



MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

ANEXO VI

CLUSTER EÓLICO “HERNANI” Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

***EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE VILLABONA,
ANDOAIN, URNIETA Y HERNANI (GUIPÚZCOA)***

AGOSTO 2026

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	OBJETO	1
2.	PETICIONARIO	2
3.	EMPRESA DESARROLLADORA DEL PROYECTO	3
4.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
4.1	UBICACIÓN	3
4.1.1	PARQUE EÓLICO	3
4.1.2	LÍNEA DE EVACUACIÓN	4
4.1.3	SUBESTACIÓN DE EVACUACIÓN	5
4.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	5
4.3	VIALES Y ACCESOS	6
4.4	LÍNEAS ELÉCTRICAS DE EVACUACIÓN	7
5.	AFECCIONES DERIVADAS DE LA ACTUACIÓN	8
5.1	EFFECTOS SOBRE LA ATMÓSFERA.....	8
5.2	EFFECTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO	8
5.3	EFFECTOS SOBRE LA GEOMORFOLOGÍA Y EL SUELO	9
5.4	EFFECTOS SOBRE LA HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	9
5.5	EFFECTOS SOBRE LA FLORA Y HÁBITATS.....	10
5.6	EFFECTOS SOBRE LA FAUNA	11
5.7	EFFECTOS SOBRE ÁREAS DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA.....	12
5.8	EFFECTOS SOBRE EL PAISAJE.....	12
5.9	EFFECTOS SOBRE LA POBLACIÓN Y EL MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	13
5.10	EFFECTOS SOBRE BIENES MATERIALES Y PATRIMONIO CULTURAL	13
6.	MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS	14
6.1	MEDIDAS RELATIVAS A LA ATMÓSFERA	14
6.2	MEDIDAS RELATIVAS A LA GEOMORFOLOGÍA Y SUELO	17
6.3	MEDIDAS RELATIVAS A LA HIDROLOGÍA	21
6.4	MEDIDAS RELATIVAS A LA FLORA Y LOS HÁBITAT	24
6.5	MEDIDAS RELATIVAS A LA FAUNA	28
6.6	MEDIDAS RELATIVAS AL PAISAJE	33
6.7	MEDIDAS RELATIVAS AL PATRIMONIO CULTURAL	37
6.8	MEDIDAS RELATIVAS A MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA	38

6.9	MEDIDAS RELATIVAS AL MEDIO SOCIOECONÓMICO	39
7.	SISTEMAS DE DETECCIÓN Y PARADA AUTOMÁTICA PARA AVIFAUNA - IDENTIFLIGHT.....	41
8.	SISTEMAS DE DETECCIÓN Y PARADA AUTOMÁTICA PARA QUIRÓPTEROS – dtBat 43	
9.	IMPACTOS RESIDUALES. ANÁLISIS PRE Y POST MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS.	45
10.	MEDIDAS COMPENSATORIAS.....	8
11.	PRESUPUESTO DE LAS MEDIDAS ESPECÍFICAS.....	16

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

Las SPV PREMIER ESPF IPAZ HAIZEA, S.L. y PREMIER ESPF IPAZ HAIZEA 2, pretenden instalar dos parques eólicos de 4,99 MW cada uno, compuestos cada uno por un único aerogenerador, dando como resultado dos turbinas en conjunto y una potencia total de 9,98 MW. Estos parques se conectarán a través de líneas subterráneas de alta tensión.

En todos los casos, la energía generada en cada uno de los parques se evacuará a través de líneas aéreo-subterráneas de media tensión de 30 kV, partiendo del Centro de Seccionamiento “Hernani I-II”, hasta las posiciones asignadas en la “SE Hernani”, propiedad de I-DE. Ubicada en el término municipal de Hernani.

Los puntos de medida principal de la energía generada por las instalaciones se encontrarán en cada uno de los aerogeneradores pertenecientes al clúster “Hernani”.

1.2 OBJETO

El presente Documento Ambiental pretende llevar a cabo el análisis y diagnóstico ambiental de la implantación del proyecto Clúster Eólico “Hernani” y su Infraestructura de Evacuación.

Según la normativa estatal, **Ley 21/2013 de Evaluación de Impacto Ambiental**, el proyecto se incluye en el Anexo II “**Proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada**”, Grupo 4. “Industria energética”, epígrafe h, “*Instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos) no incluidos en el anexo I.*”

Es decir, que **no tengan cincuenta o más aerogeneradores**, o que **no tengan más de 30 MW**, o que **no se encuentren a menos de 2 km de otro parque eólico** en funcionamiento, en construcción, con autorización administrativa o con declaración de impacto ambiental”.

Por otra parte la **línea eléctrica** de evacuación también se encuentra en el **Anexo II**. Grupo 4, epígrafe b, *“Construcción de líneas eléctricas (proyectos no incluidos en el anexo I) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, incluidas sus subestaciones asociadas, así como por debajo de los anteriores umbrales cuando cumplan los criterios generales 1 o 2, o no incluyan las medidas preventivas establecidas en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión, o discurren a menos de 200 m de población o de 100 m de viviendas aisladas en alguna parte de su recorrido, salvo que discurren íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado.”*.

En cuanto a la normativa autonómica, **según la Ley 10/2021, de 9 de diciembre (autonómica)**, el proyecto se incluye en el **Anexo II.E Proyectos que deben someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada**, al no tratarse de parques eólicos que tengan 5 o más aerogeneradores con una potencia total igual o superior a 10 MW ni parques eólicos que se sitúen a menos de 2 km de otro parque eólico.

2. PETICIONARIO

El clúster eólico “Hernani” se compone de dos parques eólicos, compuestos cada uno por un aerogenerador, motivado por los permisos de conexión de cada uno. En la siguiente tabla se recogen las denominaciones de los parques y sus sociedades vehiculares (SPV), aunque su evaluación se llevará en conjunto:

NOMBRE	POTENCIA	SOCIEDAD	CIF
Hernani I	4,99 MW	PREMIER ESPF IPAZ HAIZEA S.L.	B13957600
Hernani II	4,99 MW	PREMIER ESPF IPAZ HAIZEA 2 S.L.	B56199482

Tabla 1. *Parques eólicos y sus SPV. Fuente propia.*

Estas sociedades tienen domicilio social en Pedro de Asua Kalea, 69 – 73 BJ, 01008, Vitoria-Gasteiz.

3. EMPRESA DESARROLLADORA DEL PROYECTO

Desarrolla el proyecto PREMIER ENGINEERING AND PROCUREMENT S.L., con CIF B99441453 domiciliada en Calle Osca, nº1, planta 4º, oficina 6-7-8, Polígono Industrial PLAZA, 50197 Zaragoza.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 UBICACIÓN

4.1.1 PARQUE EÓLICO

Para delimitar la ubicación de los proyectos, se propone una poligonal localizada en los municipios de Ibarra, Tolosa y Villabona (Provincia de Guipúzcoa).

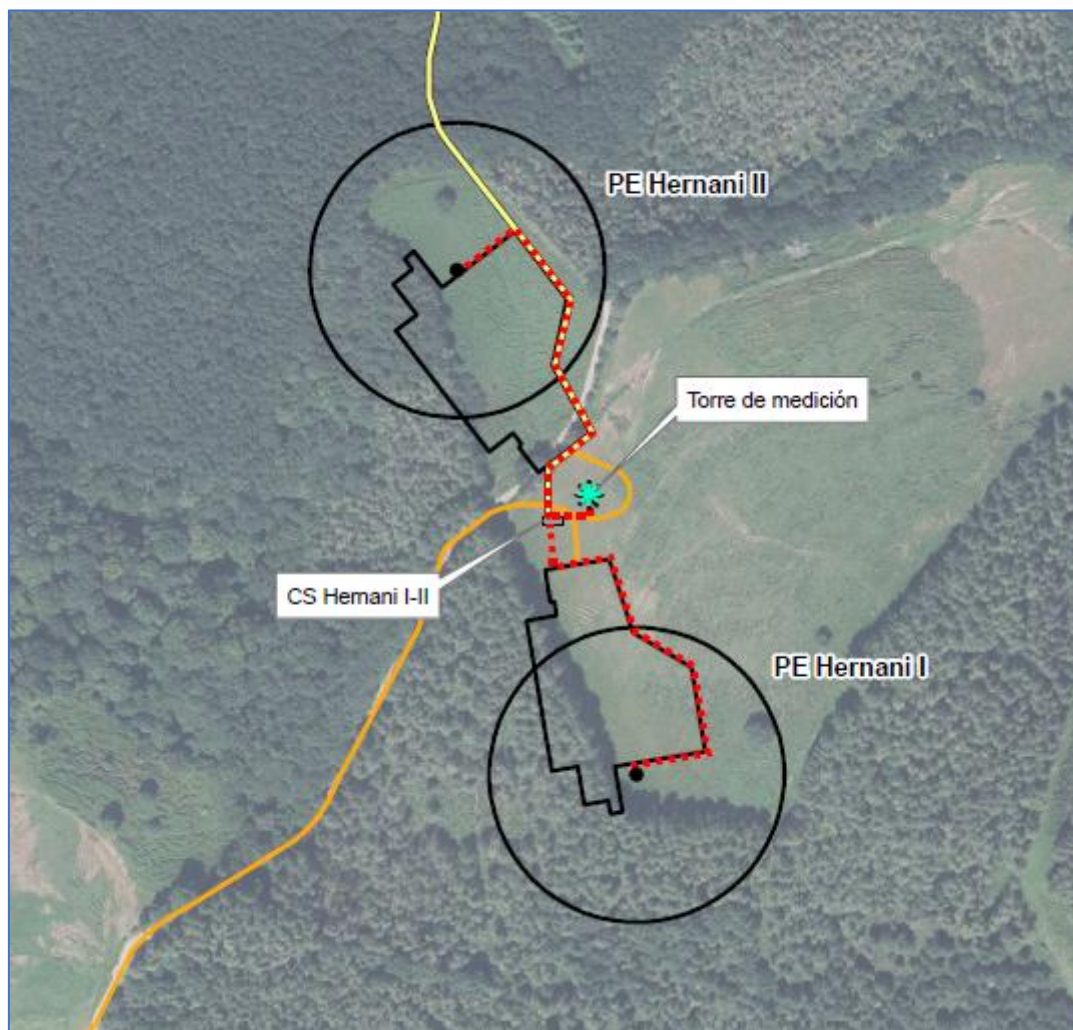


Figura 1. Localización de la poligonal del parque eólico objeto de estudio. Fuente propia.

Dentro de la poligonal se localizan los dos aerogeneradores, cuyas coordenadas se muestran en la siguiente tabla:

POSICIONES DE LOS AEROGENERADORES (ETRS89 Huso 30)		
NOMBRE	X	Y
Hernani I	579264	4781212
Hernani II	579176	4781460

Tabla 2. Coordenadas y nomenclatura de los aerogeneradores proyectados. Fuente propia.

4.1.2 LÍNEA DE EVACUACIÓN

Los aerogeneradores estarán conectados al primer Centro de Seccionamiento (CS) mediante ramales subterráneos. La evacuación se llevará a cabo mediante una línea aéreo-subterránea de 30 kV que discurrirá durante 11.509 m por los municipios de Villabona, Andoain, Urnieta y Hernani.

