de la imagen corresponde presumiblemente a Ochrolechia androgyna (en centro inferior y centro derecha, presenta incustraciones amarillentes). En la foto se observa además Bryoria sp, con filamentos un poco borrosos que bajan, y que podrían ser confundidos con las famosas barbas (que son de color gris). Foto PF.

4.1.2 Valoración global de los rodales

Tras la descripción y caracterización de los rodales se presenta a continuación una valoración global comparativa que permite calibrar los resultados entre sí y con los parámetros extraidos del IFN de acuerdo a la metodología propuesta por el CREAF y ya descrita en el apartado 2.2.1 del presente documento.

Tabla 4. Aplicación del Índice de Valoración de Naturalidad para los rodales caracterizados.

Tipo de Hábitat	Nombre	Naturalidad	Madurez	Huella humana	Integridad Espacial
Tejedas (bosques dominados por Taxus baccata)	Mosqueiro	6.5	8.2	2.9	1.4
Robledales acidófilos de Quercus petraea	Carballal	5.8	6.2	2.5	2.2
Robledales acidófilos de Quercus petraea	As Fontes	7.8	9.6	1.4	2
Tejedas (bosques dominados por Taxus baccata)	Mondiego	7.8	9.8	1.6	2
Abedulares (no riparios ni de terrenos pantanosos)	Fontaninas	6.8	7.9	2.8	3.4
Abedulares (no riparios ni de terrenos pantanosos)	Trasmundo	6	6	1.7	2.6
Robledales acidófilos de Quercus petraea	Carracedo	7.2	8.3	2.8	4.4
Abedulares (no riparios ni de terrenos pantanosos)	Carrentiego	4.8	4.2	2.3	2

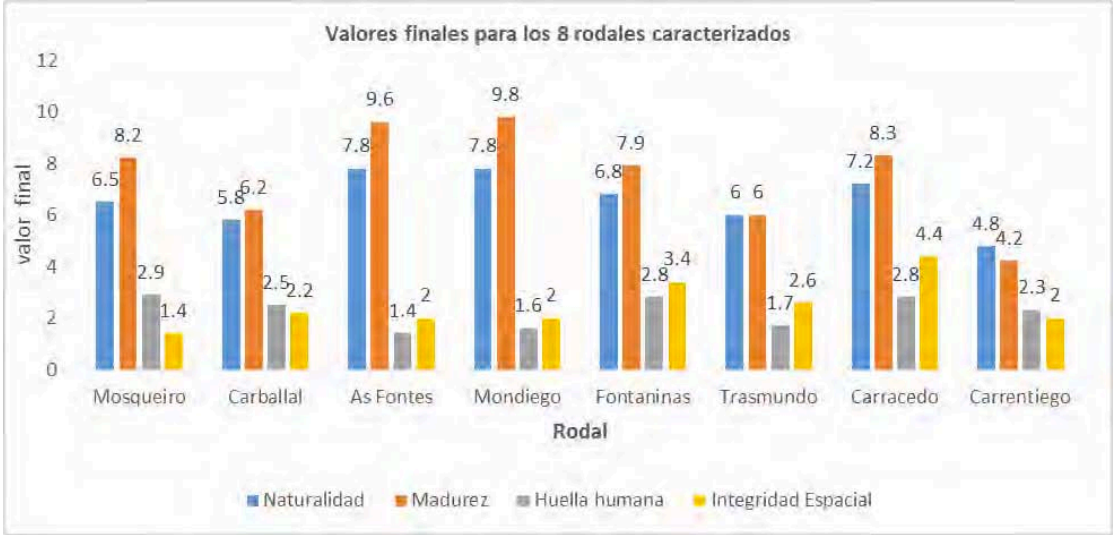


Figura 52. Diagrama comparativo de valoración entre los rodales caracterizados

En la figura anterior se observa que los bosques de As Fontes (robledo de Q petraea) y Mondiego (Tejeda) son los que mayor valor de naturalidad y madurez expresan. Por tanto si valoramos además los resultados obtenidos en Carracedo, se comprueba que las formaciones protagonizadas por roble y tejo son las mayores rasgos presenta para estos dos parámetros. Además, el abedular con bosque mixrto de Fontaninas exhibe notables métricas que expresan su alta integridad espacial. La menor incidencia de la huella humana en el seno de ls formaciones destaca en las formaciones con tejo de Mosqueiro además de Carballal y Carrantiego.

4.2. ZONIFICACIÓN DE LAS UNIDADES ECOLÓGICAMENTE RELEVANTES

Autores del capítulo: Pruden Fernández, Luis Óscar Aguado y Xavier García-Martí

Tras la caracterización ecológica de los sitios piloto, este capítulo tiene como objetivo establecer un análisis de la conectividad ecológica y el grado de fragmentación del paisaje. La finalidad busca establecer algunas posibles directrices de gestión forestal orientadas a mejorar los eventos de conexión entre los parches de hábitat propio de formaciones con rasgos elevados de madurez forestal.

La selección dirigida de hábitats a partir de la cartografía del SIOSE permitió la generación de conjuntos de teselas con características de hábitat apropiado para *Gnorimus nobilis*, lo que dio como resultado los siguientes grupos de clasificación del paisaje que se resumen en las siguientes Unidades Ecológicamente Relevantes:

- Cultivos
- Frutales
- Viñedos
- Bosques con FCC 80/ 100% *
- Bosques con FCC 65/ 80% *
- Bosques de ribera *
- Matorral arbolado *
- Pastos de alta montaña *
- Pastos de media montaña *
- Prados en mosaico *
- Explotación minera
- Extracción/ Vertido
- Bosques caducifolio
- Escombrera
- Impermeabilizado

El resultado del mapa espacialmente explícito para las Unidades Ecológicas Relevantes es el expresado en la Figura 53, aunque las unidades utilizadas finalmente en el análisis de conectividad, por ser las más relevantes para las necesidades de hábitat de la especie objetivo seleccionada son las señaladas con un asterisco y representadas en el mapa de la Figura 54. Algunos de estas UER se pueden están representadoas en las fotografías 36 y 37.
Del análisis del MFE se obtuvo la densidad y distribución de las diferentes especies forestales presentes en el territorio, lo que aporta una información relativa a diversidad forestal que se representa en el mapa de la Figura 55.

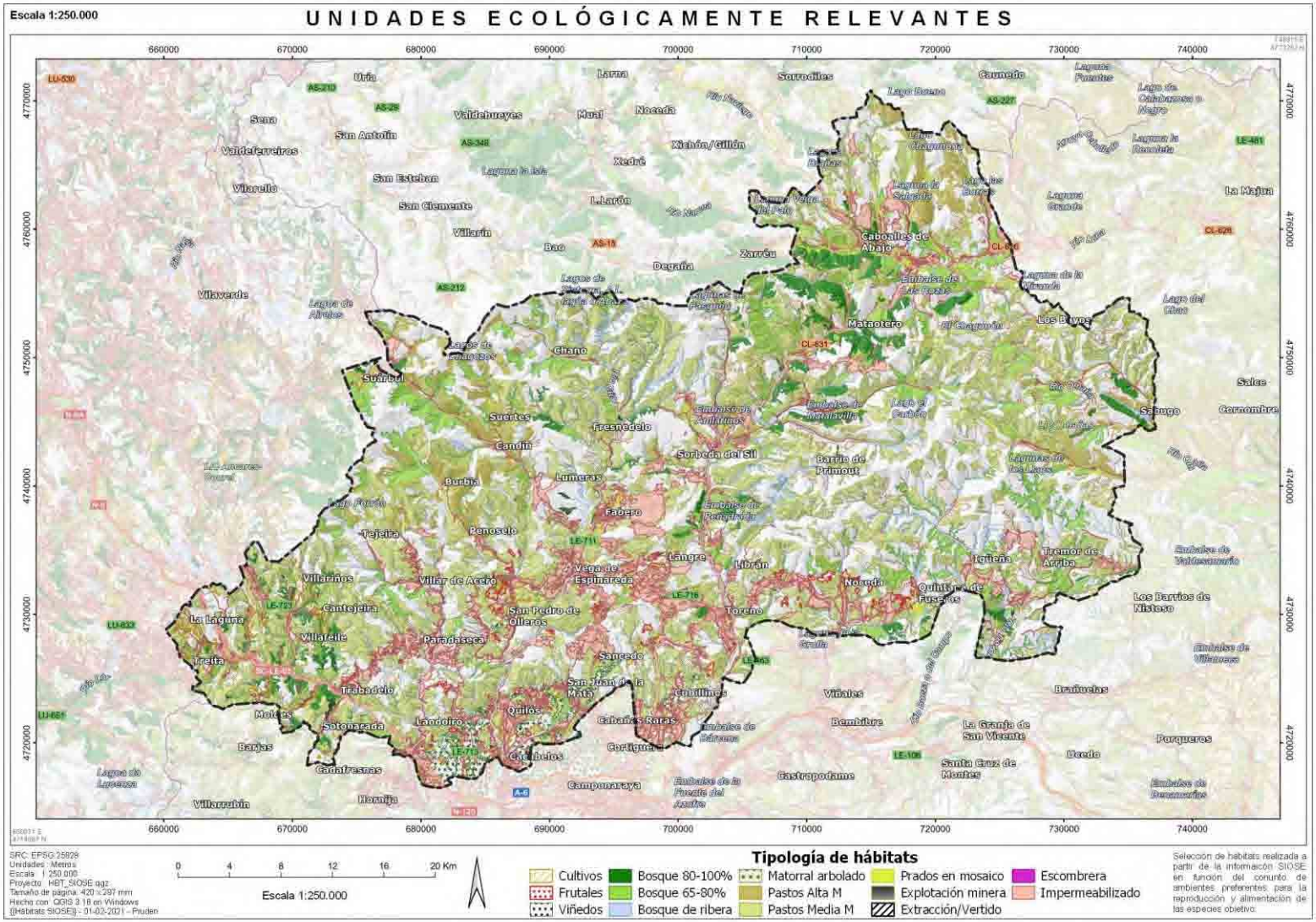


Figura 53. Mapa general de unidades ecológicas para la zona estudiada. ***Fte: Elaboración propia a partir de datos del SIOSE (2014).***

