

CONDICIONES REGULADORAS TÉCNICAS

Se detallan a continuación las Condiciones Reguladoras Técnicas de servicio PROSPECCIÓN DE BOSQUES MADUROS Y DE ALTO VALOR ECOLÓGICO DE HAYEDOS EN 2500 HA DE LA ZEC DE RONCESVALLES-SELVA DE IRATI (ES0000126) MEDIANTE EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍA LIDAR Y TELEDETECCIÓN. PROYECTO EFA 088/01 RED-BIO. De existir contradicciones entre las Condiciones Reguladoras Jurídicas y Económicas y las Condiciones Reguladoras Técnicas prevalecerá lo previsto en las primeras.

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Este estudio se enmarca dentro del Proyecto RED-BIO POCTEFA, de “Conciliar Espacios Naturales y Sociedad, en el ámbito de los Pirineos”, en la acción 3.2 “Planificar e implementar un conjunto de acciones concretas en los territorios para promover una mayor continuidad espacial de la red BAVE” y más concretamente en la acción 3.2.1. “Acciones de diagnóstico e inventario de BAVE sobre sectores identificados en 3.1.1 o que ya se han podido identificar por el pasado”. Esta acción tiene como objetivo general no solo identificar, sino caracterizar las diversas redes ecológicas de bosques de alto valor ecológico (en adelante BAVE) y sus corredores en los territorios implicados y sitios piloto seleccionados. Se buscará el uso de nuevas herramientas como el LiDAR y la teledetección.

Los bosques de Alto Valor Ecológico (BAVE) son los últimos testigos de una evolución casi natural de nuestros territorios y un reto para la preservación de la biodiversidad europea. Constituyen espacios con gran valor patrimonial y al mismo tiempo nos proporcionan servicios ecosistémicos como la protección del suelo y el control hídrico. Su caracterización requiere un consenso, en base a conocimientos científicos sólidos, entre los diferentes actores encargados de su gestión y su preservación para alcanzar una aceptación compartida sobre su interés y su consideración dentro de los instrumentos de planificación de los territorios europeos.

El proyecto RED-BIO plantea:

- Caracterizar los bosques de Alto Valor Ecológico a escala de los territorios pirenaicos implicados (basándose en trabajos existentes) así como la conectividad entre estas reservas de biodiversidad para permitir el buen funcionamiento de procesos ecológicos que tienen lugar.
- Ser un apoyo para la toma de decisiones de los gestores, propietarios e instituciones con respecto a la gestión de estas zonas forestales y corredores ecológicos que los conectan.

- Desarrollar una red de “espacios demostrativos” que serán la base para dinamizaciones territoriales y sensibilización específica sobre la importancia de la gestión/conservación de esta infraestructura verde pirenaica.

La zona piloto seleccionada para la elaboración de este trabajo se sitúa en el ZEC Roncesvalles – Selva de Irati (ES0000126). Este espacio cuenta con un Plan de Gestión, actualmente en periodo de revisión, con una propuesta de acciones, así como normativa y directrices dirigidas al cumplimiento de varios objetivos de conservación.

En la ZEC, el bosque predominante es el hayedo, que es la formación objeto de este estudio. Hay diferentes hábitats de hayedos en la ZEC con diferente estructura y textura.

Nombre fitosociológico	Nombre común	Nombre código de la directiva	Código Hábitat	THIC	Interés	Sup. (Ha)	% ZEC
Scillo lilio-hyacinthi-Fagetum sylvaticae facies de Pinus sylvestris	Pinares secundarios de hayedos basófilos y ombrófilos pirenaicos		811010b			153.79	0.85
Carici sylvaticae-Fagetum sylvaticae	Hayedos basófilos y ombrófilos cantábricos		811013			766.12	4.24
Festuco altissimae-Abietetum albae	Abetales altimontanos basófilos		811014			825.94	4.57
Scillo lilio-hyacinthi-Fagetum sylvaticae	Hayedos basófilos y ombrófilos pirenaicos	Hayedos del Asperulo-Fagetum	811015	9130	1	5407.99	29.92
Saxifrago hirsutae-Fagetum sylvaticae	Hayedos acidófilos cantábricos	Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de Ilex y a veces de Taxus (Quercion roburi-petraeae o Ilici-Fagenion)	812014	9120	1	4707.29	26.04

Hayedos acidófilos cantábricos

Este tipo de hayedos ocupan la mayor parte de Monte Aezkoa y la parte más oriental del Monte de La Cuestión; de manera puntual se extienden hacia el este, en Abodi. Llegan por el oeste hasta Ortanzurieta y Txangoa y penetran en término de Luzaide-Valcarlos y de Orreaga-Roncesvalles, en Basajaunberro, en lo que constituye el límite suroccidental del LIC.