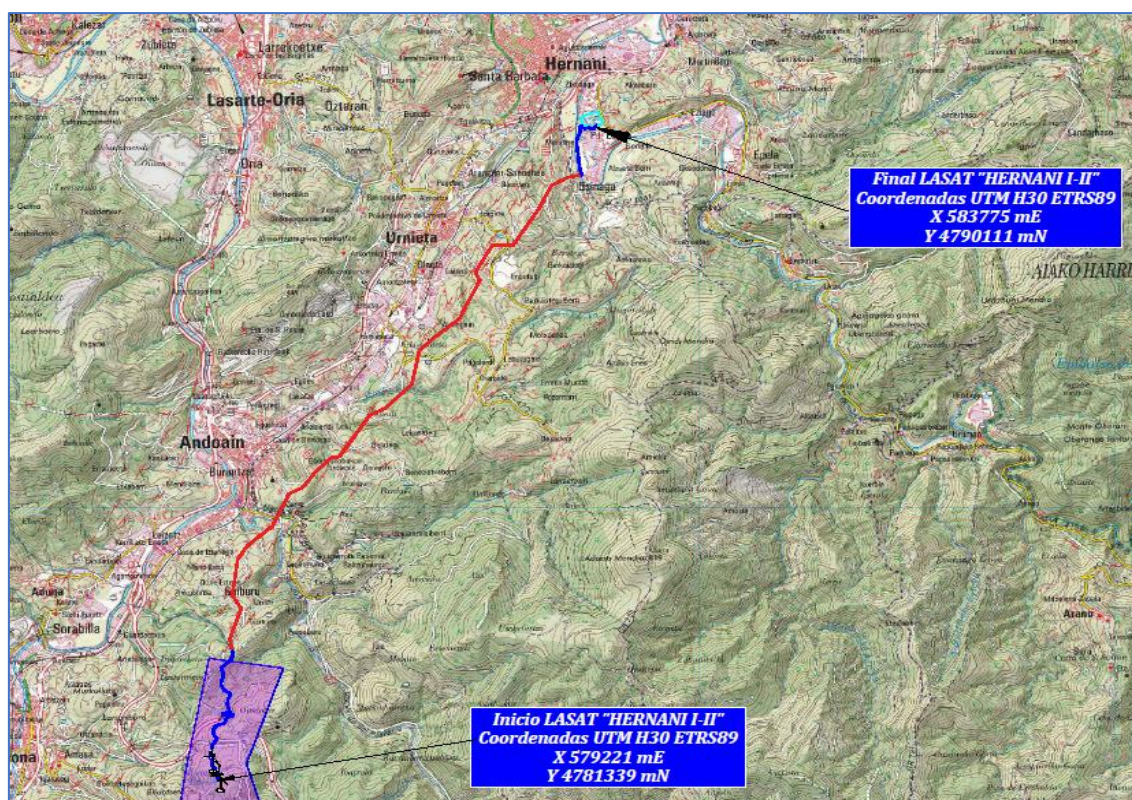


Figura 2. Evacuación del proyecto sobre mapa base

4.1.3 SUBESTACIÓN DE EVACUACIÓN

La energía generada ha de ser evacuada hasta una subestación transformadora (SET) elevadora a través de una línea de alta tensión. En este caso se evacuará a la SET HERNANI, en el término municipal de Hernani.

4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

En este caso se ha optado por elegir unos aerogeneradores de la marca Siemens y modelo SG 5.0-145, con guiñada activa y rotor de tres palas. Este modelo de aerogenerador tiene las siguientes especificaciones técnicas del **rotor**:

ROTOR SIEMENS Gamesa SG 5.0-145	
Diametro	145 m
Área de barrido	16,513 m ²
Velocidad, rango de operación dinámica	3 -27 rpm
Dirección rotacional	En el sentido horario (dirección frontal)
Orientación	Contra el viento

Tabla 3. Datos técnicos del rotor. Fuente: SIEMENS Gamesa

PALAS SIEMENS Gamesa SG 5.0-145	
Longitud de las palas	71

Tabla 4. Datos técnicos de las palas. Fuente: SIEMENS Gamesa

En este caso el **buje** es de tipo de carcasa de bola fabricado con hierro fundido, de manera que sea capaz de sujetar las palas y transferir las fuerzas de reacción junto con el par al eje principal.

El **multiplicador**, que convierte la rotación del rotor en rotación del generador tiene las siguientes características técnicas:

MULTIPLICADOR Gamesa SG 5.0-145	
Tipo	2 etapas planetarias
Material del recubrimiento de los engranajes	Metálico de fundición

MULTIPLICADOR Gamesa SG 5.0-145	
Sistema de lubricación	Lubricación con aceite a presión
Volumen de aceite total	900-1100 l

Tabla 5. Datos técnicos del multiplicador. Fuente: SIEMENS Gamesa

El **generador** que monta este tipo de aerogenerador es trifásico de imanes permanentes conectado a la red a través de un convertidor. La carcasa que recubre el generador permite la circulación del aire y además se refuerza la refrigeración del calor generado por las pérdidas mediante un intercambiador aire-agua. Se pueden consultar sus características técnicas en la siguiente tabla:

GENERADOR Gamesa SG 5.0-145	
Tipo	Generador asíncrono
Potencia nominal	Hasta 5000 kW
Rango de frecuencia	50-60 Hz
Voltaje, estator	690 V
Rango de velocidad operacional	0-420 rpm
Límite de exceso de velocidad	660 rpm

Tabla 6. Datos técnicos del generador. Fuente: SIEMENS Gamesa

El **fuste** o torre que pretende utilizarse es de tipo tubular de acero / híbrido, la cual consta de varias secciones, según la altura necesaria.

4.3 VIALES Y ACCESOS

Se han previsto una serie de viales para dar acceso a los aerogeneradores proyectados, procurando minimizar las afecciones a los terrenos anexos. Para esto se ha procurado trazar los caminos de acceso sobre caminos existentes, minimizando la apertura de nuevos viales.

Los viales deben de cumplir unas especificaciones mínimas marcadas por el fabricante de los aerogeneradores.

El acceso a los Parques Eólicos “Hernani I” y “Hernani II” es sencillo y conveniente, gracias a su proximidad a las principales carreteras que rodean la población de Villabona, como la **N-1** y la **A-15**. Estas vías principales conectan San Sebastián con otras ciudades clave del norte y centro de España, lo que resulta fundamental para el suministro eficiente de materiales.

4.4 LÍNEAS ELÉCTRICAS DE EVACUACIÓN

La energía generada en los parques eólicos “Hernani I” y “Hernani II” se evacuará mediante líneas eléctricas subterráneas y aéreo-subterránea de media tensión en 30 kV o ramales, hasta el primer centro de seccionamiento (CS).

En concreto, habrá dos ramales de media tensión que conectarán cada uno de los parques con la CS “Hernani I-II”. El “Ramal I” evacúa la energía generada en el parque eólico “Hernani I” hasta el centro de seccionamiento “CS”. La línea presenta una sección del conductor de 150 mm², con una longitud de 207 metros.

El “Ramal II” transporta la energía generada en el parque eólico “Hernani II” hasta el CS. Su sección del conductor también es de 150 mm², con una longitud de 204 metros.

Desde dicho CS “Hernani I-II”, se evacuará la energía de ambos PE mediante la línea aéreo-subterránea hasta llegar a la subestación Hernani (30kV) propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes ubicada en el término municipal de Hernani. Esta línea tendrá una longitud de unos 11.509 metros en total. se distribuye entre los municipios Villabona, Andoain, Urnieta y Hernani.

5. AFECCIONES DERIVADAS DE LA ACTUACIÓN

La construcción de esta obra afectará diversas áreas, dentro de estas podemos mencionar las aguas, la avifauna, la vegetación, los suelos, residuos, suelos, paisaje y el aire. A continuación, se recoge un resumen de las posibles afecciones a estas áreas consideradas relevantes.

5.1 EFECTOS SOBRE LA ATMÓSFERA

Durante la fase de construcción del proyecto, se prevé un aumento significativo en la emisión de polvo y gases, resultado de diversas actividades como la adecuación de terrenos, el movimiento de tierras, la excavación de zanjas y la circulación de maquinaria pesada. Asimismo, la instalación de los aerogeneradores y otros componentes de la infraestructura contribuirá a este incremento. Sin embargo, en la fase de operación, las emisiones se limitarán principalmente a las generadas por los vehículos utilizados en el mantenimiento del parque eólico.

En relación con el nivel de ruidos y vibraciones, estos fenómenos también se intensificarán durante la fase de obra, especialmente durante el movimiento de tierras y el ensamblaje de los aerogeneradores. Aunque en la fase de explotación se producirán ruidos ocasionados por labores de mantenimiento —que se llevarán a cabo de manera poco frecuente—, el funcionamiento del parque en sí no generará niveles significativos de ruido. Es relevante mencionar que los aerogeneradores en operación producen ruidos aerodinámicos y mecánicos, aunque estos no alcanzarán niveles que excedan los límites establecidos por la normativa vigente. Adicionalmente, para cumplir con las regulaciones de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), se implementarán medidas de señalización lumínica conforme a las directrices especificadas en la guía pertinente para la señalización e iluminación de turbinas y parques eólicos.

5.2 EFECTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

La propia actividad del parque eólico va a producir un efecto positivo sobre el cambio climático ya que se está promoviendo el uso de energías renovables, lo que contribuye a reducir las emisiones de CO₂.

5.3 EFECTOS SOBRE LA GEOMORFOLOGÍA Y EL SUELO

La alteración de la geología puede producirse en las localizaciones de los aerogeneradores para la instalación de su zapata, así como en algunas de las adecuaciones necesarias de los accesos.

Durante la fase de construcción, se espera un impacto en el suelo debido a los movimientos de tierra, lo que podría causar una ligera modificación de la morfología natural y un aumento en la compactación y erosión del suelo. En la fase de operación, la ocupación permanente del terreno puede alterar la escorrentía superficial y aumentar la erosión, aunque estos riesgos se pueden mitigar con un adecuado estudio topográfico y un diseño efectivo de drenaje.

La calidad del suelo también puede verse afectada por vertidos accidentales de hidrocarburos de maquinaria y vehículos, por lo que es fundamental un mantenimiento correcto en talleres especializados. Aunque los vertidos de aceites sintéticos podrían ocurrir durante la explotación, un buen mantenimiento puede reducir significativamente esta probabilidad. Implementar medidas como la impermeabilización del parque de maquinaria ayudará a minimizar riesgos.

5.4 EFECTOS SOBRE LA HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

Durante la fase de construcción y funcionamiento, existe el riesgo de vertidos accidentales de hidrocarburos y aceites de la maquinaria y vehículos, lo que podría contaminar el agua a través de infiltraciones en el suelo. Además, los arroyos cercanos son vulnerables a la contaminación por arrastre de partículas sólidas y polvo en suspensión. Para mitigar estos riesgos, se han establecido distancias de seguridad de 5 metros alrededor de los cauces de agua y se solicitarán permisos de ocupación cuando sea necesario. También se tomarán medidas para minimizar el impacto en el Dominio Público Hidráulico por trabajos de cableado o cruces de caminos.

La alteración de la escorrentía superficial podría ocurrir debido a cambios en el modelado del terreno y la colocación de instalaciones, lo que podría favorecer procesos

de erosión y sedimentación. Esto debe tenerse en cuenta en el diseño del Proyecto Técnico para encauzar adecuadamente los caudales de lluvia.