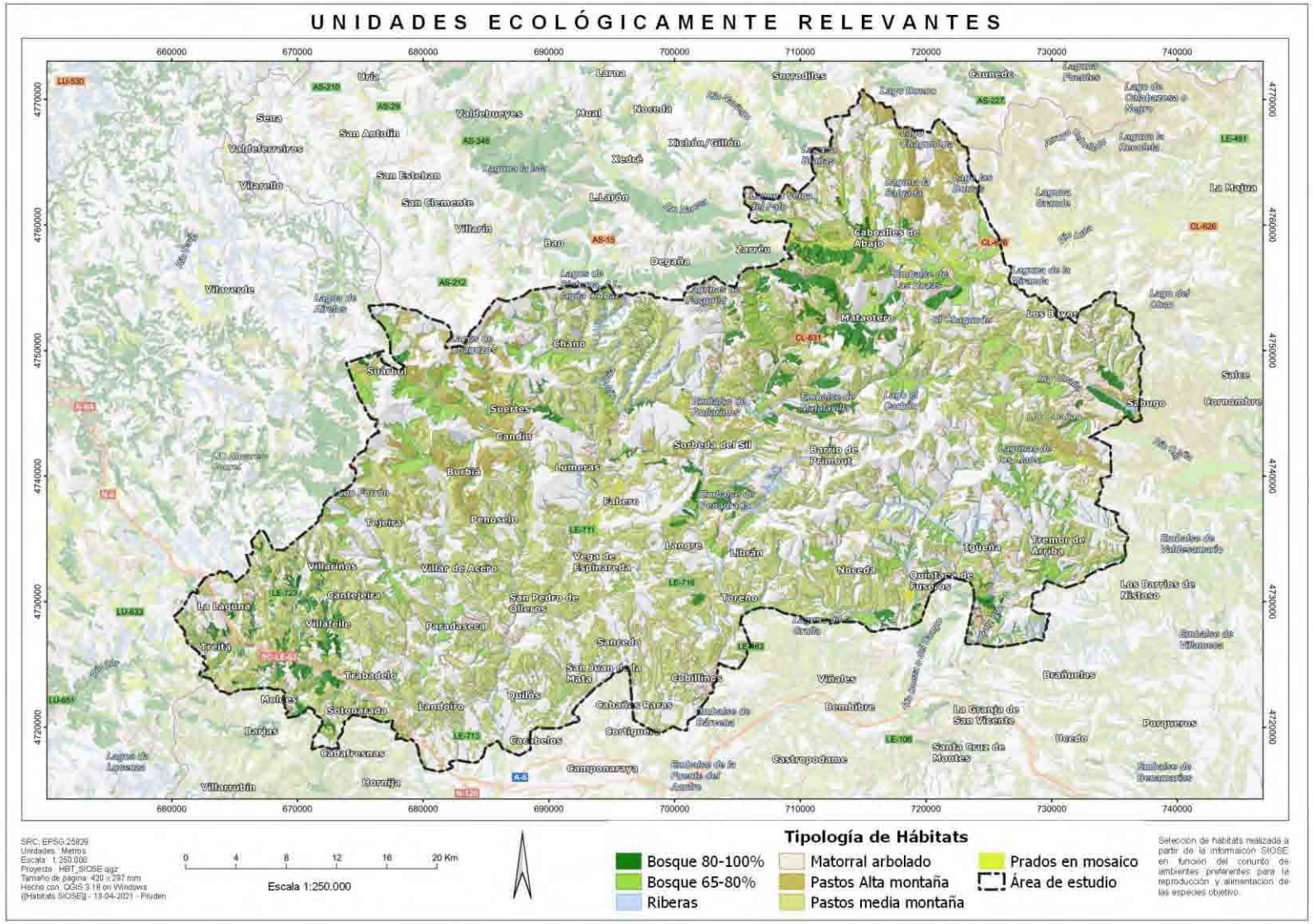


Figura 54. Mapa resultado de la Unidades Ecológicamente Relevantes para la Gnorimus nobilis. ***Fte: Elaboración propia a partir de datos del SIOSE (2014).***

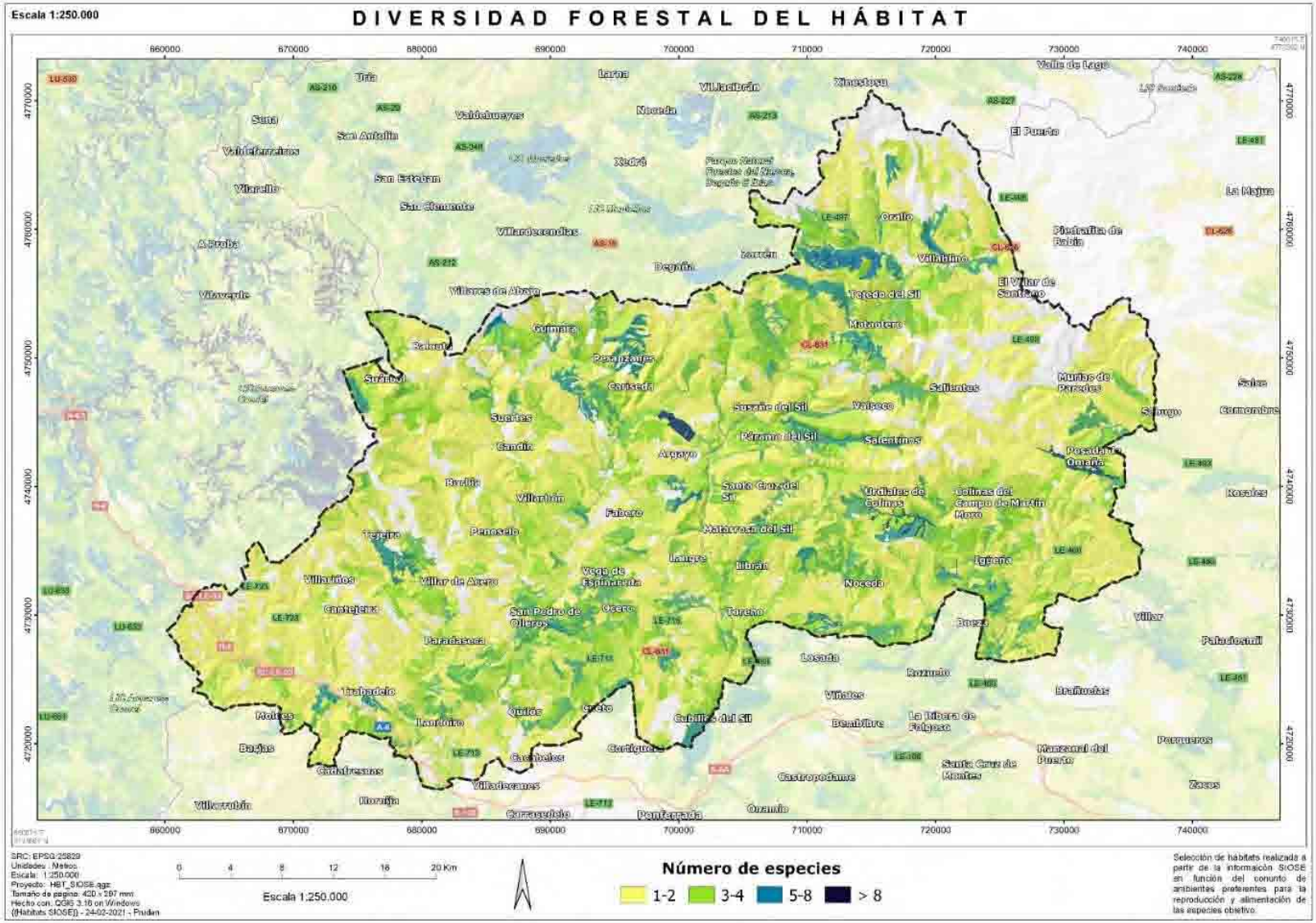


Figura 55. Contribución en número de especies forestales para las teselas de hábitat. ***Fte: Elaboración propia a partir de datos del SIOSE (2014).***

Posteriormente, se realizó un análisis de la estructura del paisaje para la zona piloto, utilizando indicadores derivados de la cartografía temática. El resultado de los índices calculados en cada zona piloto fueron los siguientes:

4.2.1 Superficie de las Unidades Ecológicamente (UER) relevantes

La superficie de las UER calculada a partir del mapa generado se expone en la siguiente tabla:

Tabla 5. UER y sus correspondientes superficies y proporciones.

Tipo UER	Superficie total (ha)	Proporción (%)
Bosque fcc 80/100	7.885,56	6.30
Bosque fcc 65/80	17.592,06	14.00
Matorral arbolado	10.501,75	8.50
Riberas	4.817,81	3.90
Pastos Alta Montaña	9.085,05	7.80
Pastos Media Montaña	69.962,18	56.70
Prados Mosaico	3.559,68	2.80
Total	**123.404,56**	**100,00**

El porcentaje de fracción forestal propiamente dicho ocupa un 20,3 % del territorio analizado. Los pastos de media montaña, son los predominantes con un 56,70 % del conjunto.

4.2.2 Número de fragmentos

A continuación se expone el número de fragmentos de hábitat para cada UER.

Tabla 6. Fragmentos de hábitat.

Tipo UER	Nº de fragmentos
Bosque fcc 80/100	176
Bosque fcc 65/80	471
Matorral arbolado	518
Riberas	12.105
Pastos Alta Montaña	287
Pastos Media Montaña	1161
Prados Mosaico	181
Total	**14.899**

Se observa que entre los tipos de UER generados, la UER Ribera es con diferencia, la unidad más fragmentada en el paisaje. Además de por la propia configuración de este tipo de paisajes lineales también puede ser debido a la fragmentación ocasionada por causas antrópicas; o dicho de otro modo, por la discontinuidad generada a causa de la modificación de los usos del suelo.

A continuación se expone la métrica que define la distancia de borde entre las unidades ecológicas seleccionadas.

Tabla 7. Distancia de borde.

Tipo UER	Densidad de borde
Bosque fcc 80/100	0.000876
Bosque fcc 65/80	0.002165
Matorral arbolado	0.001638
Riberas	0.002407
Pastos Alta Montaña	0.001091
Pastos Media Montaña	0.006912
Prados Mosaico	0.000699

Esta relación entre el total de superficie de la clase y la longitud de borde guarda relación con la fragmentación del paisaje en tanto que valores más altos suponen un aumento de la misma. En todo caso, los valores son en general bajos y poco relevantes.

4.2.3 Índice de cohesión

Mide el grado de agregación y la dominancia de las coberturas que conforman un paisaje determinado. Es decir, se trata de un indicador de la conectividad física de los grupos de hábitat para sus correspondientes coberturas (UER). Los resultados obtenidos para todas las unidades muestran valores de cohesión altos, esto es, alejados de 0, lo que implicaría conexión más débil entre las teselas de una clase determinada.

Tabla 8. Índice de cohesión.

Tipo UER	Índice cohesión
Bosque fcc 80/100	9.83
Bosque fcc 65/80	9.81
Matorral arbolado	9.69
Riberas	9.74
Pastos Alta Montaña	9.81
Pastos Media Montaña	9.90
Prados Mosaico	9.72

4.2.4 Índice de Dimensión Fractal.