Se trata de bosques en los que el estrato arbóreo es prácticamente monoespecífico, dominado por el haya, aunque en ciertas áreas, las de menor altitud, es posible encontrar pies dispersos de roble peloso (*Quercus humilis*) o de roble pedunculado (*Q. robur*). En el área del LIC destaca la zona de Luzaide-Valcarlos donde aparecen de manera dispersa roble pedunculado (*Quercus robur*) y serbales de cazadores (*Sorbus aucuparia*). En general, no obstante, estas especies secundarias resultan muy escasas en el interior del hayedo, apareciendo en lugares en los que las condiciones litológicas locales y de humedad les favorecen y limitan al haya, casos en los que pueden formar pequeños rodales.

En el extremo noroccidental del LIC, en Arbanta, en la transición hacia los robledales de *Quercus robur*, y merced en buena parte a una orografía compleja y con grandes

desniveles, se conforma un interesante bosque mixto en el que aparecen, además de hayas y robles pedunculados, abedules, castaños (*Castanea sativa*), álamos temblones (*Populus tremula*), cerezos (*Prunus avium*), alisos (*Alnus glutinosa*), etc.

Hayedos basófilos cantábricos

Se desarrollan sobre suelos entre neutros y básicos. Ocupan los parajes de Sobar, Idopil y Ursario, al norte de Monte Aezkoa y también Askazubi o Askazubia, en el entorno del Irati, a partir del pantano. Puede formar mosaico con los hayedos de la asociación *Saxifraga hirsutae-Fagetum* en áreas con suelo profundo cuando se produce un lavado de bases.

Uno de los ejemplos más representativos de este tipo de hayedo se encuentra en el karst de Mendilatz, en el ámbito de la Reserva Natural del mismo nombre (RN-6).

Con respecto a los hayedos acidófilos, los basófilos presentan generalmente una mayor diversidad específica, fundamentalmente de herbáceas. Entre ellas cabe mencionar a: *Anemone nemorosa*, *Isopyrum thalictroides*, *Helleborus occidentalis*, *Euphorbia dulcis*, *Athyrium filix-femina*, *Melica uniflora*, *Carex sylvatica*, etc.

Hayedos basófilos pirenaicos

Estos hayedos se desarrollan sobre suelos ricos en bases –calizas, margas o flysh- de la parte del LIC con más influencia pirenaica. Ocupan la práctica totalidad de Monte Irati de Salazar y buena parte del de La Cuestión, llegando hasta Zabaleta. Los hayedos pirenaicos basófilos se restringen en Navarra a las cabeceras de los valles de Roncal y Salazar y a la parte nororiental de la de Aezkoa.

Se caracterizan por la presencia más o menos dispersa de pies de abetos (*Abies alba*), lo que confiere a estos hábitats una fisionomía característica de hayedo-abetal. En determinadas masas es frecuente también la presencia de pino royo (*Pinus sylvestris*), el cual coloniza los claros de los hayedos tras las labores selvícolas. Es precisamente la presencia de algunas especies de carácter continental como son *Abies alba*, *Pinus sylvestris* y *Cardamine heptaphylla* lo que diferencia a estos hayedos de los atlánticos.

Uno de los ejemplos más representativos de este tipo de bosques se encuentra en la Reserva Integral de Lizarzoia (RI-1).

2. DIRECCIÓN TÉCNICA

La Dirección Técnica estará formada por un técnico designado por el Servicio de Conservación de la Biodiversidad y otro designado por GESTIÓN AMBIENTAL DE NAVARRA. Ambos tendrán la titulación adecuada y suficiente y serán directamente responsables de la dirección, comprobación y vigilancia de la correcta realización de los trabajos contratados.