Atendiendo a la cartografía en formato digital de la Base Cartográfica Nacional (BTN) se comprueba que los aerogeneradores no se encuentran en la zona de afección de arroyos conocidos. Sin embargo, **la línea de evacuación cruza los ríos Leitzaran y Urumea, y otros con cuatro cauces menores. Los accesos proyectados, por su parte, no atraviesa ningún cauce.**

En la implantación de los aerogeneradores se ha respetado siempre, como mínimo, la anchura de Dominio Público y 5 metros de zona de servidumbre a cada lado del cauce. Dado que con la Línea de Evacuación se ocupa la zona de policía del cauce se solicitará autorización de obras e instalaciones en zona de policía al organismo de cuenca. **El área de implantación de los aerogeneradores no se localiza sobre áreas de riesgo potencial de inundación según los cálculos realizados para T-500.**

No se generarán vertidos de aguas residuales, ya que serán gestionadas por un gestor autorizado. Se considera que la contaminación de acuíferos y su recarga será irrelevante, ya que no se realizarán excavaciones profundas que alcancen el nivel piezométrico superficial en la zona.

5.5 EFECTOS SOBRE LA FLORA Y HÁBITATS

Durante la fase de construcción, se perderá vegetación debido a la limpieza y adecuación del terreno para los viales y plataformas. Aunque no hay flora protegida en la zona, se afectarán áreas con Hábitats de Interés Comunitario de manera puntual. La cobertura vegetal colindante también sufrirá daños por el tránsito de maquinaria y personal, aunque los riegos periódicos ayudarán a mitigar el polvo y se espera que la delimitación de la zona reduzca los impactos.

Los aerogeneradores, así como la línea de evacuación se localizan sobre **cultivos** (pasto denso) y **zonas de vegetación natural como bosque de galería, herbazal-pastizal y bosque de replantación**, aunque también atraviesan manchas catalogadas como suelo **artificial** según el MFE.

En cuanto a los **HIC**, se muestran las leves afecciones en la siguiente tabla:

HIC	Nombre	Estructura	Tipo	Afección (m)
6510	Prados pobres de siega de baja altitud (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	Camino	Nueva construcción	226,75
		Camino	Existentes	2.218,12
		Línea de evacuación	Tramo aéreo	5.164,02
		Línea de evacuación	Tramo subterráneo	35,57
4030	Brezales secos europeos	Línea de evacuación	Tramo subterráneo	7,82
91E0*	Bosques aluviales de <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>) (*)	Línea de evacuación	Tramo aéreo	94,73
		Línea de evacuación	Tramo subterráneo	3,91
TOTAL				7.750,92

Tabla 7. Relación de HIC afectados. Fuente: propia.

El riesgo de incendios es bajo, pero se tomarán medidas preventivas para evitar cualquier posibilidad de ignición, asegurando así la protección de la vegetación durante las actividades de construcción.

5.6 EFECTOS SOBRE LA FAUNA

Durante la fase de explotación, los principales impactos sobre la fauna se deben a la pérdida de hábitats por la transformación del terreno. Aunque la antropización de la zona es baja, se priorizará la ubicación de los aerogeneradores en áreas agrícolas o degradadas para minimizar la afectación a la fauna. La pérdida de vegetación, junto con la presencia de personal y maquinaria, generará molestias que pueden alterar el comportamiento de las especies, aunque se espera que las poblaciones se desplacen a áreas cercanas con sustratos similares.

También existe un riesgo de aumento en la mortalidad de fauna durante la construcción, principalmente por la destrucción de nidos y atropellos. En la fase de explotación, las colisiones con aerogeneradores y el barotrauma representan un impacto severo, aunque se pueden implementar medidas preventivas efectivas. Las líneas aéreas de evacuación son un riesgo adicional, pero al ser planteadas de forma subterránea, se

mitiga este impacto. Además, se pueden agrupar las turbinas y crear corredores y áreas de amortiguación para reducir el efecto barrera en la fauna.

Los grupos faunísticos de mayor interés por las características del proyecto son las aves y los quirópteros, para los cuales se están realizando estudios anuales específicos.

En cuanto a los **planes de recuperación y conservación** aplica por el cruce de cauces, la *ORDEN FORAL de 12 de mayo de 2004, por la que se aprueba el Plan de Gestión del Desmán del Pirineo Galemys pyrenaicus (E.Geoffroy, 1811) en el Territorio Histórico de Gipuzkoa*, como áreas de interés especial para el desmán del Pirineo.

También ha de tenerse en cuenta la *ORDEN FORAL de 12 de mayo de 2004, por la que se aprueba el Plan de Gestión del Visón Europeo Mustela lutreola (Linnaeus, 1761) en el Territorio Histórico de Gipuzkoa*.

5.7 EFECTOS SOBRE ÁREAS DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA

No se prevén impactos directos sobre áreas de interés relevantes sobre los ENP por las características del proyecto.

5.8 EFECTOS SOBRE EL PAISAJE

La calidad visual del paisaje durante la fase de construcción se deberá principalmente a la presencia de maquinaria, la eliminación de vegetación, el acondicionamiento de accesos y la construcción de las infraestructuras previstas, mientras que durante la fase de funcionamiento se deberá a la propia presencia de la instalación que generará un impacto visual importante ya que incidirá en la calidad del paisaje al introducir nuevas formas en el entorno.

La visibilidad de las infraestructuras será amplia dadas sus características (altura y tamaño), aunque teniendo en cuenta las instalaciones existentes en la zona se considera que la diferencia en la percepción paisajística del ciudadano será leve.

5.9 EFECTOS SOBRE LA POBLACIÓN Y EL MEDIO SOCIOECONÓMICO

La adecuación de los caminos existentes para el proyecto mejorará las infraestructuras sin un aumento significativo del tráfico diario. Aunque la población cercana podría experimentar molestias temporales durante la construcción debido al ruido y al polvo, estos impactos serán mínimos, ya que la obra se sitúa alejada de los núcleos poblacionales. Además, no se prevén efectos negativos sobre la salud humana, dado que no se trata de una actividad peligrosa.

En términos económicos, se crearán empleos temporales durante la construcción y permanentes durante la operación, beneficiando a la economía local y sectores como la industria, construcción y servicios. Los propietarios de terrenos y los Ayuntamientos también se beneficiarán económicamente a través de licencias, impuestos y cánones de ocupación. El proyecto diversificará los usos del suelo en el municipio, y al finalizar la construcción, los terrenos serán restaurados a su uso original.

5.10 EFECTOS SOBRE BIENES MATERIALES Y PATRIMONIO CULTURAL

Las actuaciones propuestas, están próximos a yacimientos arqueológicos, pero se prevé que no los afecten. **Previo al inicio de las obras se realizará una prospección arqueológica.**

Durante la fase de movimientos de tierra se cumplirá con la normativa vigente y se realizará un seguimiento a pie de obra por personal técnico especializado para que puedan ser tomadas las medidas oportunas en caso de posibles nuevos hallazgos respetando en cada momento lo que considere la administración competente en lo relativo a cautelas arqueológicas.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

Las medidas preventivas y/o correctoras constituyen el conjunto de actuaciones destinadas a evitar, reducir, corregir o compensar los impactos ambientales negativos derivados de la ejecución y operación del proyecto, así como a potenciar sus efectos positivos y garantizar su correcta integración en el entorno. Estas medidas se enmarcan dentro del principio de integración ambiental, asegurando que la protección del medio ambiente se contemple de forma transversal en todas las fases del proyecto.

Parte de las medidas propuestas se encuentran incorporadas en el propio diseño del proyecto y en la planificación de las obras, de modo que no suponen un coste adicional significativo, al estar consideradas desde el inicio como buenas prácticas constructivas o de gestión. No obstante, otras actuaciones —por su naturaleza técnica o necesidad de implementación específica— requerirán una **dotación presupuestaria propia, la cual se detalla en apartados posteriores** del presente informe.

En los epígrafes siguientes se describen las medidas preventivas y correctoras propuestas, clasificadas según el componente ambiental afectado (atmósfera, suelo, agua, flora, fauna, paisaje, patrimonio y medio socioeconómico), indicando para cada una de ellas su objetivo, descripción, fase de aplicación, responsable de ejecución y mecanismo de seguimiento o verificación.

6.1 MEDIDAS RELATIVAS A LA ATMÓSFERA

Durante la fase de construcción del parque eólico se prevé un aumento temporal de emisiones de polvo, gases y ruidos derivados del movimiento de tierras, transporte de materiales y uso de maquinaria pesada. Con el fin de minimizar estos efectos sobre la calidad del aire y el entorno acústico, se implementarán las siguientes medidas preventivas y correctoras:

Riego periódico de superficies expuestas

Se procederá al riego regular de los viales, plataformas de trabajo y áreas de parque de maquinaria con el fin de evitar el levantamiento de polvo y la dispersión de partículas

en suspensión durante el tránsito de vehículos y equipos de obra. La frecuencia del riego se ajustará a las condiciones meteorológicas, intensificándose en épocas secas o ventosas.

Transporte seguro de áridos

Todos los camiones que transporten áridos u otros materiales sueltos deberán cubrir sus cargas con lonas o sistemas equivalentes, evitando así la caída de material durante el trayecto y la consecuente generación de polvo o contaminación en la vía pública.

Minimización de emisiones durante la descarga

Se procurará mantener una altura mínima de descarga de los áridos y materiales a granel, reduciendo así la dispersión de polvo al aire. En caso de ser necesario, se podrá humedecer el material para evitar emisiones adicionales.

Suspensión de descargas con viento fuerte

Las operaciones de descarga y manipulación de materiales sueltos quedarán restringidas cuando las condiciones meteorológicas presenten vientos superiores a 40 km/h, dado el alto riesgo de dispersión de partículas.

Gestión adecuada de acopios

Los acopios de material no deberán alcanzar alturas excesivas. Se recomienda distribuir el material en montones de menor tamaño, ubicados preferiblemente en zonas con baja pendiente y, en la medida de lo posible, protegidos del viento mediante barreras naturales o artificiales.

Mantenimiento de vehículos y maquinaria

Todos los vehículos y equipos empleados deberán estar homologados conforme a la normativa vigente y mantener un correcto estado de conservación y mantenimiento. Se exigirá el cumplimiento de las inspecciones técnicas reglamentarias (ITV) y se controlarán las emisiones de gases, ruidos y vibraciones, evitando cualquier emisión anómala que pueda afectar al entorno.

Limitación de velocidad

La velocidad máxima de circulación dentro de la obra y zonas adyacentes se fijará en 30 km/h, de modo que se reduzca tanto la emisión de polvo como los riesgos de accidentes laborales y molestias sonoras.

Parada de motores en periodos de inactividad

La maquinaria permanecerá con el motor apagado cuando no esté en uso, salvo en intervalos de trabajo muy cortos en los que el encendido y apagado continuos resulten contraproducentes. Esta medida contribuye a disminuir el consumo de combustible, las emisiones contaminantes y la contaminación acústica.

Control de niveles sonoros

Se cumplirán estrictamente los límites establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, que desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido, en relación con la zonificación acústica, los objetivos de calidad y las emisiones permitidas.

En caso de que se reciba alguna queja justificada por parte de la población próxima, se llevará a cabo un análisis específico del problema, implementando de inmediato las acciones correctoras necesarias para reducir la afección.

Si se detecta el incumplimiento de la normativa sobre niveles de ruido, se elaborará un plan corrector acústico que podrá incluir la instalación de barreras sonoras, el reajuste de horarios de trabajo o la sustitución de maquinaria por modelos más silenciosos.

Cumplimiento de normativa autonómica

Además de la normativa estatal, se observarán los criterios establecidos en el Decreto 213/2012, de 16 de octubre, sobre contaminación acústica del Gobierno Vasco, aplicándose los límites más restrictivos en caso de discrepancia con la normativa nacional.

Gestión de residuos y prevención de incendios

Se prohíbe expresamente la quema de residuos en el entorno del parque eólico. En caso excepcional de requerirse la eliminación controlada de restos de desbroce mediante

quema, se solicitará previamente la autorización administrativa correspondiente y se adoptarán todas las medidas de prevención de incendios forestales, conforme a la legislación autonómica y municipal.