Este Índice de Forma refleja el grado de complejidad para cada unidad en el conjunto del área de estudio.

Tabla 9. Índice de Dimensión Fractal para cada UER.

Tipo UER	Fractal Dimensión Index
Bosque fcc 80/100	1.12
Bosque fcc 65/80	1.13
Matorral arbolado	1.12
Riberas	1.03
Pastos Alta Montaña	1.12
Pastos Media Montaña	1.12
Prados Mosaico	1.72

Para el área de estudio que nos ocupa, los valores son cercanos a 1, lo que supone un efecto borde moderado a escala global. Caso de efectos más acusados por la forma perimetral habrían dado valores cercanos a 2 (McGarigal & Marcs, 1996).

4.2.5 Índice de División del Paisaje.

Indica la mayor o menor división de la superficie de hábitat presente. El resultado obtenido ofrece valores que implican un "parcheado" muy alto (cercanos a 1 para todas las unidades); en caso contrario, con valores cercanos a 0 responderían a formaciones muy compactas y de gran extensión.

Tabla 10. Índice de división del paisaje para cada UER.

Tipo UER	IDP
Bosque fcc 80/100	0.9998
Bosque fcc 65/80	0.9997
Matorral arbolado	0.9999
Riberas	0.9999
Pastos Alta Montaña	0.9998
Pastos Media Montaña	0.9955
Prados Mosaico	0.9999

4.2.6 Tamaño de las teselas

El tamaño oscila entre el mínimo de 0,625 ha (625 m^2 que es la unidad de píxel de 25x25 utilizado), y el máximo que es de 777,85 ha. El promedio es de 30,63 ha y la mediana de todas las UER supone una superficie de 9,46 ha, lo que sugiere un paisaje muy heterogéneo en su conjunto.

4.2.7 Distancia entre los rodales con rasgos de madurez caracterizados

En la siguiente tabla se muestra la distancia entre los diferentes parches de hábitat maduro caracterizados a partir del borde del mismo.

Tabla 11. Relación de los rodales maduros caracterizados y sus respectivas distancias euclídeas.

Rodal inicio	Rodal dest.	Distancia a rodal (m)
1	2	7.224
1	3	12.595
1	4	19.911
1	5	41.369
1	6	46.647
1	7	46.574
1	8	52.908
2	3	4.648
2	4	11.809
2	5	33.892
2	6	39.202
2	7	39.804
2	8	46.934
3	4	7.571
3	5	30.496
3	6	35.785
3	7	37.230
3	8	45.125
4	5	22.425
4	6	27.695
4	7	29.494
4	8	37.838
5	6	4.560
5	7	7.984
5	8	17.886
6	7	6.422
6	8	15.689
7	8	9.306

En este siguiente punto se exponen otros parámetros básicos relativos a las distancias existentes entre los rodales estudiados.

Tabla 12. Variables relacionadas con la distancia entre los 8 rodales maduros caracterizados.

Distancia mínima (m): 4.560
Distancia máxima (m): 52.908
Distancia media (m): 26.394
Mediana (m): 28.595 m
Varianza (m): 24.5604 m
Desviación típica (m): 15.671

En suma, se han analizado los siguientes Índices de Paisaje:

- **Superficies de las unidades ecológicamente relevantes**
- **Número de fragmentos**
- **Índice de cohesión**
- **Índice de Dimensión Fractal.**
- **Índice de División del Paisaje.**
- **Tamaño de las teselas**
- **Distancia ente fragmentos de hábitat para las distintas UER**
- **Parámetros estadísticos de distancia entre nodos**

A escala general se observa que el paisaje analizado es heterogéneo, independientemente de la escala de análisis, constituido por una matriz compuesta de parcelas de bosque de pequeño y mediano tamaño junto a otras de pastizales de diverso tipos que cuentan con mayor extensión y protagonismo. También en este grupo, aunque no incluido como UER, merece destacar la gran extensión de matorrales (brezales, escobares y argomales), fruto de la recurrencia de fuegos a lo largo de muchas series temporales hasta la actualidad. En lo relativo a las distancias entre los parches maduros conocidos, cabe destacar como las distancias existentes resultan muy elevadas para permitir la conexión directa entre manchas para una buena parte del conjunto de especies, en particular para los invertebrados dependientes de estos sistemas maduros.

4.3 ANÁLISIS DE LA CONECTIVIDAD DE PAISAJE PARA ESPECIES SAPROXÍLICAS INDICADORAS DE BOSQUES CON RASGOS DE MADUREZ FORESTAL.

Autores del capítulo: Pruden Fernández, Luis Óscar Aguado y Xavier García-Martí
Info: oscaraguado@lepidopteros.com

El objetivo del siguiente apartado reside en valorar la conectividad entre parches de hábitat para el grupo de los insectos saproxílicos. Para ello se seleccionaron aquellas que reuniesen los siguientes caracteres:

- Ser estrictamente dependientes de sistemas forestales maduros y por tanto indicadores de rasgos y dinámica relacionada con la madurez forestal.
- Ser representativa en cuanto a su área de distribución y su capacidad de movimiento a través del paisaje.

4.3.1 Posibilidad de conexión entre los 8 rodales caracterizados en el presente trabajo

Como se ha expuesto en párrafos anteriores, el primer planteamiento se hacía para valorar la conexión entre los ocho rodales maduros propuestos en la fase inicial, los cuales fueron objeto de caracterización en campo durante la primera fase del trabajo.

Ya en las primeros análisis se puso de manifiesto la dificultad real de que cualquiera de las especies xilófagas de interés -y por ello consideradas inicialmente como candidatas para el análisis de conectividad- tendrían muy difícil el alcanzar prácticamente ninguno de los rodales seleccionados, incluso contando con una hipotética existencia intermedia de hábitat disponible para la especie objetivo. El cálculo de las distancias euclidianas entre los 8 rodales no hizo sino confirmar la poca viabilidad de la existencia de conectividad entre los mismos (ver tablas 7 y 8 de distancias entre rodales), señalando en cambio la existencia de un importante grado de aislamiento para estos espacios (Figura 56).

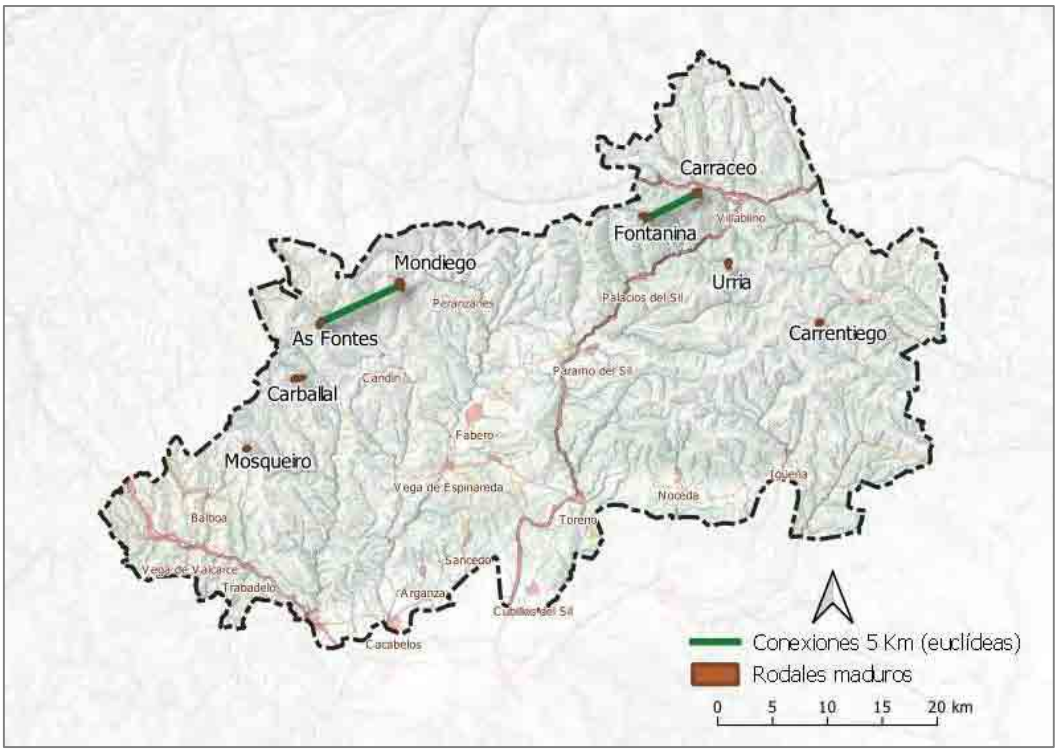


Figura 56. Representación de la posible conexión directa entre los 8 rodales prospectados con distancias euclídeas máximas de hasta 5 km. Fte: Elaboración propia.

4.3.2 Obtención de Nodos para el cálculo de conectividad.

Consecuencia de esta valoración preliminar, se constató la necesidad de aumentar el número de teselas de hábitat de alta calidad que permitiesen elaborar una hipótesis de conectividad, para lo que se analizaron los datos ofrecidos por el IFN hasta obtener un total de 28 nodos representativas de áreas con niveles de madurez forestal apropiados para la especie. Esta propuesta de nuevos nodos se sometió a la valoración de la dirección técnica del trabajo y a los técnicos de la Dirección General de Patrimonio Natural y Política Forestal así como por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de León y la Fundación Patrimonio Natural previamente al inicio del análisis de conectividad.

En la siguiente figura se indica la distribución de los nodos seleccionados en la zona de estudio.