La Dirección Técnica podrá contar para el desempeño de sus funciones, con colaboradores a sus órdenes, que desarrollarán su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales, o de sus conocimientos específicos, integrando todos ellos la "Dirección Técnica".

Funciones de la Dirección Técnica:

La Dirección Técnica, desempeñará una función coordinadora y establecerá los criterios y líneas de la actuación del Adjudicatario en el caso en el que estas no se encuentren recogidas ya en el presente pliego de condiciones.

La Dirección Técnica se encargará de requerir del adjudicatario el cumplimiento de lo establecido en la oferta del adjudicatario para que se ajuste a la oferta que haya presentado.

La Dirección Técnica se encargará de recopilar y aportar la información existente tanto en Gestión Ambiental de Navarra como en los distintos Departamentos del Gobierno de Navarra.

La Dirección Técnica, en caso de ser necesario, se ocupará de coordinar la solicitud de los permisos necesarios para la ejecución de los distintos trabajos.

La Dirección Técnica deberá de validar los programas de trabajos específicos señalados para la realización de las tareas descritas en LA DEFINICIÓN BÁSICA DE LOS TRABAJOS.

3. OBJETO DEL TRABAJO

Objetivo global de esta acción es avanzar en la obtención de metodologías para la identificación de Bosques Maduros o de Alto Valor Ecológico (BAVE), en este caso de hayedos, en la Comunidad Foral de Navarra.

Trabajos concretos a realizar

- Desarrollo de una metodología de caracterización de bosques, en concreto hayedos, con imágenes Sentinel 2 / Copernicus. En concreto se realizará una clasificación supervisada para obtener los hayedos de la zona de estudio y se calculará diferentes de índices en las diferentes estaciones del año tras una selección cuales de los índices pueden ser mejor para caracterizar bosques. Se comparará los hayedos resultantes de la clasificación supervisada con el mapa de hábitats entregada por GAN-NIK y en concordancia con técnicos de GAN-NIK se decide cuál de las dos fuentes es más apto para definir los hayedos de la zona de estudio.
- Obtención de un mapa de la clasificación supervisada y un mapa por índice calculado.

- Aplicación de la metodología LiDAR desarrollada en el proyecto CONECTFOR para la identificación de los BAVE en este caso sobre bosques de haya (*Fagus sylvatica*) en la ZEC de Roncesvalles-Selva de Irati (ES0000126) que en su totalidad suman aproximadamente unos 2500ha.
- Para el desarrollo de una metodología apta se evaluará la utilización de los diferentes vuelos LiDAR del 2011/12 y 2017.
- Automatización de los análisis puesto que puede tratarse de un elevado número de ficheros LiDAR *.las.
- Obtención de un mapa por vuelo LiDAR que diferencia los posibles BAVEs resultantes del análisis y masas homogéneas y mapas por variable calculado.

4. LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

La zona piloto para la elaboración de este estudio está situada en la ZEC ES0000126 Roncesvalles-Selva de Irati.

La superficie de la zona de estudio será de aproximadamente 2.500 ha. El objetivo de este estudio es identificar los BAVE que se encuentran en este territorio.

La zona de estudio comprende bosques de haya que se seleccionará con antelación a este mismo proyecto en la acción 3.1 del proyecto RED-BIO.

5. DEFINICIÓN BÁSICA DE LOS TRABAJOS

5.1. Metodología general

El adjudicatario deberá aplicar la metodología de trabajo elaborada entre los socios del Proyecto CONECTFOR.

La metodología empleada deberá coordinarse con la dirección técnica de GAN-NIK y deberá especificar claramente los métodos a llevar a cabo para la identificación de los BAVE.

5.2. Calendario de trabajo

El estudio se realizará en lo que queda del 2024 hasta el 28/02/2025.