Minimización de contaminación lumínica

Las luminarias del parque eólico se seleccionarán de manera que aseguren una iluminación suficiente para las labores de mantenimiento, minimizando al mismo tiempo la contaminación lumínica. Se garantizará el cumplimiento de la “Guía de señalamiento e iluminación de turbinas y parques eólicos” de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), con el fin de compatibilizar la seguridad aérea con la protección del entorno nocturno.

6.2 MEDIDAS RELATIVAS A LA GEOMORFOLOGÍA Y SUELO

Durante las fases de construcción y operación del proyecto, los principales riesgos para la geomorfología y el suelo identificados corresponden a la compactación, erosión, pérdida de capa fértil, vertidos accidentales y alteraciones locales de la morfología.

Delimitación y señalización de áreas de trabajo y acopio

Previo al inicio de los trabajos, se deberán señalar y balizar claramente las zonas destinadas al acopio de materiales, maquinaria, instalaciones auxiliares y áridos, con el fin de concentrar las actividades y minimizar la superficie afectada por las obras.

La localización exacta de los acopios y zonas auxiliares será validada por el responsable ambiental del proyecto antes del inicio de la fase de construcción.

Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos

Las operaciones de mantenimiento de maquinaria pesada y vehículos que impliquen riesgo de vertido o contaminación (como cambios de aceite, lavado o engrase) deberán realizarse en talleres externos autorizados, fuera del ámbito de obra.

El contratista deberá disponer de los certificados de mantenimiento e ITV actualizados de todos los vehículos utilizados en la obra.

Restricción del tránsito fuera de las zonas habilitadas

Se prohíbe expresamente el tránsito de maquinaria y vehículos fuera de los viales habilitados o zonas de trabajo delimitadas, a fin de evitar la compactación innecesaria del suelo y la destrucción de la vegetación natural.

Esta medida se reforzará mediante la instalación de señalización física y cartelería informativa, y su cumplimiento será supervisado por el técnico ambiental en las inspecciones semanales de obra.

Uso de caminos existentes para el mantenimiento

Durante la fase de explotación del parque eólico, los desplazamientos para mantenimiento de aerogeneradores, subestaciones y líneas de evacuación se realizarán preferentemente a través de la red de caminos existente o de los viales acondicionados específicamente para este proyecto.

Queda prohibida la apertura de nuevos accesos sin autorización expresa.

Protocolo de actuación ante vertidos accidentales

Se establecerá un *“Protocolo de emergencia ante vertidos accidentales”*, que deberá formar parte del Plan de Gestión Ambiental de Obra.

Este protocolo incluirá los procedimientos de detección, contención, retirada y gestión del suelo afectado, así como los equipos y materiales absorbentes disponibles en cada zona de trabajo.

En caso de vertido, se deberá retirar el suelo contaminado y almacenarlo temporalmente en un contenedor impermeabilizado hasta su entrega a un gestor autorizado de residuos peligrosos.

Todo el personal de obra recibirá formación específica sobre la aplicación de este protocolo.

Gestión de la capa fértil del suelo

Antes de los movimientos de tierra, se procederá a retirar los primeros 20 cm de la capa superficial, correspondientes a la tierra vegetal, almacenándola separadamente para su reutilización posterior en tareas de restauración.

El acopio de esta tierra se realizará sobre superficies impermeables o con lámina geotextil, evitando su mezcla con materiales estériles y su compactación.

La reutilización deberá efectuarse en el menor plazo posible para conservar su contenido biológico y su capacidad de regeneración.

Prevención de vertidos accidentales en vehículos

Todos los vehículos y equipos con sistemas hidráulicos o depósitos de combustible deberán mantenerse en correcto estado de conservación y estanqueidad, de acuerdo con la normativa técnica de inspección.

Los vehículos estacionados dentro de la obra deberán situarse en zonas impermeabilizadas y provistas de cubetos de contención cuando exista riesgo de fugas o derrames.

Se establecerá un registro de mantenimiento y revisiones, que será auditado periódicamente por el responsable de medio ambiente del proyecto.

Restauración edáfica

Una vez concluidas las obras, se llevará a cabo de manera inmediata la restauración física y biológica del suelo, consistente en:

- Descompactación de las zonas afectadas mediante laboreo profundo.
- Redistribución homogénea de la capa fértil previamente retirada.
- Siembra o revegetación con especies autóctonas herbáceas y arbustivas para favorecer la estabilidad del suelo (especies y metodología descrita en el apartado “Medidas relativas a la vegetación”)

Implantación de un punto limpio de obra

Se habilitará un punto limpio centralizado para el acopio y gestión de residuos peligrosos y no peligrosos, debidamente identificado y separado del resto de actividades.

Este espacio contará con pavimento impermeable, cubetos de retención y techado parcial, de modo que se eviten filtraciones o arrastres por escorrentía.

La gestión posterior de los residuos se realizará mediante gestores autorizados, conforme a la Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Contención de sustancias contaminantes

Todos los equipos, depósitos o contenedores que puedan albergar sustancias potencialmente contaminantes (aceites, combustibles, disolventes, etc.) deberán disponer de un sistema de contención secundaria con capacidad mínima del 110% del volumen almacenado.

Estos sistemas podrán consistir en cubetos de seguridad, bandejas recolectoras o fosos impermeabilizados, en función del tipo de instalación.

Se revisará periódicamente su estanqueidad y se garantizará la ausencia de fisuras o deterioros.

Colocación de sistemas de retención de suelo

En la zona de implantación de los aerogeneradores, la pendiente es alta, por lo que se considera beneficioso el uso de sistemas tipo fajinadas, para ayudar a la fijación del suelo hasta el restablecimiento de la cobertura vegetal.

Las fajinadas son estructuras de retención de suelo formadas por ramas, matorrales o fajinas (manojos de ramas atadas) que se colocan siguiendo las curvas de nivel en laderas o taludes.

Su objetivo principal es reducir la erosión superficial, disminuir la escorrentía y favorecer la infiltración del agua, permitiendo la retención de sedimentos y materia orgánica. Estas estructuras generan microambientes que facilitan la regeneración vegetal natural y mejoran la estabilidad del terreno.

Se construyen con materiales locales y biodegradables, preferiblemente ramas de especies autóctonas con capacidad de rebrote, y se colocan con una altura de 20 a 40 cm y una separación entre líneas de 1 a 3 metros, dependiendo de la pendiente y las condiciones del suelo.

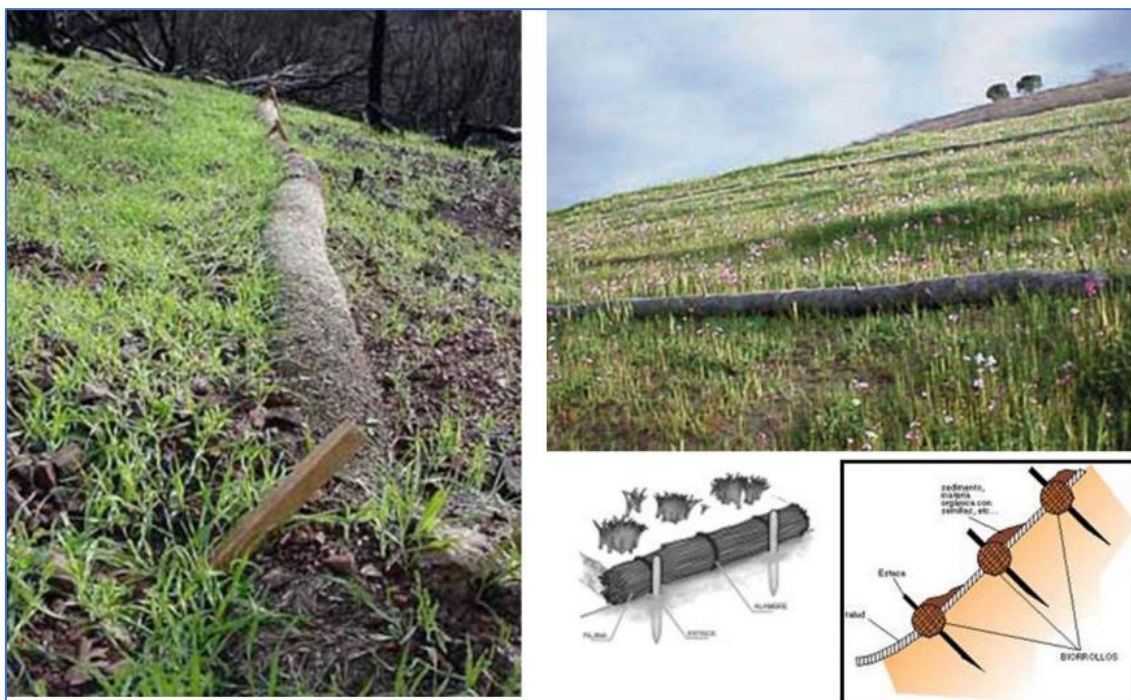


Figura 3. Sistemas de retención de suelo. Fuente: MITECO

Vigilancia y control de la erosión

Se implementará un programa de seguimiento ambiental durante y después de la construcción, centrado en el control de desmontes, terraplenes y sistemas de drenaje. El objetivo es detectar y corregir de forma temprana procesos erosivos, mediante la instalación de barreras de retención adicionales, hidrosiembra o refuerzo de taludes cuando sea necesario.

Los resultados de las inspecciones se incluirán en los informes trimestrales de vigilancia ambiental del proyecto.

6.3 MEDIDAS RELATIVAS A LA HIDROLOGÍA

El agua constituye un elemento ambiental importante en el ámbito del parque eólico, tanto por su función ecológica como por su papel en la estabilidad del suelo y el entorno circundante. Las principales afecciones potenciales derivadas de la construcción y operación del proyecto incluyen alteración de cauces, vertidos accidentales, modificación del régimen hidrológico, contaminación por aceites o sustancias químicas, y afectación de la vegetación de ribera.

Diseño y localización de aerogeneradores

Los aerogeneradores se situarán en áreas no inundables, considerando un periodo de retorno de 500 años, garantizando la seguridad de las instalaciones frente a eventos extremos.

El diseño del parque incorporará criterios de gestión de aguas superficiales, respetando al máximo la dirección y caudal natural de los flujos. Se asegurará la continuidad longitudinal y lateral de los cursos de agua existentes, evitando cualquier fragmentación de la red hidráulica.

Prevención de vertidos y contaminación

Queda prohibido cualquier vertido voluntario, especialmente en cauces y zonas de dominio público hidráulico.

Las hormigoneras se limpiarán únicamente en plantas de origen, evitando lavado en campo.

Los aceites dieléctricos se sustituirán por alternativas más respetuosas con el medio ambiente, como aceites vegetales, siempre que la normativa técnica de los transformadores lo permita.

Los depósitos de retención de transformadores estarán sobre losas de hormigón e incorporarán cartuchos filtrantes que permiten la evacuación de aguas pluviales sin contaminación del suelo.

Todos los elementos con riesgo de vertido, incluidos depósitos y maquinaria, contarán con sistemas de contención y recogida secundaria.

Uso de zonas de dominio público y servidumbres

Para la utilización temporal de zonas de dominio público, servidumbres o policía de aguas, se obtendrá autorización previa de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico u órgano competente.

En ningún caso se localizarán instalaciones temporales o definitivas en el entorno inmediato de los cauces.

Durante la construcción, no se acopiarán materiales en áreas de dominio público hidráulico ni se modificará la anchura o perfil del cauce.