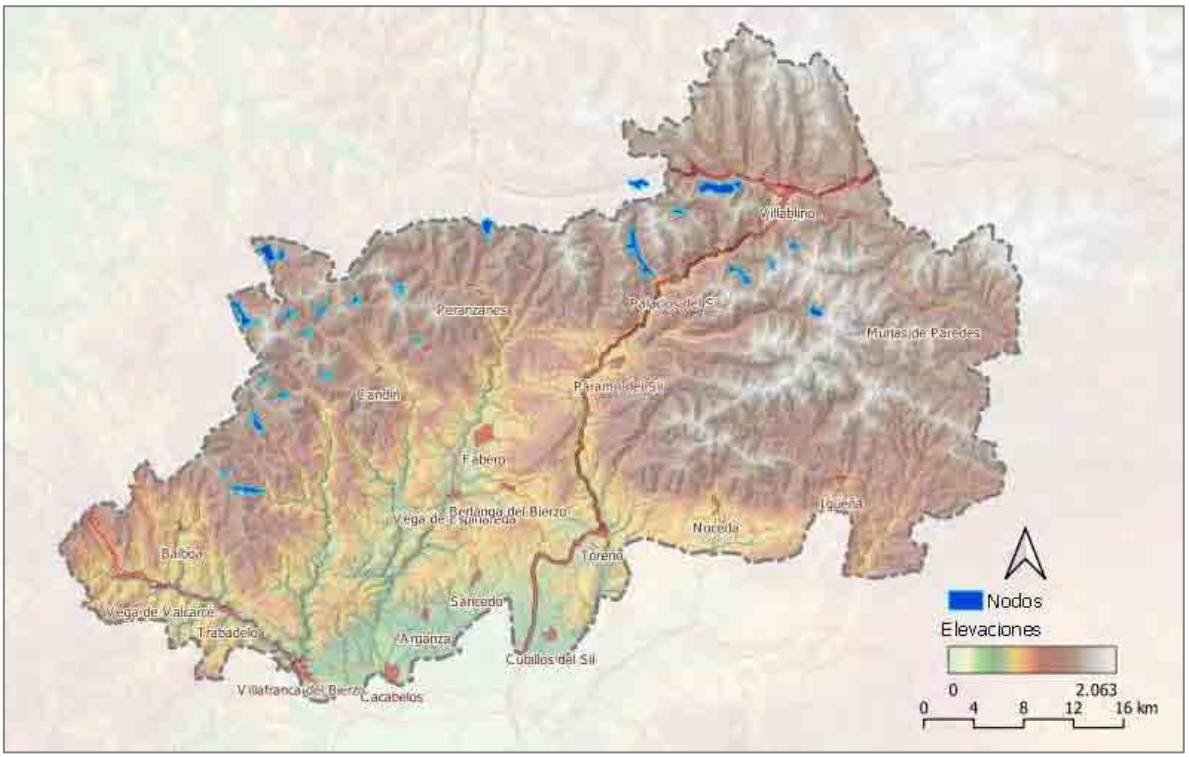


Figura 57. Distribución de los nodos seleccionados en la matriz de paisaje sobre el mapa de elevaciones. Fte: Elaboración Propia.

<u>Enlaces posibles y rutas de movimiento</u>

En un primer paso y en función de la distancia de dispersión estimada para la especie, se obtuvieron un total de 378 posibles conexiones entre los 28 nodos. Tras el procesado de datos sobre las matrices de resistencia elaboradas en fases anteriores, se obtuvieron un total de 34 enlaces posibles con probabilidad (pij) > 0,5, junto a sus respectivos costes de desplazamiento. Este valor representa casi un 10 % del total de conexiones euclidianas posibles.

En la página siguiente se muestra el mapa de resistencia del paisaje (en tamaño de píxel de 25 m de lado)

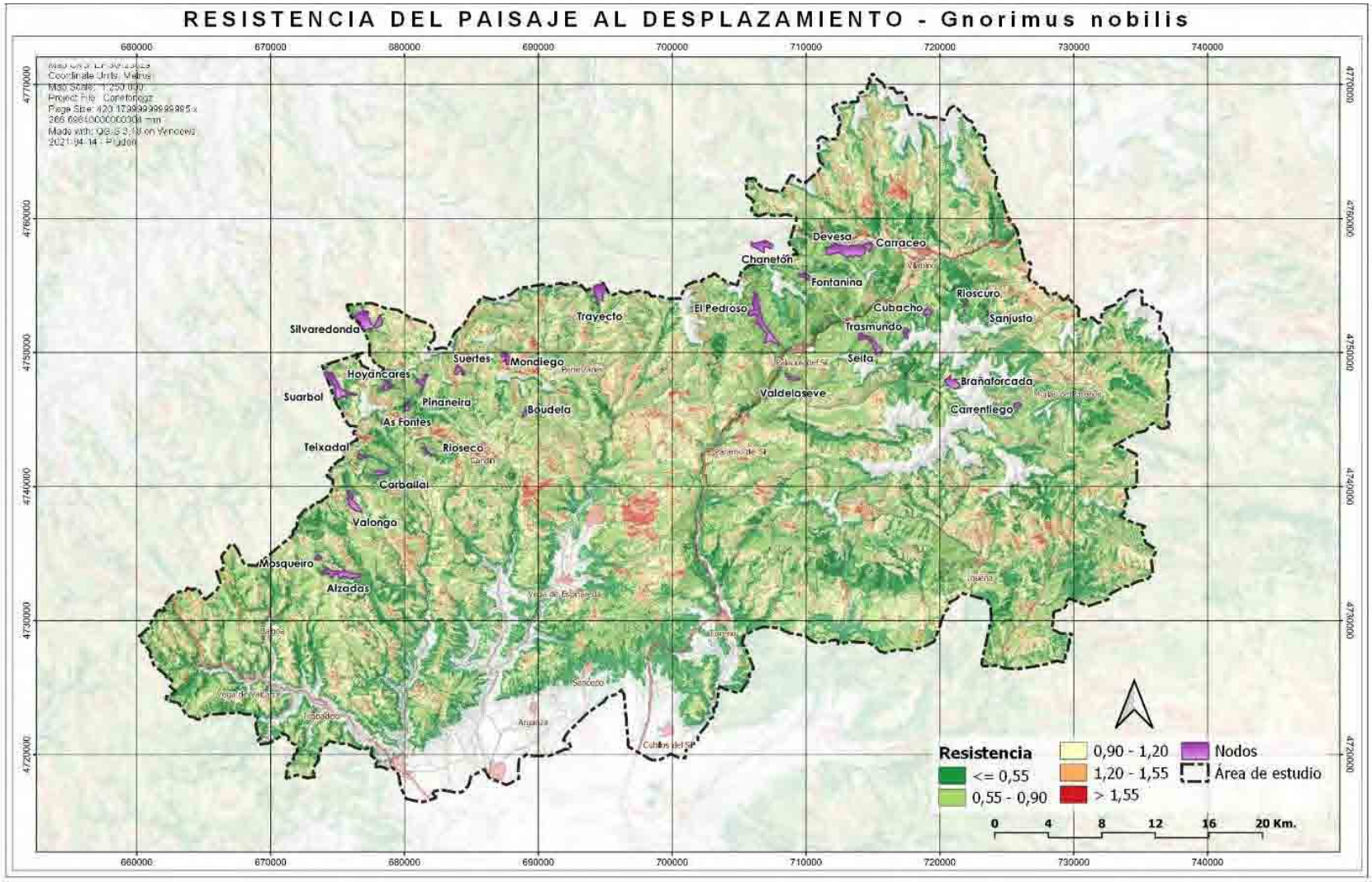


Figura 58. Representación del área de estudio y su correspondiente de resistencia al desplazamiento para Gnorimus nobilis, con un gradiente de menor a mayor resistencia y costo de desplazamiento (verde a rojo). Las zonas en blanco son aquéllas que por elevación suponen un hábitat inhóspito para la especie. ***Fte: Elaboración Propia.***

4.3.3. Cálculo del Índice de Probabilidad de Conectividad (PC).

A continuación se muestran los estadísticos entre los nodos y su correspondiente relación con la variable delta (*dPC*$_k$) expresada en porcentaje de contribución a la conexión internodal (en %) y el peso parcial de los diferentes estadísticos asociados a dicho índice (*dPcintra*$_k$, *dPcflux*$_k$ y *dPConnector*$_k$):

Tabla 13. Resultados obtenidos para dPC.

Nodo	dPC	dPCintra	dPCflux	dPCconnector
1	1.0125880	0.0395933	0.9729945	0.0000000
2	3.3477240	0.2619154	2.8442600	0.2415495
3	2.7780400	0.0935120	2.2122230	0.4723046
4	1.8724900	0.2534778	1.4041700	0.2148422
5	4.3448140	0.2215757	4.1232380	0.0000000
6	5.5834240	0.2737966	5.3096280	0.0000000
7	1.4440440	0.1162001	0.7916121	0.5362322
8	0.1415249	0.0755461	0.0659788	0.0000000
9	2.8645070	0.0508348	1.4344590	1.3792140
10	8.3108360	1.4584450	5.0089260	1.8434660
11	6.9754860	3.3355400	3.6399460	0.0000000
12	15.6980700	4.5108590	10.8842700	0.3029384
13	15.7695200	6.6772000	9.0923150	0.0000000
14	4.1778120	0.2840139	2.6555710	1.2382270
15	7.5934020	0.3901109	4.2471560	2.9561350
16	0.3326130	0.0353695	0.2972434	0.0000000
17	2.1171060	2.1171060	0.0000000	0.0000000
18	23.0031900	10.2509300	12.0452000	0.7070612
19	2.1867390	0.1235147	2.0632240	0.0000000
20	2.8955770	1.7845360	1.1110410	0.0000000
21	1.1906760	1.1246970	0.0659788	0.0000000
22	0.9728505	0.1647748	0.7003055	0.1077703
23	0.1801492	0.0097279	0.1246413	0.0457800
24	0.0564848	0.0030941	0.0533907	0.0000000
25	29.7404500	13.2637400	14.9037200	1.5729870
26	13.5946600	2.0692020	10.3485100	1.1769400
27	4.7902730	0.2475359	3.7894420	0.7532950
28	1.2741800	0.0626617	1.2115180	0.0000000

Los valores generales para el cómputo con el IPC fueron *PCnum* = 284463.300 y *EC (PC)* = 533.351

El porcentaje máximo de contribución al conjunto de la probabilidad de conexión, es de un 15 a 20% para algunos rodales de hábitat maduro. El aporte de *dPC Intra* y *dPC Flux*, son los parámetros de subconjunto más relevantes y tienen en cuenta la propia valoración intrínseca de la calidad de hábitat de las teselas seleccionadas así como el nivel de flujo de paso por las mismas.

Para analizar con mayor escala de detalle los valores obtenidos en la probabilidad de conectividad entre los rodales de bosque maduro de *G. nobilis* se expone a continuación un producto cartográfico que permite analizar los diferentes grados de conexión entre los nodos de hábitat. Se incluye además la estimación del coste de desplazamiento entre los mismos. Con el objeto de una mejor diferenciación de la importancia de nodos y caminos de desplazamiento, ambas características están representadas en diferentes escalas cromáticas.