La empresa adjudicataria también deberá señalar en su propuesta el calendario con los trabajos a realizar. El trabajo se realizará en cuatro fases:

- Fase de análisis de la bibliografía existente, de familiarización con los diferentes datos LiDAR, imágenes Sentinel 2 y otros geodatos proporcionados por la empresa GAN-NIK.
- Fase de análisis Sentinel 2 / Copernicus (clasificación para obtener los hayedos y aplicación de diferentes índices para la caracterización de bosques).
- Fase de análisis LiDAR 2011/12 y 2017 (aplicación de la metodología CONECTFOR)
- Fase de validación de los resultados de localizaciones de BAVes del análisis LiDAR con aquellas que son facilitados por GAN-NIK.

5.3. Metodología en detalle: Trabajos a realizar

▪ Fase preparatoria

- Reunión para la definición de las zonas a analizar (posibilidad telemática)

▪ Revisión bibliográfica

Se realizará una revisión bibliográfica general de metodología LiDAR y Teledetección para la prospección de BAVes y en concreto de la metodología aplicada en el proyecto CONECTFOR. Se recopila en una base de datos aquella bibliografía relevante para obtención de BAVes mediante LiDAR y Teledetección.

▪ Zona de trabajo

Se transmiten a la empresa adjudicada las zonas a trabajar con una superficie total de aproximadamente 2500ha de hayedo y de la medida de lo posible se utiliza capas cartográficas y la información de personal experto y conocedor de la zona con el fin de hacer una preselección de aquellas masas (rodales) que a priori, podrían ser BAVes y luego serán validados en el proceso de análisis (personal GAN-NIK, guarderio etc.).

Esta primera selección tendrá como resultado una cartografía sobre la que se aplicará la metodología LiDAR y Teledetección.

▪ Análisis Teledetección

Se realiza una clasificación supervisada de los 2500ha de la zona de estudio con el fin de obtener los hayedos de la zona.

En un segundo paso se calcula todos aquellos índices que pueden ser de utilidad para una caracterización boscosa y en concreto para discriminar BAVes.

▪ Definición de hayedos

Se celebra una reunión (posibilidad telemática) que presenta los hayedos resultantes de la clasificación supervisada y su comparación con los hayedos de los datos de hábitats. En esta

reunión se decide cuál de las dos fuentes se utiliza para la definición de los hayedos para el análisis LiDAR.

▪ **Análisis LiDAR**

En el proyecto CONECTFOR el CREAM ha desarrollado una metodología para encontrar BAVES potenciales en dos espacios naturales de Cataluña. En el proyecto RED-BIO se quiere adaptar esta metodología a una zona de aprox. 2500ha de la ZEC de Roncesvalles-Selva de Irati (ES0000126) en bosques de hayedos.

- Se realizará una reunión con la dirección técnica para consensuar la metodología de análisis LiDAR (posibilidad telemática)

Dos diferentes vuelos LiDAR:

Se llevará a cabo el análisis LiDAR con los datos de los dos vuelos realizados en Navarra hasta la fecha cada uno por separado: Vuelo 2011/12 y 2017. Los dos vuelos tienen diferentes características. El vuelo del 2011/12 tiene 1 pto/m² y el vuelo 2017 tiene 10pto/m². Otro punto importante es la realización del vuelo del 2017 a finales de verano con toda masa foliar.

Cálculo de variables:

Los variables relacionados con estructuras forestales que se analizará con las imágenes LiDAR son:

- *Altura media: Altura media de los 1º retornos por encima de 5m*
- *Coeficiente de variación de altura (heterogeneidad vertical): Desviación estándar de la altura / Promedio de la altura*
- *Rugosidad (heterogeneidad horizontal): Alturas máximas de cada celda respecto a las celdas colindantes.*

2 variables discriminatorias:

- *Fracción de cabida cubierta (FCC): Número de 1º retornos por encima de 3 o 5 (a definir la más óptima para hayedos) metros / Número total de 1º retornos*
- *Biovolumen: FCC x Altura media*

Se utiliza solamente los primeros retornos y por encima de un umbral a definir sobre el suelo para evitar el sotobosque. Este umbral será facilitado por GAN-NIK.

Resolución del ráster de cálculos: 20 metros

Matriz de correlación:

Para saber posibles correlaciones entre los variables calculados se calcula una matriz de correlación.