Gestión de residuos y aguas residuales

Se habilitarán casetas de obra con WC con fosa séptica o WC químico estanco, garantizando que no se produzcan vertidos al medio.

Las aguas residuales generadas durante la operación del parque se recogerán en depósitos estancos y serán gestionadas mediante gestor autorizado.

Solo se permitirán vertidos a la red municipal o fosas sépticas estancas previamente instaladas, siempre que se trate de aguas asimilables a residuales urbanas.

Manejo de vegetación de ribera y protección de cauces

Se balizará y preservará la vegetación de ribera, evitando su alteración durante la construcción.

Se valorará la instalación de barreras de sedimentos y jalonamiento de cauces para contener posibles vertidos y minimizar la erosión en zonas próximas a arroyos.

Se evitará cualquier excavación que afecte a niveles freáticos, así como la modificación del trazado, anchura o perfil del lecho fluvial.

Buenas prácticas de uso y gestión del agua

Durante la fase de operación, el abastecimiento de agua se limitará exclusivamente al aseo del personal en subestaciones, mediante depósitos periódicamente rellenados.

Para la limpieza de aerogeneradores, el agua necesaria se transportará desde instalaciones externas de la empresa encargada.

Se fomentará la eficiencia y uso responsable del agua, evitando desperdicios y vertidos innecesarios.

Se garantizará el mantenimiento y limpieza de los sistemas de drenaje, asegurando el equilibrio hidrológico del área y evitando acumulaciones que puedan provocar erosión o inundación.

Gestión de residuos sólidos y peligrosos

Todos los residuos generados durante construcción y operación serán gestionados conforme a la normativa vigente, mediante gestores autorizados.

Se evitará cualquier vertido accidental en cauces, zonas de acopio o áreas de mantenimiento, garantizando la protección del suelo y cuerpos de agua.

Inspección y seguimiento

Se implementará un programa de vigilancia ambiental específico para la protección del agua y el drenaje, supervisando:

- Funcionamiento de depósitos de retención y cubetos de contención.
- Integridad de los cauces y drenajes.
- Estado de la vegetación de ribera.
- Cumplimiento de protocolos de vertidos y aguas residuales.

Los resultados de estas inspecciones se incluirán en informes periódicos de seguimiento ambiental, facilitando la toma de decisiones correctoras de forma inmediata.

6.4 MEDIDAS RELATIVAS A LA FLORA Y LOS HÁBITAT

Pese a que la mayoría de las infraestructuras del proyecto se sitúan sobre terreno agrícola, es inevitable que se produzca afección sobre algunas manchas de vegetación natural. Las principales acciones que pueden afectar a la vegetación natural son el movimiento de tierras y el tránsito de maquinaria.

Delimitación y balizamiento de zonas de desbroce

Se definirán y señalizarán de manera clara las áreas destinadas a desbroce y preparación de terreno, limitando estrictamente la superficie de actuación. Esta medida tiene como objetivo minimizar la afección a la vegetación natural y los hábitats sensibles, evitando intervenciones fuera de las zonas autorizadas.

Prospección previa y protección de flora protegida

Antes del inicio de los trabajos se realizará una prospección detallada para identificar la presencia de taxones de flora protegida. En caso de detectarse individuos o poblaciones relevantes, estas se balizarán para impedir su afección durante la ejecución de las obras. Cualquier hallazgo de especies protegidas será notificado de forma inmediata a la autoridad ambiental competente.

Control del tránsito de maquinaria

El paso de maquinaria pesada se restringirá estrictamente a los viales y zonas de tránsito previamente definidas. Se evitará el desplazamiento fuera de estas áreas para reducir la compactación del suelo, la destrucción de la vegetación circundante y la generación de erosión superficial.

Prevención de emisiones de polvo

Se adoptarán medidas específicas destinadas a minimizar la emisión de polvo y partículas en suspensión durante la fase de construcción, protegiendo la vegetación y la calidad del aire en el entorno del proyecto.

Restauración del terreno

Una vez finalizadas las obras, se llevará a cabo la restauración integral del terreno, incluyendo la descompactación del suelo, la redistribución de la tierra vegetal y la revegetación con especies autóctonas, garantizando la recuperación de la cobertura vegetal y la funcionalidad ecológica del área afectada.

Preservación de caminos y cubierta vegetal

Se fomentará el uso de accesos existentes y se evitará la creación de nuevos caminos que impliquen desmontes o roturación de la cubierta vegetal, reduciendo así el impacto sobre el suelo y la biodiversidad.

Protección de la vegetación natural circundante y especialmente los HIC

Para evitar impactos innecesarios sobre la vegetación natural, y especialmente de las zonas declaradas como Hábitat de Interés Comunitario, se aplicarán de manera rigurosa las medidas de protección de vegetación previamente definidas, asegurando la delimitación clara de las áreas de obra y tránsito de maquinaria.

Prevención y control de incendios

Se habilitarán medios adecuados para la prevención y control de incendios, incluyendo la disponibilidad de extintores. Se prohíbe la realización de hogueras o cualquier actividad que suponga riesgo de incendio ajena a la ejecución de la obra.

Ubicación de acopios y zonas auxiliares

Las áreas destinadas a acopio de materiales, estacionamiento de maquinaria y otras instalaciones auxiliares se ubicarán preferentemente en terrenos sin vegetación natural o, en su defecto, en zonas de cultivo herbáceo, minimizando la alteración de hábitats naturales.

Protección de vegetación de ribera en cruces de líneas

En los puntos donde la línea de evacuación cruce cursos de agua con vegetación de ribera, se mantendrá una distancia mínima de cinco metros desde el borde de la misma, evitando daños directos sobre estas franjas de gran valor ecológico.

Control de vegetación sin uso de herbicidas

No se emplearán productos químicos para el control de la vegetación. Durante la construcción, la gestión se realizará mediante pastoreo principalmente, ya que es predominante en la zona.

Gestión de restos vegetales y residuos

Los restos vegetales generados se trasladarán a vertederos autorizados o se reincorporarán al terreno tras triturado. Todos los residuos de obra se gestionarán conforme a la normativa vigente, mediante gestores autorizados, evitando impactos ambientales asociados.

Viabilidad de repoblaciones y revegetaciones

En el caso de repoblaciones o revegetaciones, se garantizará la supervivencia de las plantas durante toda la vida útil del proyecto, contemplando la reposición de marras y

la ejecución de riegos de mantenimiento cuando sea necesario, asegurando así la recuperación efectiva de la cobertura vegetal.

Medidas de prevención en proximidad a espacios protegidos

Se adoptarán precauciones específicas para asegurar que no se produzcan afecciones a los espacios protegidos existentes en las inmediaciones del proyecto, tanto durante la construcción como durante la operación del parque eólico.

Compensación ambiental

En caso de que la ocupación de zonas de Hábitat de Interés Comunitario sea inevitable, se valorará la implementación de medidas de compensación ambiental, de acuerdo con la normativa aplicable y criterios de restauración ecológica.

De acuerdo con la documentación pública proporcionada por el MITERD, las distintas infraestructuras del proyecto se solapan con los HIC:

HIC	Nombre	Estructura	Tipo	Afección (m)
6510	Prados pobres de siega de baja altitud (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	Camino	Nueva construcción	226,75
		Camino	Existentes	2.218,12
		Línea de evacuación	Tramo aéreo	5.164,02
		Línea de evacuación	Tramo subterráneo	35,57
4030	Brezales secos europeos	Línea de evacuación	Tramo subterráneo	7,82
91E0*	Bosques aluviales de <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>) (*)	Línea de evacuación	Tramo aéreo	94,73
		Línea de evacuación	Tramo subterráneo	3,91
TOTAL				7.750,92

Tabla 8. Relación de HIC afectados. Fuente: propia.

Las dos afecciones más extensas se producen en el caso de los caminos existentes y la línea de evacuación en su tramo aéreo. Sin embargo, los caminos existentes solo requerirán de adecuación y el tramo aéreo de la línea, no se afectará completamente, sino que la principal afección se producirá en la zona de implantación de apoyos.

Dado que la magnitud de la afección a este tipo de hábitat es considerable, con carácter previo al inicio de las obras y una vez esté debidamente señalizada la zona a afectar definitiva, se realizará un inventario botánico en detalle para estimar cual es al área a restaurar y/o compensar con las especies presentes en los HIC.

La compensación será, como mínimo, de la misma superficie afectada. Se estima una superficie de 1,5 ha podría compensar el HIC afectado.

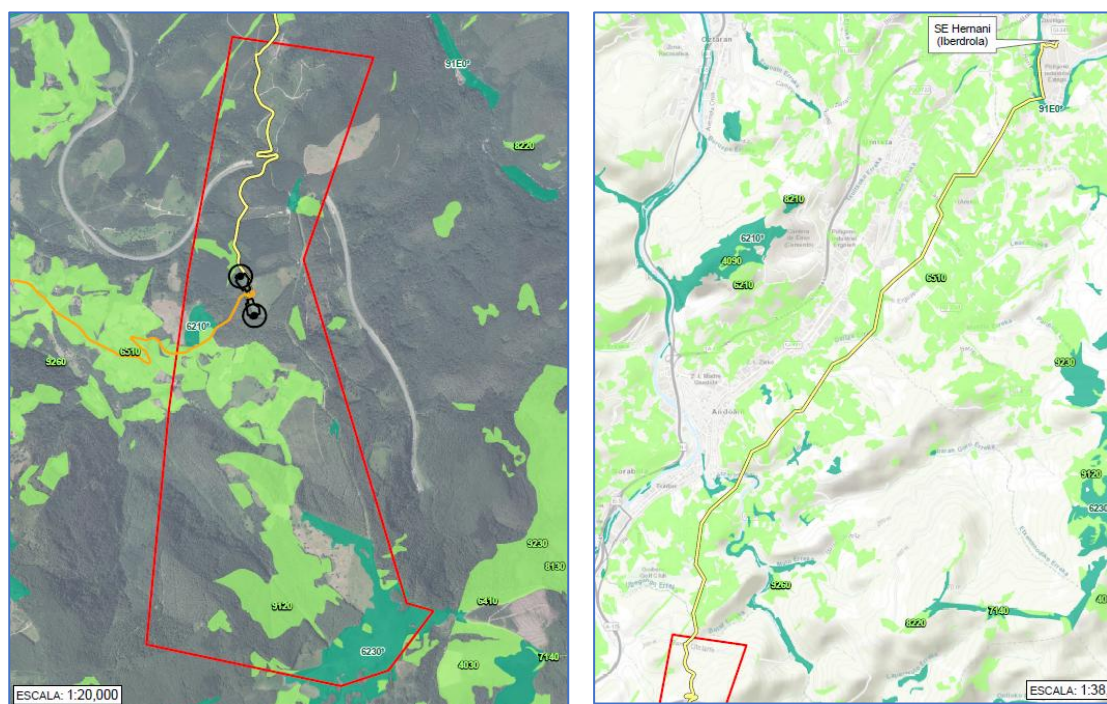


Figura 4. Afección a HIC. Fuente: propia.

6.5 MEDIDAS RELATIVAS A LA FAUNA

El riesgo para la fauna, junto con el impacto paisajístico, es una de las principales preocupaciones a la hora de plantear un proyecto de este tipo. Una correcta planificación en fase de obras y un eficaz sistema de parada pueden ayudar a reducir considerablemente ese riesgo, junto con otras medidas complementarias de mejora de hábitats cercanos.

Prospección y monitoreo de fauna sensible

Durante la fase de proyecto se están realizando prospecciones específicas para determinar la presencia de especies catalogadas, sensibles o vulnerables a la

implantación del parque eólico. Los resultados de estas prospecciones servirán para planificar medidas de mitigación adicionales en áreas de mayor valor ecológico.