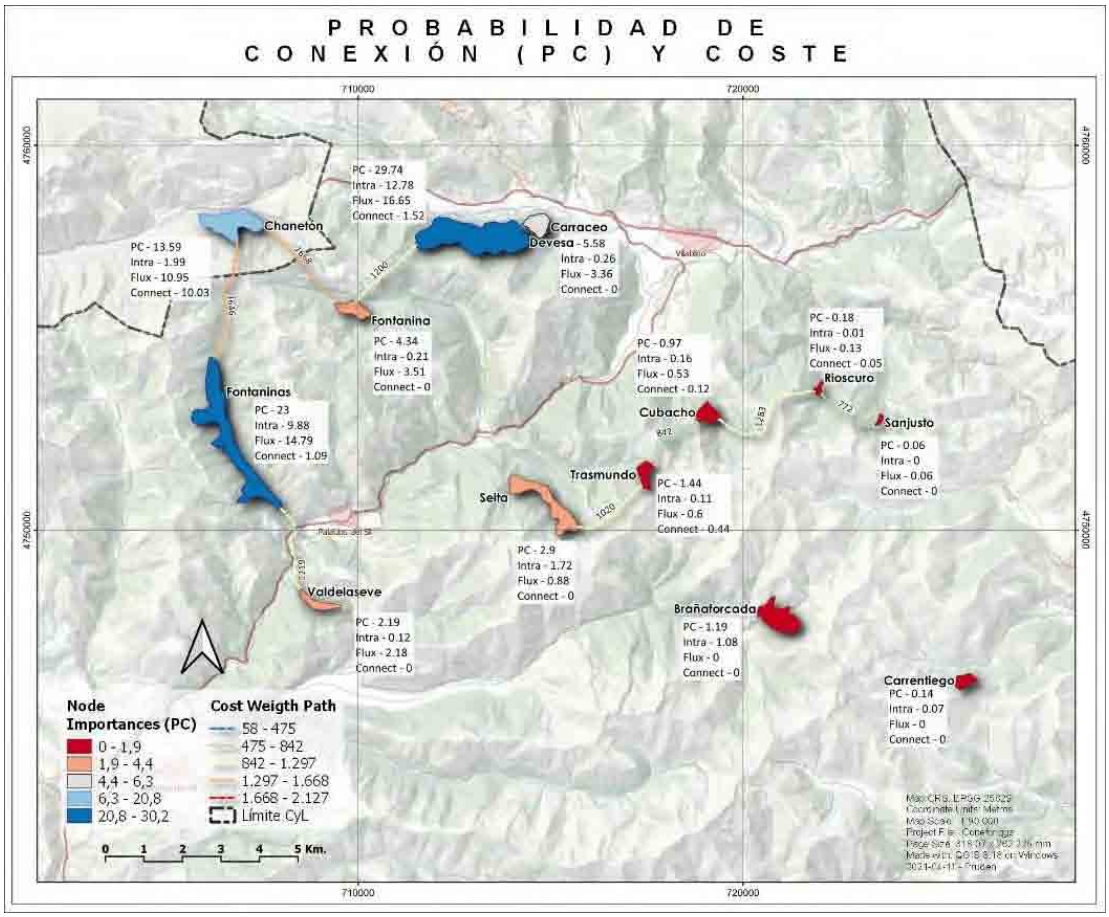


Figura 59. Conjunto de núcleos en la zona oeste del área de estudio. Importancia de los nodos para Gnorimus según el índice dPC (mayor para la probabilidad de conectividad entre rodales con valor más alto). Se destacan en azul los rodales con mayor contribución para el mantenimiento de la conectividad. Se representan también los caminos de desplazamiento en función de su coste de desplazamiento. ***Fte: Elaboración propia****.*

En la figura anterior se puede observar que los rodales de Pedroso, Chanetón, y Devesa (que por su cercanía podría considerarse una unidad con el resto del robledal de Carraceo), exhiben los valores de mayor importancia como elementos conectores. Concretamente, los bosques de Chanetón y Pedroso aportan una apreciable facultad de conexión global para este sector oriental que, posiblemente, decrecería en caso de que desaparecieran o perdieran parte de su capacidad funcional.

También destaca el abedular de Fontaninas y la formación de bosque mixto de La Seita. Esta última y Valdelaseve se identifican como las únicas entidades del área meridional que contribuyen a la consistencia del conjunto con valores relevantes de probabilidad de conectividad, ya que las formaciones conocidas como Brañaforcada, Rioscuro, San Justo y Carrentiego presentan, de acuerdo al modelo resultante, mayor resistencia al movimiento y menor importancia de conexión en la red global de nodos analizados.

Es necesario reseñar que el abedular de Carrentiego corresponde a otra región limítrofe, es decir, ya integrada en otra unidad territorial como es la zona omañesa. Sin embargo, estos abedulares de altura, de gran entidad para la península ibérica, presentan condiciones bioclimáticas diferentes a las del resto del área de trabajo. Por tanto, su interpretación como población borde no conectada debe ser tomada con cautela y precisaría de un estudio de interconexión específico para este entramado de formaciones que integre también al resto de abedulares de dicha comarca.

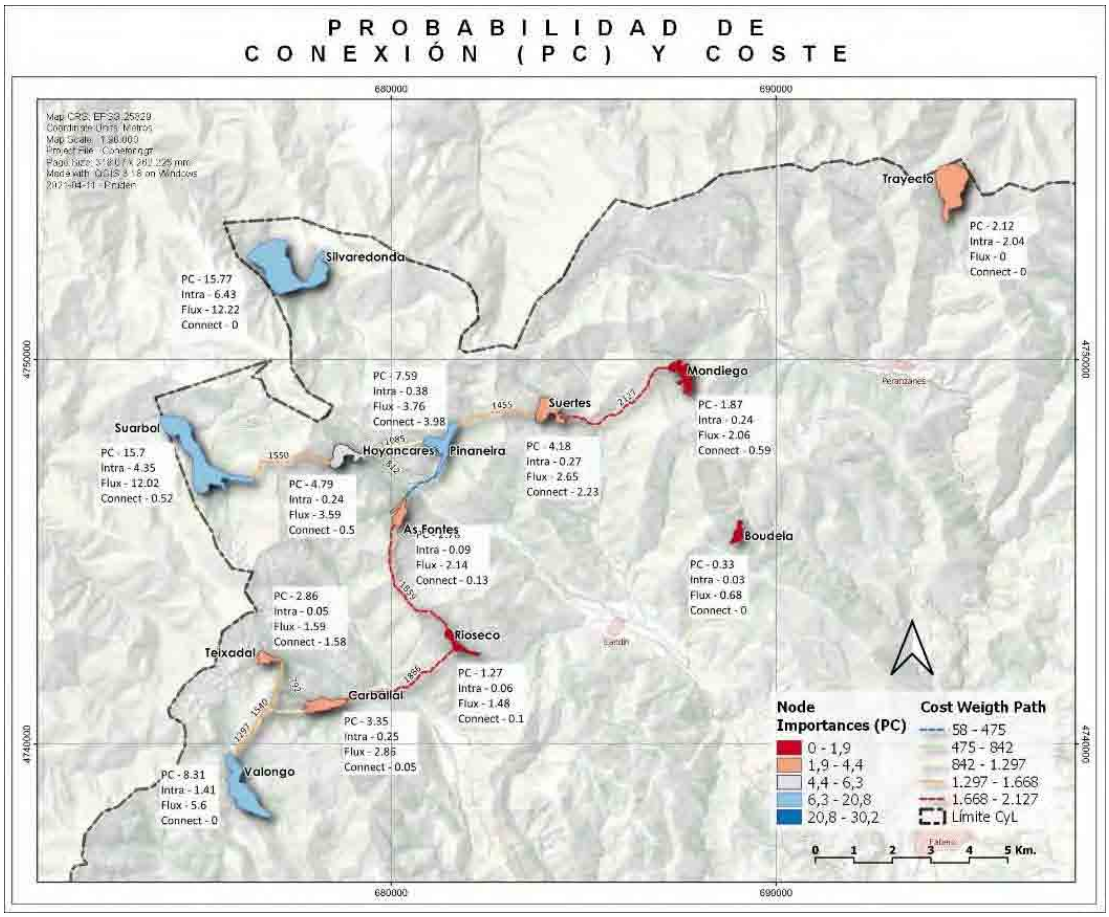


Figura 60. Conjunto de núcleos en la zona este del área de estudio. Importancia de los nodos para Gnorimus según el índice dPC (mayor importancia para la probabilidad de conectividad entre rodales con valor más alto). Se destacan en azul los rodales con mayor contribución para el mantenimiento de la conectividad. Se representan también los caminos de desplazamiento en función de su coste de desplazamiento. ***Fte: Elaboración propia****.*

En la figura anterior, representativa de la zona occidental del área estudiada, se puede observar que los rodales de Valongo (también conocido como las Alzadas de Villar de Acero), Silvaredonda y la mata de Suárbol representan las áreas de mayor importancia en lo referente a su contribución como posibles elementos conectores entre los parches de hábitat para la especie objetivo.

Conviene además resaltar la contribución de las formaciones circundantes al pueblo de Tejedo de Ancares (Hoya Ancares, Pinaneira y As Fontes) como teselas puente propicias para la permeabilidad del movimiento en dicha área. Esto incluye además rutas de desplazamiento internodal con un costo moderado en varias direcciones de flujo.

Una vez analizados ambos sectores y volviendo a ampliar la escala focal para todo el área de estudio (obviando la información a escala fina del peso relativo para cada nodo/vía), se observa una tendencia a la generación de grupos aislados entre sí que conforman 4 subconjuntos o constelaciones, formadas cada una de ellas por un número variable de elementos conectores. Con esto, el rodal identificado como el Trayecto y su zona de influencia, se encuentra en una posición que, a falta de una necesaria prospección del terreno, parece indicar un elevado grado de aislamiento como se puede observar en el mapa de la figura 61 que muestra toda la zona analizada.