Ponderación:

Además, se asigna un peso a las variables que será lo siguiente:

Coeficiente de variación (COV)	Altura media (Hmean)	Rugosidad	Valor índice BAVE
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	2
0	0	1	2
1	0	1	3
0	1	1	3
1	1	0	4
1	1	1	5

Fuente ("Metodología LiDAR para caracterizar los BAVE y la matriz conectora". 2002. ppt CREAM)

Cálculo del índice BAVE:

Solamente aquellas celdas del ráster de 20x20m que contienen una FCC con percentil $\Rightarrow$ 70% entran en el cálculo del índice BAVE.

Se crea rásteres de cada variable y se puntúa con un 1 cuándo los percentiles son $\geq$ 70%.

- Altura media $\geq$ 70%
- Coeficiente de variación (heterogeneidad vertical) $\geq$ 70%
- Rugosidad (heterogeneidad horizontal) $\geq$ 70%

Cálculo del índice de masas homogéneas:

Solamente aquellas celdas del ráster de 20x20m que contienen un Biovolumen con percentil $\Rightarrow$ 70% entran en el cálculo del índice de masas homogéneas.

Se crea rásteres de cada variable y se puntúa con un 1 cuándo los percentiles son $\leq$ 30%.

- Coeficiente de variación (heterogeneidad vertical) $\leq$ 30%.
- Rugosidad (heterogeneidad horizontal) $\leq$ 30%.

A partir del índice BAVE se ejecuta un clustering. Un posible método puede ser el estadístico Gi* de Getis-Ord. En este análisis se compara cada celda con sus vecinos y con el resto de valores del área de estudio. Aquellas celdas que destacan están agrupadas a llamados Hotspots. Los BAVEs serán aquellas agrupaciones que tienen valores altos y estadísticamente significativos (hotspots).

Se dará puntuación si se automatiza el proceso de análisis para poder procesar una gran cantidad de ficheros LiDAR a la vez.

- **Fase de obtención de resultados análisis LiDAR**

Los resultados obtenidos deben servir de base para facilitar la búsqueda de BAVEs de la actividad de “Inventario y caracterización de BAVE en Espacios Naturales Protegidos y Espacio Red Natura 2000 en Navarra” (Actividad 3.2) durante el año 2025.

No deberían elegirse rodales menores de 0,5 ha por su dudosa viabilidad para albergar todos los procesos ecológicos asociados a los bosques viejos.

- **Fase de validación de los resultados análisis LiDAR.**

Se realizará una validación con BAVEs que GAN-NIK había localizado en campo para evaluar si el método puede llegar a ser apto para zonas de hayedo.

Se realizará una reunión para ver los resultados obtenidos del análisis LiDAR.

- **Redacción de informe:**

- El adjudicatario deberá realizar un informe final con la metodología detallada del proceso, de los resultados del cálculo LiDAR, que incluya la cartografía correspondiente a los diferentes pasos del proceso metodológico (variables individuales, diferentes índices), los resultados de los clústeres de BAVEs identificados y de las masas homogéneas más cartografía del conjunto de la zona con los resultados (BAVEs y masas homogéneas). El informe incluye además la cartografía resultante del análisis de clasificación supervisada de imágenes Sentinel 2 y de los diferentes índices calculados.

Los documentos finales deberán contar con un resumen publicable. Además, deberá presentarse un resumen de una extensión máxima de un folio escrito, por un lado. Este resumen de un folio deberá presentarse en tres idiomas: francés, euskera y castellano.

La fecha límite de entrega del informe será el **28/02/2025**.

6. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONTRATACIÓN DE UN EQUIPO EXTERNO.

El objetivo de esta acción del estudio **Prospección de Bosques Maduros y de Alto Valor Ecológico de Hayedos en 2500ha de la ZEC Roncesvalles-Selva de Irati (ES0000126)**

mediante el desarrollo de tecnología LiDAR y Teledetección implica una dedicación importante de personal especializado durante un largo periodo, por lo que es preciso proceder a la contratación externa de los trabajos. Así se contempla dentro de la aprobación de la propuesta por parte de POCTEFA.

7. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS DEL POCTEFA

El proyecto **RED-BIO** se enmarca dentro de la convocatoria **FEDER POCTEFA 2021-2027** y los trabajos objeto de contratación serán cofinanciados por el citado programa con fondos comunitarios **FEDER al 65%**.

8. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los formatos de los documentos serán consensuados con la Dirección Técnica.

La presentación del informe final se ajustará a los siguientes criterios generales:

DOCUMENTACIÓN EN PAPEL

- Se confeccionarán 2 ejemplares; cada ejemplar se presentará dentro de una caja general, que preverá procedimientos sencillos y rápidos de acceso a cualquier documento determinado.
- Se deberá elaborar y entregar un resumen divulgativo del trabajo realizado y sus resultados para incluirlo en la página web del proyecto EFA 088/01 RED-BIO
- La documentación presentada deberá incluir los logos de Gestión Ambiental de Navarra, Gobierno de Navarra y los requeridos por el Proyecto EFA 088/01 RED-BIO

DOCUMENTACIÓN DIGITAL

- Toda la documentación se presentará en soporte magnético (memoria, planos, datos y geodatos, anexos, fotografías, figuras etc.) en formato original que permita cualquier reproducción total o parcial, con la calidad suficiente, por procedimientos reprográficos convencionales y en pdf, para su rápida difusión y reproducción.
- Se entrega la información necesaria para poder reproducir el proceso en caso de actualizaciones (apuntes metodológicos, scripts de programación, recopilación de comandos etc.)
- En el caso de geodatos se entrega la siguiente información (rásteres de variables, rásteres de cálculo de índices individuales, rásteres de clústeres, rásteres finales de resultados LiDAR, vectores de verdad terreno, rásteres de clasificación supervisada y rásteres de índices calculados a partir de imágenes Sentinel 2 y otra información vectorial y ráster que se crea conveniente) preferentemente compatibles con QGIS.

- En caso de planos se entregarán en formato de imagen y pdf y se entrega el proyecto o los proyectos QGIS.
- En el caso de las fotografías, gráficos o figuras incluidas en el informe se incluirán los archivos originales en formato jpg o similar, con una calidad suficiente para su reproducción.
- Las tablas insertadas en el documento deberán ser aportadas separadamente en formato tabla.
- Se entregarán dos copias del trabajo en soporte informático.
- Los ficheros fuente de las aplicaciones generadas se entregarán a las administraciones totalmente abiertas y documentadas, de tal modo que puedan ser modificados por la Dirección técnica cuando lo consideren conveniente. Los no adecuados deberán convertirse a cargo del adjudicatario a los formatos indicados por la Dirección Técnica.
- GAN-NIK dispone de los siguientes programas: Microsoft OFFICE Profesional 2010, QGIS, ArcGIS Desktop, Globalmapper (versión 20) con módulo LiDAR y AdobeAcrobat.
- El documento final se presentará en formato WORD y el de síntesis en formato POWERPOINT.
- El índice de la memoria tanto en formato WORD como en formato PDF deberá estar hipervinculado.
- El soporte informático tendrá un fichero informativo que proporcione una breve descripción, tanto de la organización del mismo como del resto de los ficheros. Especialmente los geodatos entregados (rásteres, ficheros vectoriales) deben estar descritos aquí. Asimismo, incluirá un sistema de acceso rápido a cualquier documento. En este sentido, se hace especial hincapié en la ordenación de la información digital y en la facilidad de localización y suministro de archivos.
- A la recepción del trabajo definitivo la Dirección Técnica procederá a su examen y a la comunicación de la aceptación si procede, o a la petición al adjudicatario para que introduzca las modificaciones que consideren oportunos. Si durante las fases posteriores al trabajo, incluso aunque se haya procedido a la aceptación del mismo, se observasen carencias (por ejemplo, inexistencia archivos necesarios), estas deberán ser subsanadas sin coste añadido alguno para la Dirección técnica.

ANEXO IV

SOLVENCIA TÉCNICA DEL ADJUDICATARIO SERVICIOS REALIZADOS

TRABAJOS REALIZADOS (naturaleza similar a este proyecto)	FECHAS	LUGAR	IMPORTE, ENTIDAD DE CONTACTO Y TFNO