Uso preferente de viales existentes

Se minimizará la apertura de nuevos viales, priorizando el uso de caminos y accesos ya existentes para reducir la fragmentación de hábitats y la perturbación de la fauna.

Regulación del tránsito y prevención de atropellos

Se aplicarán medidas de control del tráfico dentro del parque eólico, incluyendo la señalización de zonas de riesgo, límites de velocidad y restricción de circulación, a fin de minimizar los atropellos accidentales de fauna, especialmente de anfibios y reptiles.

Ante cualquier atropello accidental de fauna salvaje, se notificará inmediatamente al guarda forestal o a la autoridad competente para proceder a su retirada o traslado a centros de recuperación autorizados.

Reducción del impacto acústico

Todo equipo y maquinaria potencialmente ruidosa se instalará con sistemas de aislamiento acústico adecuados y se mantendrá según las recomendaciones del fabricante, garantizando la reducción de emisiones sonoras hacia la fauna circundante.

Límites de velocidad y señalización

La velocidad máxima de circulación en el interior del parque se limitará a 30 km/h. Se señalarán específicamente aquellas áreas donde se identifiquen riesgos elevados de atropello de fauna.

Restricción de trabajos nocturnos

Se evitará, en la medida de lo posible, la realización de trabajos durante el periodo nocturno, reduciendo la perturbación sobre especies activas en la noche, especialmente quirópteros y fauna nocturna. También reducirá los potenciales atropellos de anfibios, especialmente activos en esa franja horaria.



Figura 5. Sapo corredor localizado en el entorno del proyecto. Fuente: propia.

Adaptación a periodos sensibles

Cuando sea necesario, los trabajos se programarán teniendo en cuenta los calendarios de menor afección a la fauna, como periodos de cría, nidificación o migración, para minimizar impactos sobre poblaciones locales.

Para ello se utilizarán las conclusiones del estudio de anfibios y de los estudios de ciclo anual de aves y quirópteros.

Evitar barreras físicas para la fauna

Se minimizará la creación de taludes de grandes dimensiones que puedan actuar como barreras en el movimiento de la fauna. En caso de ser necesarios, se implementarán pasos o rampas de conexión para garantizar la continuidad ecológica.

Dadas las características del terreno y de las obras previstas, no serán necesarios grandes pasos de fauna, en todo caso, podrían instalarse pasos para especies de pequeño tamaño como anfibios o reptiles.

Para ello, se utilizarán las conclusiones del estudio de anfibios, si se determina la presencia de *puntos calientes*.



Figura 6. Ejemplo de paso de herpetofauna. Imagen del modelo modular de Klimaportalsystem.

Gestión de zanjas y cableado

Las zanjas abiertas para la instalación de cableado se mantendrán abiertas el menor tiempo posible. Si no es posible su cierre en la misma jornada, se instalarán zonas de escape para la fauna que pudiera quedar atrapada.

Ausencia de vallado perimetral general

El parque eólico no contará con vallado perimetral que limite el movimiento de fauna. Solo se podrán instalar cierres perimetrales para subestaciones u otros componentes que requieran protección específica por seguridad o integridad de instalaciones.

Iluminación ambientalmente compatible

La iluminación del parque se realizará siguiendo la “Norma de Señalamiento e Iluminación de Turbinas y Parques Eólicos” de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, procurando la luz más tenue posible y de color apagado. Se mantendrá un correcto funcionamiento y mantenimiento de todas las luminarias.

Comunicación de incidentes sobre fauna

Cualquier incidente que involucre aves o murciélagos (colisiones, intentos de nidificación, heridas) será comunicado inmediatamente al órgano ambiental competente. Los ejemplares heridos se trasladarán a centros de recuperación autorizados mediante agentes forestales o SEPRONA.

Gestión de cadáveres de ganado

Para evitar la atracción de aves carroñeras hacia los aerogeneradores, se retirarán los cadáveres de ganado localizados a menos de 1.000 metros de los aerogeneradores.

Minimización de atracción de murciélagos

Se minimizará el uso de fuentes de iluminación que puedan atraer presas hacia los aerogeneradores, reduciendo así el riesgo de colisión de quirópteros.

Pintura de palas para reducir colisiones

Se estudiará la posibilidad de pintar total o parcialmente las palas de los aerogeneradores de color negro para disminuir la mortalidad de aves.

Detección y parada automática o humana de aerogeneradores

Se evaluará la posibilidad de implementar sistemas de **detección automática de aves**, capaces de identificar la presencia significativa de avifauna en las inmediaciones de los aerogeneradores. En caso de detección, estos sistemas permitirán la interrupción temporal del funcionamiento de las turbinas, reduciendo el riesgo de colisión.

Si el organismo ambiental lo considera necesario, podría sustituirse o complementarse este sistema por la **parada manual de aerogeneradores** por parte del personal de vigilancia ambiental.

Seguimiento ambiental del funcionamiento de las medidas adoptadas

Se realizará un seguimiento ambiental de las infraestructuras del parque durante un período mínimo de 5 años. Los resultados se documentarán en un informe final, que se remitirá al órgano ambiental competente para evaluar la necesidad de mantener, modificar o ampliar las medidas de control establecidas.

Compensación en áreas de interés cercanas

Se podrían implementar medidas compensatorias adicionales en espacios de alto valor ambiental cercanos al proyecto.

Estas medidas podrían realizarse de manera conjunta con otros parques eólicos promovidos en la zona.

Las acciones compensatorias se diseñarán de forma que sean proporcionales a la afección causada por el proyecto, pudiendo incluir, por ejemplo:

- **Restauración y mejora de hábitats**
- **Suministro de recursos para programas de seguimiento y conservación de fauna y flora**
- **Campañas de sensibilización y educación ambiental**

Se deberá estudiar conjuntamente con las entidades competentes la viabilidad y eficacia de estas acciones, aportando el respaldo económico necesario.

6.6 MEDIDAS RELATIVAS AL PAISAJE

Es evidente que una de las mayores afecciones de un proyecto de estas características es la afección al paisaje que, al contrario de lo que ocurre con los parques fotovoltaicos, no puede reducirse notablemente, dada la altura y tamaño de los aerogeneradores. Es por ello que se plantean las siguientes opciones para reducirlas al máximo posible.

Orden y limpieza del entorno

Durante la construcción se adoptarán buenas prácticas de orden y limpieza en todo el entorno de la obra, evitando la acumulación de residuos o materiales que puedan afectar visual o ambientalmente al paisaje.

Diseño de terraplenes

La altura y pendiente de los terraplenes necesarios se reducirán al mínimo imprescindible, con el objetivo de minimizar la alteración visual y la modificación de la topografía natural.

Adaptación de los viales al terreno

Los viales del proyecto se diseñarán siguiendo la topografía existente, procurando la menor ocupación posible y evitando movimientos de tierra innecesarios.

Uso de materiales locales y armonización visual

Se emplearán materiales del entorno y se adoptarán colores y diseños que se integren con el paisaje y la arquitectura tradicional de la zona, siempre que sea posible.

Ubicación de construcciones temporales

Se evitará instalar construcciones temporales en zonas elevadas o segregadas que puedan generar impactos visuales significativos.

Desmontaje de infraestructuras temporales

Tras la fase de construcción se desmontarán y retirarán todas las infraestructuras que no sean necesarias para el funcionamiento del parque eólico.

Revegetación con especies autóctonas

Las zonas recuperables se revegetarán con especies autóctonas, asegurando la efectividad a largo plazo mediante el mantenimiento y seguimiento adecuado.

Para la regeneración de superficies degradadas o aquellas sin potencial forestal o ganadero, se implementará un **plan de plantación con especies arbustivas propias de los ecosistemas atlánticos locales**, como **espinos albares** (*Crataegus monogyna*), **zarzamoras** (*Rubus ulmifolius*), **endrinos** (*Prunus spinosa*), **tojós** (*Ulex europaeus*), **brezos** (*Erica vagans*, *Calluna vulgaris*) y **argomas** (*Cytisus scoparius*), característicos de los matorrales y brezales húmedos de la comarca.

En las zonas de pastos o suelos con potencial de aprovechamiento agrícola o ganadero, se **devolverá al terreno sus características previas** mediante **descompactación y extendido de tierra vegetal**, sin necesidad de plantación adicional, salvo en aquellas áreas con riesgo de pérdida de suelo por erosión, en cuyo caso se podrá realizar una **hidrosiembra** con mezclas herbáceas autóctonas para estabilizar el suelo y favorecer su cobertura vegetal.

Se establecerá una densidad de **1 ejemplar por metro lineal** para los arbustos y **1 ejemplar cada 2 metros** para pequeños árboles como el **serbal de los cazadores** (*Sorbus aucuparia*) o el **cerezo silvestre** (*Prunus avium*), incluyendo labores de **mantenimiento post-plantación**, como **riegos de apoyo y reposición de marras** cuando sea necesario.

Preparación del terreno

La **excavación de los hoyos** para el arbolado y matorral (ej. *Crataegus sp.*, *Rosa sp.*, *Genista sp.*) se realizará con unas dimensiones de 0.3 x 0.3 x 0.3 m. Esta preparación debe llevarse a cabo **con antelación** a la jornada de plantación o **inmediatamente antes** de colocar la plántula, con el objetivo de optimizar los tiempos de ejecución y minimizar el **estrés hídrico** de los jóvenes ejemplares.

Las condiciones ideales para la preparación del terreno y la plantación son en épocas de **temperaturas moderadas o frías** y con una **humedad edáfica** adecuada, siendo los periodos de **finales de otoño** o **finales de invierno** los más favorables.

Plantación

El proceso de plantación implica la **introducción manual** en el terreno de ejemplares con una altura aproximada de 50 cm.

El momento idóneo para la plantación es la **dormancia vegetativa** ("savia parada"), cuando la planta detiene su actividad de crecimiento. No obstante, las

plantas cultivadas en contenedor pueden ser introducidas en el campo incluso en momentos de **actividad vegetativa** ("savia movida").

Se recomienda realizar la plantación cuando las **condiciones de temperatura sean suaves o frías** y exista **humedad**. Los mejores meses son de **noviembre a diciembre** o de **febrero a marzo**. Si la plantación se extiende entre **marzo y noviembre**, es esencial **aumentar la frecuencia de riegos** para compensar las temperaturas elevadas y el déficit hídrico del suelo. **No se aconseja** plantar durante episodios de temperaturas extremas, ya sean olas de calor o fuertes heladas.

Riegos de establecimiento

En las fases iniciales, las plantas son particularmente **susceptibles a la sequía**. Por ello, se sugiere un **riego periódico**, aunque un exceso de agua puede provocar la **pudrición radicular**. La cantidad de precipitación o riego ideal se sitúa entre los **y anuales**.

Se establecerá un régimen de **riego quincenal** durante los **primeros meses del periodo cálido** tras la plantación, a menos que las precipitaciones naturales sean suficientes para la supervivencia de las especies.

Marco de plantación

Los arbustos se dispondrán en **tresbolillo** a lo largo de las zonas con plantación manual.

Reposición de marras

De ser necesario, se efectuará la **sustitución de los ejemplares que no sobrevivan** durante el primer año. Implica la retirada del material muerto y la repetición de las operaciones de ahoyado y plantación descritas previamente. Se estima que, en el peor de los casos, la tasa de marras a reponer se situará entre el 15 y el 20% del total de unidades plantadas.

Restauración ambiental inmediata

Inmediatamente tras la finalización de las obras, se realizará la restauración ambiental de los terrenos, garantizando un resultado efectivo a largo plazo mediante la utilización de especies autóctonas.