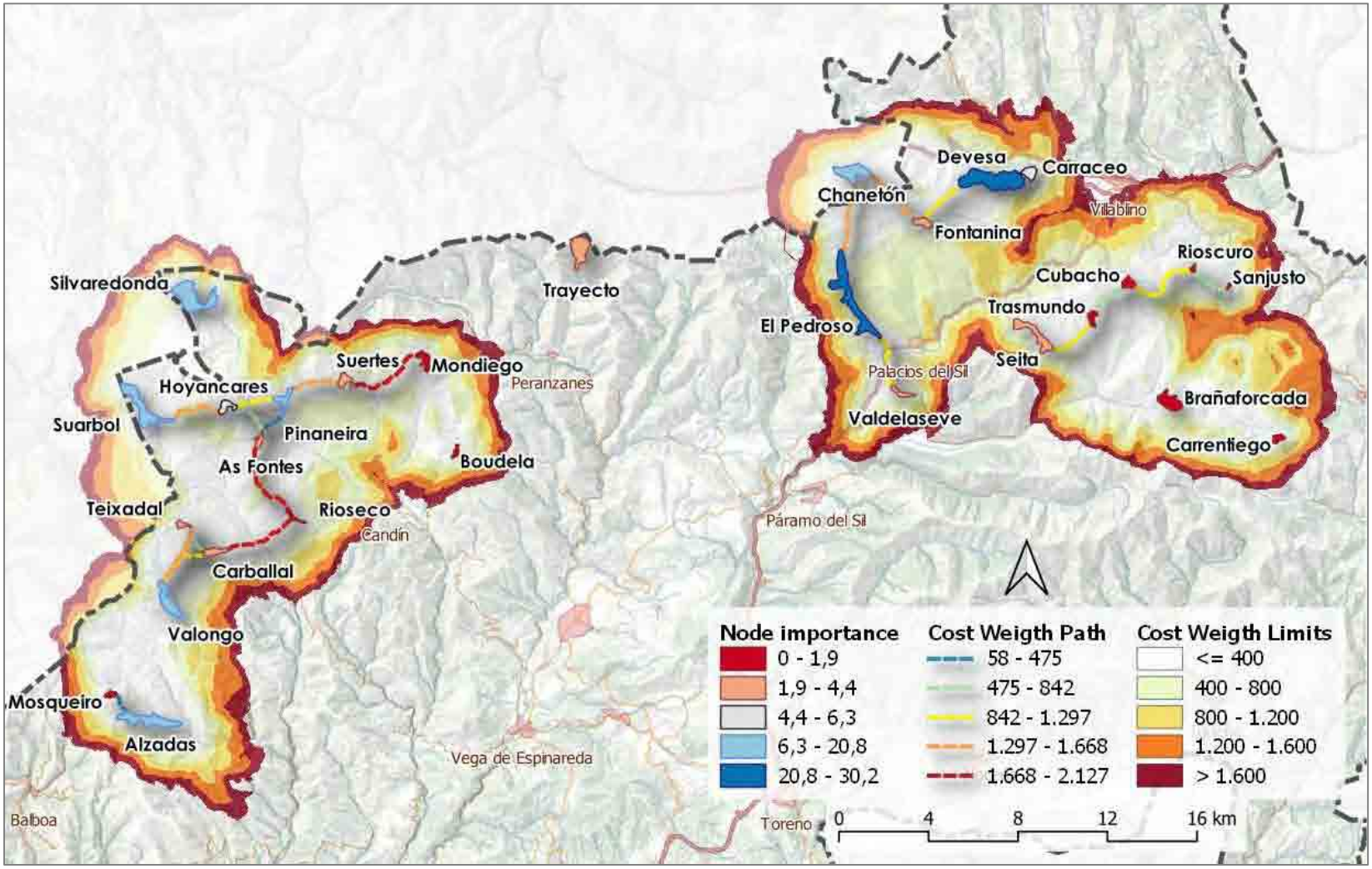


Figura 61. Conjunto de núcleos (constelaciones) en las dos zonas con conectividad para la especie objetivo. Se representa la probabilidad de conexión (dPC) para cada uno de los rodales valorados, los caminos de menor coste (Cost Weight Paths) entre ellos con indicación de su coste y los límites de las áreas con posibilidad de conexión (Cost Weight Limits) en función de la distancias de coste desde los nodos a cada punto del territorio. ***Fte: Elaboración propia.***

El coste energético y vital necesario para el desplazamiento de un individuo a través de la matriz heterogénea que constituye el paisaje se va acumulando gradualmente. En este movimiento, las distintas teselas de hábitat y su disposición espacial pueden dar lugar a distintos medios: desde aquéllos más o menos permeables y acogedores, hasta otros inseguros o incluso insalvables. Este grado de resistencia condiciona por tanto la distancia a la que puede llegar ese individuo y con ello, el área disponible para el desarrollo cotidiano y de las distintas etapas de su ciclo vital.

La distancia de dispersión propia de cada especie es un valor medio estimado a partir de estudios de campo y varía en función de las cualidades intrínsecas del paisaje, de su oferta alimenticia, de refugio, y de la necesidad de alcanzar con éxito la reproducción.
En el modelo realizado, la matriz del paisaje se ha valorado de forma diferencial en función de las necesidades y comportamiento de esta especie indicadora, obteniéndose un mapa que expresa un valor de calidad de hábitat para cada punto del territorio y que de alguna forma representa la posibilidad de supervivencia (positiva o negativa) de la especie en cada punto. Idealmente el individuo que ha de desplazarse por el paisaje tenderá a hacerlo a través de los puntos más favorables, donde encuentra más alimento o mejor cobijo y evitando, en lo posible, los ambientes desfavorables, en los que el desplazamiento presenta un balance energético menos rentable o que simplemente son peligrosos para su supervivencia.
Estos ambientes desfavorables o peligrosos, contarios al concepto de calidad de hábitat, dan lugar al concepto de resistencia del hábitat al desplazamiento y su representación es la función inversa del mapa de calidad.
De esta forma, cuando un individuo se desplaza por el paisaje va acumulando un coste energético para ese desplazamiento, coste que aumenta con la distancia recorrida, pero también en función de la resistencia que el medio opone a ese desplazamiento.
De esta forma cuando un individuo se desplaza, idealmente, (probablemente no siempre, o no intencionalmente), hacia otro núcleo de hábitat propicio para su reproducción, podrá llegar o no en función de que la configuración del paisaje facilite ese desplazamiento al exigir un coste de viaje asumible; en caso contrario el núcleo de hábitat buscado quedará fuera de alcance y el proceso reproductivo se verá comprometido.

En consecuencia, será capaz de llegar o no en función del coste acumulado en ese desplazamiento.
Los límites a esos desplazamientos son los que se representan en el mapa anterior (figura 61) en el que el coste del viaje aumenta con la distancia y con la resistencia que opone el medio. El valor último para cada evento de dispersión por individuo sería igual al valor límite de coste que ya no puede sufragar.
Si en esa distancia accesible existe otra mancha de hábitat propicio para completar su ciclo, el desplazamiento habrá sido exitoso y alguno de sus descendientes podrá en el futuro alcanzar una mancha más lejana; habrá conectividad.
En caso contrario se habrá llegado a la frontera del territorio conexo y el futuro de la especie habrá de limitarse al interior de un territorio finito; consecuentemente habrá aislamiento.
Eso es lo que puede observarse en el territorio analizado, al menos a la luz de la información que ha podido manejarse para la elaboración del modelo, de forma que se puede considerar la existencia de dos áreas (casi tres) aisladas entre sí. Este hecho provocará no sólo la limitación territorial de la presencia de la especie estudiada y de otras con características similares, sino también la que restringe sus funciones ecosistémicas, lo que a la larga acabará reflejándose en las características de los hábitats en que estas especies desarrollan su actividad.

Es por todo ello que la conservación de los bosques maduros no puede limitarse a una protección o gestión localizada, sino que, como ya se ha apuntado anteriormente, ha de ser integrada desde una visión amplia, de conjunto y multiescalar. Debe por tanto considerar la presencia y el valor de hábitats similares, distintos pero complementarios, en el entorno solo relativamente cercano.
Así, configuración espacial que precisa *G. nobilis* necesita de pastos con presencia de caprifoliáceas, rosáceas y apiáceas como angélicas, pies de oso, además de otros megaforbios que fundamentan al fin y al cabo la presencia de paisajes orlados y pequeños pastos, cercanos a corrientes de agua y turberas naturales poco intervenidas por la acción humana.

También deben tenerse en cuenta la presencia de barreras, ya que aunque a nuestros ojos muchas veces no resulten demasiado evidentes, pueden resultar limitantes para la especie y consecuentemente para su funcionalidad ecosistémica.

En resumen, cada elemento o especie del ecosistema, exhibe una serie de requerimientos como pueden ser, entre otras, las necesidades de disponibilidad trófica, capacidad de movimiento, hábitat más o menos heterogéneo en cada fase o fases de su ciclo vital, condiciones bioclimáticas y fisiográficas del hábitat óptimo y límite para su supervivencia.

Fotografía 36. Eilema griseola. Sus orugas viven en el interior de bosques húmedos bien conservados. Foto: Luis Oscar Aguado

5. DIRECTRICES DE GESTIÓN. PROPUESTAS.

A partir de los resultados obtenidos en el capítulo anterior se exponen aquí una serie de propuestas preliminares de gestión. Tienen el objeto de orientar la gestión del paisaje hacia formas de manejo conjunto de las distintas unidades o formaciones, confiriendo así más peso a la conservación y mejora de las relaciones funcionales entre distintas unidades ambientales o de paisaje como forma de mejorar la conectividad general. Esto además puede permitir un aumento de la estabilidad y la resiliencia de las comunidades naturales y en definitiva, de su estado de conservación general.
Son por tanto propuestas formuladas desde una perspectiva de conservación mucho más amplia, que evolucionaría desde los planteamientos clásicos, focalizados en la especie o grupo objetivo, hacia la conservación de las interrelaciones entre todas las unidades ambientales o de paisaje.

Por tanto, más allá acciones dirigidas de forma exclusiva a *Gnorimus nobilis,* lo que de forma lógica y de antemano se revelaría como un objetivo poco realista, debería en cambio partir de una visión holística, aglutinando líneas de acción para el conjunto de la estructura del paisaje y actuando sobre los diversos hábitats existentes (retazos de bosques mixto, robledos, tejadales, abedulares, formaciones riparias, matorrales y pastizales).
Se ha de posibilitar el aumento de la diversidad estructural y de los tipos de formaciones presentes, lo que redundará en la estabilidad y la calidad general del hábitat utilizable.
De esta forma, se hará apto para una mayor variedad de especies y grupos de fauna y flora, sabiendo que las diferentes necesidades de cada grupo darán lugar a distintos flujos y vías de movimiento. Reforzarán a su vez la intrincada red de conexiones funcionales que constituyen la base física de la biodiversidad, del equilibrio y de la estabilidad ecosistémica. Se disgrega en los siguientes puntos:

1- **Continuar con la localización y caracterización de nuevos núcleos** con altos niveles de naturalidad y madurez en los territorios del Bierzo y Laciana (Valle del Sil y su cuenca hidrográfica asociada: Ancares, Burbia, Fornela, Balboa, alto Omañas, inmediaciones del Catoute, Aquilianos, etc). El hecho de localizar y caracterizar posibles rodales de calidad, mejoraría la visión de conjunto existente hasta la fecha. Facilitaría también la detección de barreras o zonas de conexión limitada. De forma lógica, es importante no desestimar las áreas que, a pesar de haber sido incluidas en la zona de análisis de manera periférica, precisan de un mayor esfuerzo de muestreo en futuros trabajos. Un caso de ejemplo puede ser la zona comprendida entre el bajo Bierzo en la vertiente del rio Igueña hasta las inmediaciones del Catoute, contando con la fracción de bosque esclerófilo mediterráneo. Cabe añadir además otra zona de gran importancia como es la que conecta los valles deudores del rio Valcárcel con los bosques de Barjas, Compludo y Aquilianos, ya con un perfil marcadamente de transición al escenario submediterráneo.