Desmantelamiento al final de la vida útil

Al término de la vida útil del parque, se llevará a cabo un desmantelamiento completo de las instalaciones y la restauración de los terrenos y la vegetación a su estado original.

Mantenimiento preventivo del parque eólico

Se asegurará un correcto mantenimiento del clúster eólico, prestando especial atención a luminarias y turbinas, y evitando escapes de aceites u otros contaminantes que puedan afectar los componentes externos de los aerogeneradores.

6.7 MEDIDAS RELATIVAS AL PATRIMONIO CULTURAL

Prospección previa

Previo a la obra, se realizará una prospección arqueológica de la zona de actuación y se recabará el permiso correspondiente de la Dirección de Patrimonio de Cultura del Gobierno Vasco.

Balizado

En el caso del conocimiento de la presencia de yacimientos arqueológicos o paleontológicos, se procederá a su balizado para evitar su afección.

Control y comunicación inmediata

Si durante la ejecución de las obras se hallaran restos arqueológicos de importancia o yacimientos no conocidos, se procederá a su comunicación inmediata a la Dirección de Patrimonio de Cultura del Gobierno Vasco.

6.8 MEDIDAS RELATIVAS A MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA

Pago de cánones

Se atenderá al pago del canon establecido en anterioridad por la ocupación de montes de utilidad pública desde el momento que se comiencen las obras.

Zonas forestales

Se priorizará la instalación de las infraestructuras en zonas no forestales. Se balizará la zona de trabajo respecto a las zonas forestales para evitar afecciones innecesarias a los objetivos de conservación del monte público.

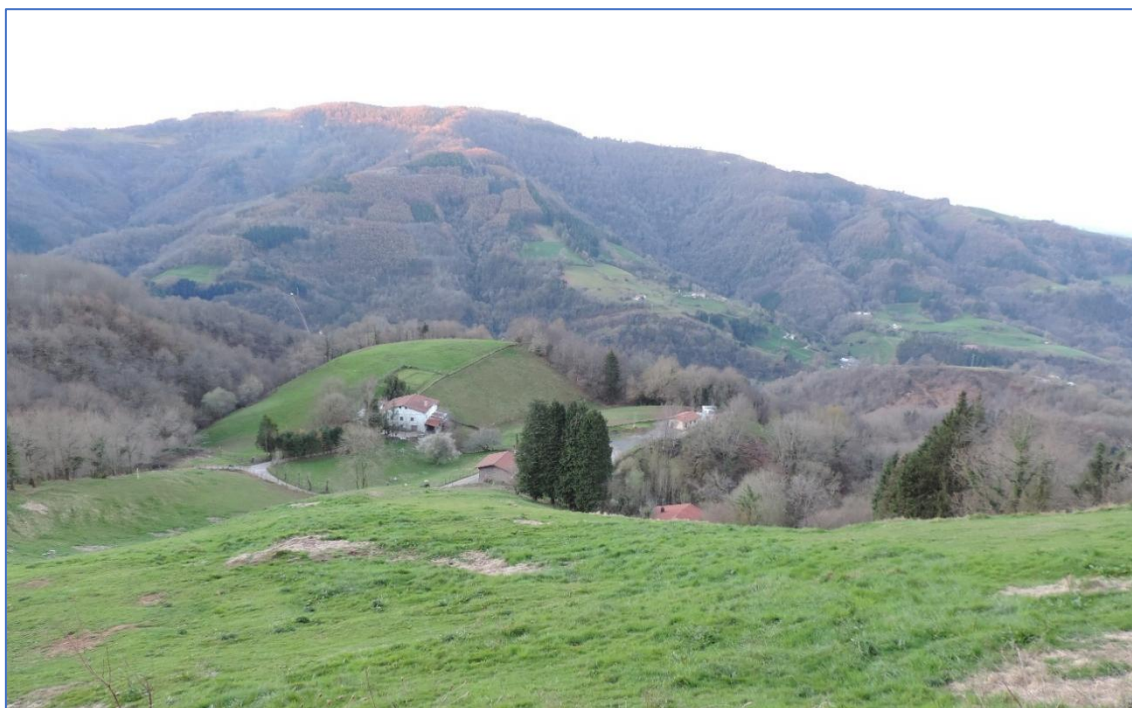


Figura 7. Paisaje en el entorno del proyecto. Fuente: propia.

Restauración de zonas degradadas

Una vez terminada la obra se procederá a la restauración ambiental de las zonas que no sean necesarias para la explotación del parque, dentro de los límites del monte público. Una vez terminada la obra, se garantizará el paso libre a la población y el uso rural tradicional del espacio.

Prevención de incendios forestales

Se tomarán las medidas necesarias en materia de prevención de incendios forestales. Se garantizará la presencia de un extintor portátil en cada aerogenerador.

Se valorará la ejecución de trabajos de clareos, desbroces, apertura de fajas, repaso de cortafuegos existentes, siempre con el visto bueno de la autoridad competente.

6.9 MEDIDAS RELATIVAS AL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Contratación local

Se potenciará la subcontratación de personal, empresas y servicios locales para la ejecución del proyecto, salvo en aquellas situaciones que requieran una alta especialización y no se disponga de profesionales cualificados en las proximidades del parque eólico.

Control de emisiones acústicas

Se buscará alejar lo máximo posible los elementos generadores de ruido (como turbinas o maquinaria) de los núcleos habitados cercanos, minimizando así las molestias a la población.

Gestión del tráfico y transporte

Se priorizará que las operaciones de transporte por carretera relacionadas con el proyecto se realicen durante las horas de menor intensidad de tráfico, evitando la congestión y las alteraciones en las rutas habituales.

Acceso y uso de vías públicas

Se garantizará en todo momento el uso libre y el acceso a los caminos públicos que se vean afectados o utilizados durante las fases de construcción y operación del parque.

Reducción del tiempo de ejecución

Las obras deberán finalizar en el menor tiempo posible para no extender innecesariamente la duración de las molestias y las afecciones a la población y al entorno.

Comunidades energéticas

Se valorará la creación de comunidades energéticas en los municipios donde se ubique el clúster eólico, con el objetivo de que toda la población pueda beneficiarse directamente de la energía eléctrica generada.

Otros beneficios para las comunidades locales

Se estudiará conjuntamente con los ayuntamientos la posibilidad de desarrollar otras iniciativas sociales y de mejora comunitaria que contribuyan al bienestar de los vecinos y al fortalecimiento de la relación entre el proyecto y el municipio.

7. SISTEMAS DE DETECCIÓN Y PARADA AUTOMÁTICA PARA AVIFAUNA - IDENTIFLIGHT

Con objeto de minimizar el riesgo de colisión de avifauna con los aerogeneradores del parque eólico, se propone la implantación del **sistema automático de detección y parada selectiva IdentiFlight**, distribuido en España por Zefiro Partners, o uno similar y apto para el terreno.

Se trata de una tecnología de referencia internacional en materia de protección de aves en instalaciones eólicas, basada en **inteligencia artificial** avanzada para la detección, clasificación y seguimiento de especies sensibles.

Su tasa de efectividad en la identificación de aves es superior al 96% y la tasa de **reducción de colisiones es de un 85%** con respecto a parques sin sistemas anticolidión.

El sistema emplea una combinación de **cámaras de alta resolución** e inteligencia artificial entrenada específicamente para la identificación y análisis de trayectorias de vuelo de aves en tiempo real.

Mediante algoritmos avanzados de reconocimiento, el sistema discrimina de forma altamente selectiva entre especies objetivo y el resto de aves presentes en el entorno, permitiendo actuar únicamente sobre aquellas especies previamente definidas dentro del programa de vigilancia ambiental del proyecto.

La configuración prevista contempla **la instalación de un sistema independiente por cada dos aerogeneradores**, ubicado sobre soportes específicos externos y no sobre la propia estructura del aerogenerador. Esta disposición permite optimizar la cobertura de vigilancia y mejorar la capacidad de detección del sistema en el entorno del parque.

Uno de los principales valores añadidos de esta tecnología es precisamente su elevada capacidad de discriminación taxonómica, derivada del grado de desarrollo de su inteligencia artificial. Esta elevada precisión permite minimizar las paradas innecesarias

de aerogeneradores, reduciendo de manera significativa la afección sobre la producción energética y mejorando la eficiencia global de las medidas de protección de fauna.

El sistema funciona mediante la detección temprana de ejemplares en aproximación a los aerogeneradores, calculando automáticamente distancia, trayectoria, velocidad y probabilidad de colisión. En caso de detectarse un riesgo real para una especie protegida, el sistema ordena automáticamente la parada temporal de los aerogeneradores afectados mediante integración con el sistema SCADA de la instalación. Una vez desaparece la situación de riesgo, los aerogeneradores retornan automáticamente a funcionamiento normal.

El sistema de detección está respaldado por ornitólogos que revisan constantemente las imágenes recogidas por el sistema, lo corrigen, mejoran los algoritmos y dan soporte humano al proyecto.

La capacidad de detección varía en función del tamaño y características de las especies, alcanzando **distancias aproximadas de hasta 1,5 km para grandes rapaces y hasta 2 km para buitres**, permitiendo actuar con suficiente antelación sobre situaciones potenciales de riesgo. Asimismo, el sistema incorpora funcionalidades avanzadas de seguimiento de trayectorias y análisis espacial, permitiendo generar registros detallados de altura de vuelo, dirección y recorridos mediante herramientas GIS y mapas de uso del espacio aéreo.

Desde el punto de vista ambiental, uno de los aspectos más relevantes para el presente proyecto es que la tecnología seleccionada **no requiere la implantación de sistemas de disuasión acústica** ni emisión de señales sonoras de alta intensidad para evitar aproximaciones de avifauna. Esta circunstancia resulta especialmente favorable ya que así se evitan molestias a los vecinos de los núcleos de población cercanos.

La ausencia de medidas acústicas evita la generación de contaminación sonora adicional y reduce el riesgo de alteraciones sobre los patrones de comportamiento de aves,

quirópteros y otra fauna presente en el entorno, favoreciendo una integración ambiental más compatible con la sensibilidad ecológica del área de implantación. Frente a otros sistemas que incorporan mecanismos de disuasión sonora, la solución propuesta prioriza la detección selectiva y la gestión inteligente del riesgo, minimizando interferencias sobre el medio natural.

Adicionalmente, el sistema cuenta con amplia implantación internacional y experiencia contrastada en parques eólicos de distintas comunidades autónomas, incluyendo Aragón, Navarra y Andalucía, donde ha sido valorado positivamente tanto por promotores como por administraciones ambientales debido a su elevada capacidad de detección y a su eficacia frente a métodos tradicionales basados exclusivamente en observadores humanos.

8. SISTEMAS DE DETECCIÓN Y PARADA AUTOMÁTICA PARA QUIRÓPTEROS – dtBat

Para minimizar el riesgo de afección sobre comunidades de quirópteros presentes en el entorno del parque eólico, se propone la implantación **del sistema automático de detección y gestión adaptativa dtBat** o similar, desarrollado específicamente para la protección de murciélagos en instalaciones eólicas.

La tecnología dtBat se basa en la **detección acústica** de actividad de quirópteros mediante **micrófonos ultrasónicos** instalados directamente en los aerogeneradores. El sistema monitoriza en tiempo real la actividad de murciélagos en el entorno próximo al rotor, detectando vocalizaciones ultrasónicas y evaluando automáticamente niveles de actividad y riesgo potencial de colisión.

La configuración prevista contempla la instalación de **dos micrófonos por aerogenerador**, permitiendo cubrir el espacio aéreo próximo a la zona de barrido de

palas. El radio de detección aproximado se sitúa entre 60 y 80 metros alrededor del aerogenerador.