2- **Ampliar los conocimientos relacionados con la distribución de especies de entomofauna ligada a bosques maduros.** Siendo una de las mayores reservas de biomasa y desempeñando importantes papeles en la subsistencia de un numerosísimo grupo de especies de flora y fauna, existe una alarmante carencia de conocimiento de la distribución de la entomofauna saproxílica. Tal y como se ha comentado, el norte de la provincia de León en general y el Alto Sil en particular se presentan como una de las áreas de mayor importancia para la preservación de muchos de estos grupos en peligro de desaparición a escala europea (Aguado, 2018).

3- Áreas tampón de los rodales maduros y propuestas de mejoras.

En general, para los rodales ya validados, la gestión selvícola propuesta se asienta sobre la no intervención y libre evolución natural de las áreas *core* en los parches de rodales maduros.

Se ha plantea además en algunos casos la posibilidad de tratamientos selvícolas de mejora estructural para algunas de las zonas tampón que bordean los rodales caracterizados, generalmente a través de tratamientos selvícolas como la diversificación de la forma fundamental de masa y la naturalización.

Este es el caso, de los tallares de roble en monte bajo adyacentes a los núcleos de Braña Mondiego y As Fontes. En una línea similar también puede resultar de interés el resalveo de las cepas hiperdensas de acebal en la población del Carballal en Burbia.

También se pone de manifiesto la importancia de considerar otros aspectos en la mejora de estas áreas tampón.

Así por ejemplo la reducción de la proliferación de matorral pirófito oportunista mediante tratamientos de desbroce en las áreas borde que invaden antiguos pastos como en Braña Mondiego, no solo reduciría el riesgo de incendios, sino que a la vez aumentará las posibilidades de alimentación y desplazamiento de los ejemplares adultos de insectos xilófagos, de *Gnorimus* en particular, pero también de otras especies de este mismo grupo.

4- Promover la conservación de las riberas adyacentes:

Un programa de conservación asentado sobre áreas fijas y permanentes en el tiempo -rodales maduros - es un planteamiento parcial para especies móviles de pequeño tamaño como las consideradas en este estudio.

Así, en la mejora de la conectividad del hábitat para entomofauna especialista, es necesario un enfoque más dinámico, que considere como mecanismo esencial de supervivencia la dispersión en una red de pequeños parches que no necesariamente mantienen un área constante en el tiempo.

Por esto y dada la importancia de estas especies móviles para la conservación de los rodales maduros, es fundamental la adopción de criterios de gestión que integren la red de comunicación entre parches (relativamente variable en el tiempo) como elemento tampón fundamental para la conservación de los rodales maduros (relativamente estables en el tiempo).

En este sentido la preservación de formaciones vegetales que posibilitan la acogida y alimentación de los individuos adultos permitiría una mayor conductividad general de toda la matriz del paisaje, favoreciendo el desplazamiento de buena parte de la entomofauna especialista (como ya se ha visto en *Gnorimus* por ejemplo), puesto que muchos de estos grupos dependen de la disponibilidad de vegetación turgente, apta para su alimentación y movimiento durante la fase adulta.

Las formaciones lineales son especialmente propicias para favorecer el desplazamiento y por ello sebes, linderos de matorral y arbolado, pero sobre todo las riberas deben promoverse y conservarse junto con los espacios inmediatamente adyacentes, en los que encuentran refugio numerosas especies clave para la alimentación de los insectos adultos.

Las riberas y flujos de agua, con su mayor humedad resultan más diversas, tanto en el aspecto alimenticio (megaforbios, arbustos de flor como rosáceas y otras), como en los nichos de cría, gracias a tocones y árboles viejos, así como al mantenimiento de la humedad.

El conjunto de zonas conectivas a promover incluye también los márgenes arbolados de los pastos de media montaña, que permitiendo la entrada del sol se mantienen frescos en las épocas de estrés hídrico.

5- **Valorar posibles acciones de mejora o incluso restauración**, si fuese necesario, de aquellos parches de hábitat susceptibles de alcanzar a corto / medio plazo un grado relevante de significación y funcionalidad ecológica, más próxima al menos, a los ya definidos como rodales de referencia.
Para ello, en algunos puntos de las zonas de interfaz y áreas buffer, podría ser interesante por ejemplo, el aumentar de manera inducida la fracción de madera muerta en suelo y en pie, realizando de forma estratégica resalveos y tratamientos puntuales de conversión a monte medio – alto, etc. En zonas muy degradadas o pobres en especies (lo cual es poco probable en este territorio), podrían valorarse acciones de restauración ecológica forestal con especies clave.
En este sentido, en el presente trabajo, se identificaron algunos parches de hábitat susceptibles de ser utilizados como:

- Áreas puente entre los dos sectores que muestran un grado de aislamiento.
- Refuerzo conector en el seno de las diferentes constelaciones de nodos que integran cada una de estas dos grandes áreas.

Para tal efecto, se ha generado como parte final del presente capítulo un nuevo producto cartográfico (Figura 62) que se expone en la siguiente página y que permite visualizar de manera clara la información espacial necesaria para valorar acciones de mejora.

Fotografía 37. Valle de Peranzanes: Paisaje recurrente en la zona central del área de estudio. Insertos en matrices de matorral de gran superficie, algunos fondos de valle albergan pequeños parches con ambientes nemorales aptos para el movimiento de G. nobilis. Son en suma corredores que permiten la conectividad entre espacios. Foto: XGM.

Fotografía 38. Valle de Valdeprado (carretera Zarreu – Páramo de Sil): Aunque ya en el límite de su distribución altitudinal, es un paisaje de alta calidad para G. nobilis detectado por los autores como una de las posibles área conectoras (ver fig 62). Contiene zonas de cría y refugio formadas por bosques caducifolios densos junto con la matriz mixta - mosaico- formado por riberas y orlas de arbolado y matorral en torno a pastos y prados de siega, ambientes propicios para la alimentación, reproducción y desplazamiento de G. nobilis. Foto: RG.

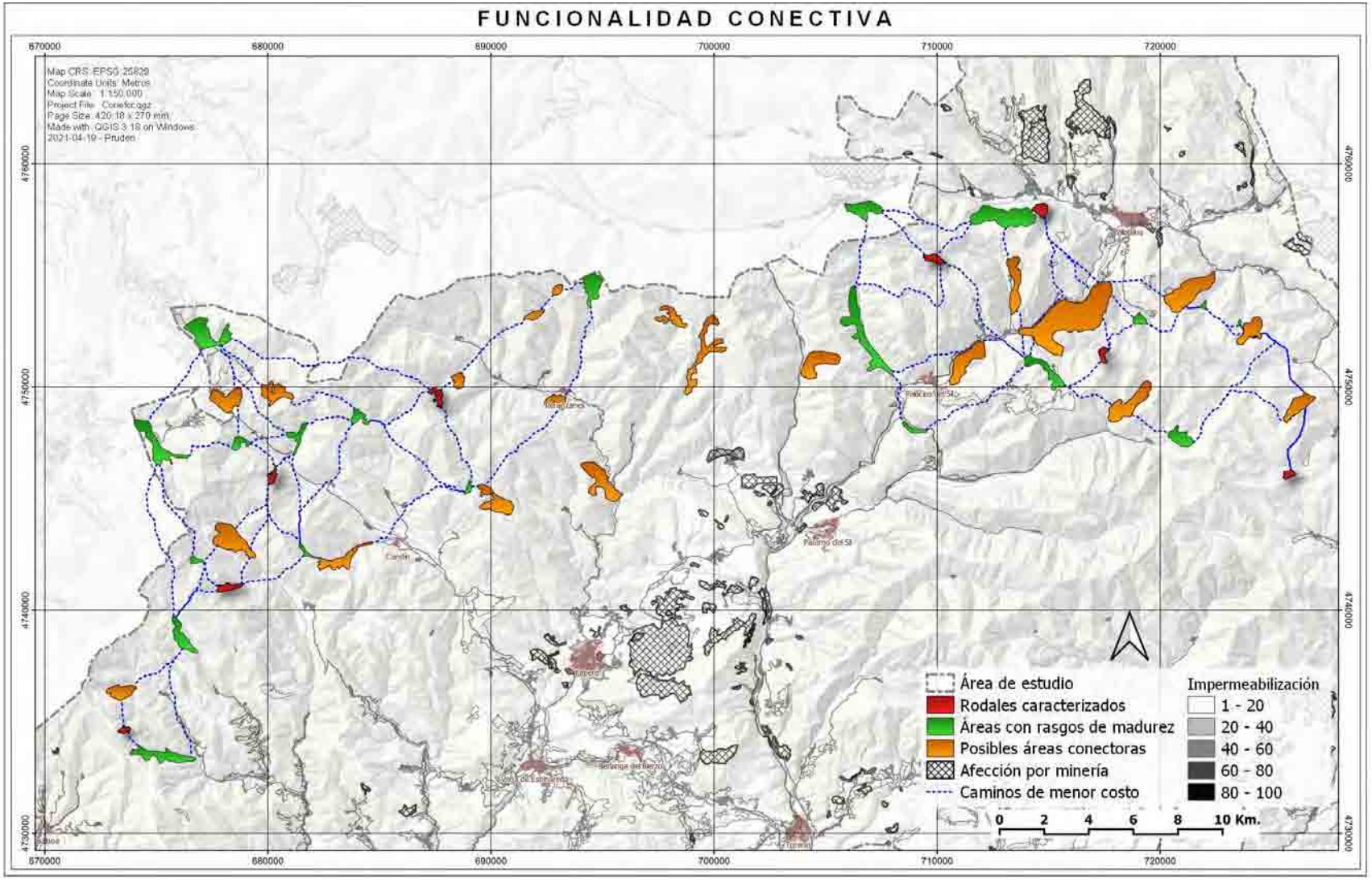


*Figura 62. Relación de nodos de bosque maduro caracterizado en el presente trabajo (rojo), áreas no caracterizadas que exhiben rasgos de madurez pendientes de referenciación (verde) y posibles áreas susceptibles de mejorar la conectividad global (naranja). Se referencian también las principales barreras e impedimentos a la conectividad general***. Fte: Elaboración propia.**

5.1 ESTIMACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD CONECTIVA DEL PAISAJE

Para la realización del mapa presentado en la figura 62 se ha partido de las mismas fuentes utilizadas en procesos anteriores, (mapa de las UER, elevación y grado de complejidad estructural con datos LIDAR y turgencia con el Índice NDWI) y los mismos mapas de calidad de hábitat sobre los cuales se han calculado los caminos de menor coste generados para un modelo de largo recorrido.

Posteriormente se ha realizado una comprobación sobre ortofotografía que permitiese corroborar la idoneidad de las áreas propuestas.

También se han señalado las zonas en que se concentran alteraciones que dificultan la conectividad, tanto por la impermeabilización (sellado) del terreno, consecuencia de la construcción / urbanización, o de la presencia de carreteras y otras infraestructuras. Los impactos generados por la minería merecen especial atención por su elevado impacto; tanto por la sustancial alteración del medio que suponen, como a la gran extensión que alcanza la desnaturalización que implican.

En color naranja se muestran las zonas susceptibles para la realización de una prospección adecuada que confirme el interés y calidad como posibles rodales maduros. Una vez hecho esto deberá procederse a una valoración y análisis de posibles acciones de mejora selvícola y restauración forestal en las teselas señaladas (si fuese necesaria), como de acciones tendentes a favorecer las dinámicas y procesos funcionales en su entorno.

En este mapa se puede observar también el estrangulamiento que, para la conectividad funcional del paisaje, existe entre las áreas clave separadas en dos sectores: oriental y occidental. También es reseñable la importancia del tercio superior del área de estudio como una zona fundamental para la recuperación de dicha funcionalidad conectiva.

Para esta gran zona central se podría tomar como referencia el rodal de El Trayecto junto con el corredor del Valle de Valdeprado (carretera desde Páramo del Sil hacia el norte). En esta parte clave del territorio se asientan pequeñas turberas y herbazales, abedulares de altura y pequeños fragmentos relictos de bosque mixto atlántico imbricadas dentro de una matriz de matorral en general deteriorada por los incendios recurrentes (ver fotos 36 y 37). Por contraposición, se constata cómo la parte más meridional de este corredor es otro pasillo con grandes superficies dramáticamente alteradas por las extracciones mineras. Paradójicamente, tal y como se puede comprobar en otros trabajos relacionados con conectividad en este caso de fauna emblemática, esta misma zona forma parte de un corredor de primer orden a escala de toda la cordillera cantábrica.

Es por tanto una de las zonas clave donde concentrar los esfuerzos de mejora ambiental con vistas a facilitar los eventos de conectividad entre los dos sectores.

Por todo ello resulta lógico afirmar que la contribución de un nuevo muestreo depurado en la zona, que permita la detección de áreas de interés y el planteamiento de acciones de mejora posterior, constituirían un conjunto de acciones con orientación sinérgica que debiera beneficiar a distintos grupos ecológicos, además de mejorar la calidad del paisaje en sí mismo.

En lo relativo a aquellos parches insertos en las diferentes constelaciones de nodos conectados (los 3 grupos mostrados en la figura 61), debe valorarse en el mismo sentido una primera aproximación del estado actual y si procede, promover actuaciones concretas y bien definidas en la línea de mejora del recurso.

6. CONCLUSIONES

Los bosques de roble albar, tejedas y abedulares caracterizados en esta zona de la cordillera cantábrica leonesa (Bierzo y Laciana), representan un conjunto de formaciones de alto valor ecológico. Aplicado el Índice de Naturalidad, varios de estos rodales seleccionados exhiben rasgos excepcionales de madurez forestal, incluso a escala peninsular, por lo que los parámetros relativos a su estado de conservación pueden servir como variables de referencia para otros espacios.

El análisis de la estructura espacial de la zona de estudio confirma un paisaje mosaicado, heterogéneo y fragmentado, con una moderada cobertura de bosque caducifolio en buen estado de conservación y en el que los parches de hábitat nativo con rasgos actuales o potenciales de madurez representan una mínima fracción de superficie respecto al conjunto del área estudiada.

Se ha analizado la conectividad entre los núcleos con rasgos de madurez forestal del territorio utilizando como elemento indicador a Gnorimus nobilis, una especie representativa de distintos grupos de insectos saproxílicos muy exclusivos y con alto interés de conservación. Las medidas de gestión que se planteen a la luz de estos resultados deberían dar cobertura un amplio espectro de necesidades ecológicas y con ello a la presencia de una mayor variedad de grupos y especies de fauna y flora.

El análisis de los eventos de conexión se establece a menudo desde una perspectiva generalista, donde un corredor es supuestamente objeto de paso para un amplio grupo de especies animales –y/o vegetales-, frecuentemente incluidas en el cortejo de una especie emblemática concreta considerada como "paraguas" para dichos grupos. Sin embargo, cada especie y cada elemento del ecosistema cuentan con requerimientos y limitaciones propias en cuanto a necesidades tróficas, de refugio y capacidad de movimiento. Todo ello condicionará las diferentes formas de relación especie-hábitat en cuanto a aprovechamiento y desplazamiento, de forma que la conectividad para un mismo paisaje estará en función de la especie o especies consideradas.

Un análisis de conectividad que utilice como nodos de dispersión únicamente los ocho rodales monitorizados inicialmente, no permite extraer conclusiones generalizables a escala de la matriz de paisaje estudiada. Son necesarios muchos más espacios funcionales confirmados, bien sea como rodales maduros o bien como teselas de paso.

Estas formaciones se caracterizan por ser contenedoras de una calidad de hábitat óptima o por servir como elementos de paso, contribuyendo al desplazamiento y la conexión de largo plazo (intergeneracional). Además, es necesaria la existencia -inmediata a estos espacios óptimos- de otros hábitats que contribuyan como vía de conexión y desplazamiento a corto plazo (intrageneracional) del individuo adulto y móvil.

Es por tanto necesario el reconocimiento de una complejidad estructural que invita a ampliar la escala focal en la interpretación del entorno, una escala en la que las Unidades Ecológicas de Referencia no están constituidas solo por bosque o solo por pastos, sino que han de ser complejos funcionales de dimensiones (distancias) definidas y que serán, además, distintas para cada especie considerada.

Para garantizar la calidad de las formaciones boscosas maduras así como la conectividad territorial para las especies que las caracterizan, se hace necesaria la identificación de nuevos rodales maduros, la promoción de los potenciales y la restauración de áreas clave para la conexión, sobre todo de las zonas degradadas en la parte central del territorio estudiado.

Sería de alto interés realizar un análisis más amplio que permita detectar los corredores entre bosques maduros a nivel interterritorial de ésta y otras zonas contiguas (resto del territorio castellano-leonés, Asturias, Lugo, etc).

7. AGRADECIMIENTOS

José Atauri, Carlota Martínez y Francisco Rivero, miembros de la FUNDACIÓN GONZÁLEZ BERNÁLDEZ y coordinadores del presente documento, dieron el apoyo necesario en todas las necesidades para llevarlo a cabo.

Nuestro agradecimiento por la información detallada y precisa otorgada por Nuria Ramos, Yolanda Cuevas, Javier Ezquerra y David Cubero que extendemos en conjunto al Servicio de Restauración y Gestión Forestal y de Espacios Naturales de la Dirección General de Patrimonio Natural y Política Forestal y al Servicio Territorial de Medio Ambiente de León, así como a Daniel Pinto de la Fundación Patrimonio Natural (Junta de Castilla y León) y a Elena Blanco y Roberto Rubio de la Fundación CESEFOR (LIFE BACCATA).

Lluís Comas y a Jordi Vayreda, ambos del CREAF, nos prestaron valiosa información para la elaboración de este trabajo.

Alipio García de Celis y Miguel Vizcay aportaron ayuda e información que ha contribuido a mejorar el resultado final.

Klaas Van Dort realizó la aproximación necesaria para la determinación de las comunidades de líquenes reseñadas.

Teresa Garnica y Romina González Musso dieron soporte en la generación de productos necesarios para los apartados de conectividad del paisaje.

Los autores del presente trabajo quieren agradecer especialmente a Toño Nespral y al conjunto de la Asociación A Morteira todo su apoyo logístico e información relativa a los bosques monitorizados.

En este mismo sentido, Mila Suárez y Domingo Calvo, de Pereda de Ancares, nos brindaron su ayuda indispensable durante las prospecciones del trabajo de campo y nos acogieron en tiempos de restricciones a causa de la pandemia del Covid-19.

8. BIBLIOGRAFÍA

AGUADO, L. O.; VIÑUELAS, E. & FERRERES, A. 2016. "Guía de polinizadores de la península ibérica y de los archipiélagos balear y canario". Ediciones Mundiprensa & Syngenta. 450 pg.

AGUADO, L. O. 2018. "Guía de los Coleópteros de Castilla y León". Ed Cálamo. 392 pp.

EUROPEAN COMMISSION. 2007. "Interpretation manual of European Union Habitats – EUR27. DG Environment, European Commission".

EUROPARC-España. 2020. "Red de Rodales de Referencia. Manual técnico". Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.
http://www.redbosques.eu/system/files/shared/REDBOSQUES/B7/RED%20DE%20RODALES%20DE%20REFERENCIA%20final.pdf

GARCIA DE CELIS, A.J; GUERRA VELASCO, J.C.; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, L.C.; 2004. "Los abedulares de la Omaña Alta (León): Notas sobre dinámica vegetal y cambios en el aprovechamiento de los montes". Boletín de la A.G.E. 38: 245-258.

GARCÍA-MARTÍ, X.; ALONSO, A.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ; P.; SCHWENDTNER, O. 2018 "Caracterización y diagnosis del Hábitat Prioritario "Bosques mediterráneos de *Taxus baccata* (9580*)" de la Cordillera Cantábrica en Castilla y León y País Vasco". Proyecto LIFE "Baccata".

PASCUAL-HORTAL, L. & SAURA, S. (2006). Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the priorization of habitat patches and corridors for conservation. Landscape Ecology 21 (7): 959-967.

IZCO, J; AMIGO, J.; GUITIÁN, J. 1986. "Identificación y descripción de los bosques montanos del extremo occidental de la Cordillera Cantábrica". Trab. Comp. Biol. 13: 183-202.

LIFE RedBosques. 2018. "Manual de campo para la identificación de rodales de referencia. Fase II: Identificación mediante parcelas". Ed. Fundación González, Madrid. Proyecto LIFE Redcapacita_2015. Deliverable B3.2. 53 pp.

MARSHALL, P.L., DAVIS, G. y LEMAY, V.M., 2000. "Using Line Intersect Sampling for Coarse Woody Debris". *Forest Research Technical Report*, pp. 37. ISSN 1098-4275. DOI 10.1542/peds.2011-1332.

SAURA, S. & TORNÉ, J. (2009). Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. Environmental Modelling & Software 24: 135-139.

SAURA, S. & RUBIO, L. (2010). A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availabilityand connectivity in the landscape. Ecography 33: 523-537.

SCHWENDTNER, O. & GARCÍA-MARTÍ, X., (2015a – 2016b). "Asistencia Técnica para elaborar y aplicar una metodología de identificación y caracterización de rodales forestales maduros-viejos aplicable en 16 HIC's de la Comunidad Autónoma de Aragón". BiomaForestal. Informe inédito.