El sistema opera fundamentalmente durante el periodo de mayor actividad de quirópteros, entre los meses de marzo y octubre, pudiendo configurarse umbrales específicos de actuación en función de los objetivos de conservación definidos para el proyecto.

La lógica de funcionamiento permite ordenar paradas temporales del aerogenerador cuando se detecta una actividad significativa de quirópteros, por ejemplo, ante la detección simultánea de tres o más individuos, umbral configurable según las necesidades ambientales y operativas del emplazamiento.

La principal ventaja de este sistema radica en su **capacidad de aplicar medidas dinámicas y adaptativas basadas en actividad real de quirópteros**, frente a modelos de parada generalistas basados únicamente en parámetros meteorológicos o calendarios temporales. Esto permite optimizar el equilibrio entre protección ambiental y producción energética, limitando las paradas exclusivamente a situaciones de riesgo efectivo.

Desde el punto de vista ambiental, la implantación de dtBat supone una mejora significativa en la gestión preventiva del riesgo sobre quirópteros, especialmente en entornos ecológicamente sensibles o corredores de conectividad donde la presencia de murciélagos puede verse favorecida por la disponibilidad de recursos hídricos, masas forestales y estructuras lineales de desplazamiento.

Adicionalmente, el sistema dispone de plataforma de monitorización y registro de datos, permitiendo almacenar información de actividad acústica y funcionamiento operativo, lo que facilita el seguimiento ambiental del parque y la aplicación de estrategias de gestión adaptativa durante la fase de explotación.

9. IMPACTOS RESIDUALES. ANÁLISIS PRE Y POST MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS.

A continuación, procedemos a identificar y valorar los **impactos residuales** derivados de la ejecución y funcionamiento del Parque Eólico, entendidos estos como aquellos efectos sobre el medio ambiente que **persisten tras la aplicación de las medidas preventivas y correctoras** previstas en el Estudio de Impacto Ambiental.

Una vez adoptadas las medidas de mitigación diseñadas para cada factor ambiental — atmósfera, suelo, agua, vegetación, fauna, paisaje, medio socioeconómico, entre otros—, es necesario determinar en qué grado dichas acciones logran reducir la magnitud y significancia de los impactos iniciales, y cuáles mantienen un impacto ambiental residual que requiere seguimiento o vigilancia específica.

El análisis de impactos residuales es una herramienta clave para la **evaluación final de la viabilidad ambiental del proyecto**, así como para el diseño del **Programa de Vigilancia Ambiental**, ya que nos permite priorizar los factores que aún presentan un riesgo potencial o un efecto acumulativo significativo.

A continuación, se expone una la **valoración comparativa entre los impactos brutos y los impactos residuales** de forma sintética, junto con las medidas aplicadas para la reducción de los niveles de impacto.

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Tipo de Impacto	Detalles	Impacto bruto	Medida preventiva/correctora	Impacto residual
Atmósfera	Emisiones de polvo	Moderado	Humectación de caminos, barreras vegetales, cobertura de camiones	Compatible
	Emisiones gaseosas	Moderado	Mantenimiento regular de maquinaria, uso de combustible limpio, optimización de rutas	Compatible
	Contaminación acústica	Moderado	Uso de maquinaria menos ruidosa, límites horarios, medidas acústicas	Bajo
	Contaminación lumínica	Bajo	Direccionamiento de luminarias, uso de luces de baja intensidad o selectivas	Compatible
	Riesgo de incendios	Moderado	Plan de manejo de residuos, prohibición de quema, supervisión	Compatible
Geomorfología y Suelo	Compactación y erosión	Alto	Delimitación de zonas de tránsito, caminos temporales, revegetación	Compatible
	Pérdida de capa fértil	Moderado	Retiro y almacenamiento de capa fértil, reposición posterior	Compatible
	Alteración de la morfología	Moderado	Diseño de taludes estables, manejo de pendientes	Compatible

Tipo de Impacto	Detalles	Impacto bruto	Medida preventiva/correctora	Impacto residual
Contaminación del suelo	Vertidos accidentales de combustibles, aceites y químicos	Alto	Contención de depósitos, capacitación en manejo de químicos	Compatible
	Gestión de residuos de obra	Moderado	Contenedores adecuados, separación de residuos, retiro frecuente	Compatible
Hidrología	Alteración de cauces y drenajes	Alto	Restauración de cauces, canalizaciones temporales, manejo de escorrentías	Moderado
	Contaminación de aguas	Alto	Plan de contingencia, uso de barreras y trampas de sedimentos	Compatible
	Afectación de vegetación ribereña	Moderado	Zonas de exclusión, cercos temporales	Compatible
	Erosión y sedimentación	Moderado	Reforestación de ribera, estabilización de suelos	Compatible
	Consumo y gestión de agua	Moderado	Reciclaje de agua, control de consumo	Compatible
Flora y Hábitats	Destrucción directa de vegetación	Alto	Delimitación de áreas de trabajo, reubicación de flora	Moderado
	Afectación a especies sensibles	Moderado	Prospecciones previas y monitoreo	Compatible
	Fragmentación de hábitats	Moderado	Minimizar caminos, restauración de corredores	Compatible
	Alteración de suelo	Moderado	Plan de restauración de suelos, labranza post-obra	Compatible

	Tipo de Impacto	Detalles	Impacto bruto	Medida preventiva/correctora	Impacto residual
	Alteración de dinámica ecológica	Modificación de microhábitats	Moderado	Restauración de hábitats, plantaciones	Compatible
Fauna	Perturbación por ruido	Alteración de comportamiento, comunicación y reproducción	Moderado	Limitar horarios de obra, barreras acústicas, monitoreo	Compatible
	Pérdida de refugios	Destrucción de madrigueras o nidos	Moderado	Prospecciones previas y ajuste de las épocas de trabajo	Compatible
	Mortalidad de fauna terrestre	Atropellos de fauna	Moderado	Señalización, caminos controlados, velocidad limitada	Compatible
	Fragmentación de corredores faunísticos	Restricción de movimientos	Moderado	Medidas para pequeños vertebrados, mantenimiento de arbustos etc.	Bajo
	Alteración de comportamientos	Reducción de recursos alimenticios, zonas de caza	Moderado	Restauración de hábitats	Compatible
Paisaje	Alteración visual	Cambios en percepción del paisaje	Alto	Integración paisajística, revegetación	Moderado
	Modificación de elementos naturales	Eliminación de vegetación y cambios topográficos	Moderado	Restauración de áreas afectadas	Compatible
	Impacto nocturno	Iluminación artificial	Bajo	Direccionamiento de luminarias, luces de baja intensidad	Compatible
Patrimonio Cultural y Arqueológico	Daño directo	Excavaciones, movimiento de tierras	Moderado	Monitoreo arqueológico, protocolos de intervención	Compatible
	Alteración del entorno	Obras modifican contexto paisajístico	Moderado	Diseño compatible con entorno	Compatible

	Tipo de Impacto	Detalles	Impacto bruto	Medida preventiva/correctora	Impacto residual
	Riesgo de hallazgos inesperados	Descubrimiento de restos durante obras	Moderado	Control de obra, plan de manejo y actuación inmediata	Compatible
Medio Socioeconómico	Tránsito y accesibilidad	Obstaculización de caminos locales	Moderado	Señalización, rutas alternativas, planificación de horarios	Compatible
	Empleo y economía local	Generación de empleo	Positivo	Planes de empleo local, contratación de mano de obra	Positivo

Tabla 9. Impactos brutos y residuales de la fase constructiva

FASE DE FUNCIONAMIENTO

	Tipo de Impacto	Detalles	Impacto bruto	Medida preventiva/correctora	Impacto residual
Atmósfera	Contaminación acústica	Ruido operacional	Moderado	Mantenimiento preventivo para reducción de ruido	Bajo
	Contaminación lumínica	Iluminación nocturna operaciones	Bajo	Direccionamiento de luminarias, uso de luces de baja intensidad	Compatible
Hidrología	Alteración de cauces y drenajes	Alteraciones en la escorrentía superficial	Moderado	Mantenimiento de drenajes y control de fugas	Compatible
	Consumo y gestión de agua	Uso de agua en limpieza y mantenimiento	Moderado	Reciclaje de agua, control de consumo	Compatible
Flora y Hábitats	Destrucción directa de vegetación	Desbroces de mantenimiento	Moderado	Control de vegetación sin pesticidas	Bajo
Fauna	Perturbación por ruido	Alteración de comportamiento, comunicación y reproducción	Moderado	Utilización de sistemas de baja sonoridad	Compatible
	Mortalidad de fauna terrestre	Atropellos de fauna	Bajo	Señalización, caminos controlados, velocidad limitada	Compatible

	Tipo de Impacto	Detalles	Impacto bruto	Medida preventiva/correctora	Impacto residual
	Mortandad de avifauna y quirópteros	Colisiones con los aerogeneradores	Alto	Sistemas de parada automática	Moderado
Paisaje	Alteración visual	Cambios en percepción del paisaje	Alto	Integración paisajística, revegetación	Moderado
	Modificación de elementos naturales	Eliminación de vegetación y cambios topográficos	Moderado	Restauración de áreas afectadas	Compatible
	Impacto nocturno	Iluminación artificial	Bajo	Luces de baja intensidad o de encendido selectivo	Compatible
Medio socioeconómico	Empleo	Generación de empleo	Positivo	Planes de empleo local, contratación de mano de obra	Positivo
	Economía local	Cobro de tasas y alquiler de parcelas	Positivo	Reducción de la factura luz	Positivo

Tabla 10. *Impactos brutos y residuales de la fase operacional/funcionamiento*

FASE DE DESMANTELAMIENTO

	Tipo de Impacto	Detalles	Impacto bruto	Medida preventiva/correctora	Impacto residual
Atmósfera	Emisiones de polvo	Levantamiento de polvo por tránsito de vehículos; dispersión de partículas durante manipulación de materiales sueltos	Bajo	Humectación de caminos, cobertura de materiales	Compatible
	Emisiones gaseosas	Combustión de maquinaria pesada; gases contaminantes (CO ₂ , NO _x , SO _x)	Bajo	Mantenimiento regular de maquinaria, uso de combustible limpio, optimización de rutas	Compatible

	Tipo de Impacto	Detalles	Impacto bruto	Medida preventiva/correctora	Impacto residual
	Contaminación acústica	Ruidos de maquinaria y transporte; vibraciones por movimientos de tierra	Bajo	Uso de maquinaria silenciosa, límites de horario	Compatible
Geomorfología y Suelo	Pérdida de calidad del suelo	Tránsito de vehículos fuera de zonas habilitadas; movimiento de tierras y excavaciones	Moderado	Reparación de la capa edáfica	Compatible
	Contaminación del suelo	Vertidos accidentales de combustibles, aceites y químicos	Alto	Contención de depósitos, capacitación en manejo de químicos	Compatible
	Gestión de residuos de obra	Almacenamiento temporal sin medidas de contención	Moderado	Contenedores adecuados, separación de residuos, retiro frecuente	Compatible
Hidrología	Alteración de cauces y drenajes	Modificación de dirección y caudal natural de flujos	Moderado	Restauración de cauces, canalizaciones temporales, manejo de escorrentías	Compatible
	Contaminación de aguas	Vertidos de aceites, hormigón o químicos	Alto	Plan de contingencia, uso de barreras y trampas de sedimentos	Compatible
Flora y Hábitats	Destrucción directa de vegetación	Movimientos de tierra y desbroces	Moderado	Delimitación de áreas de trabajo, reubicación de flora	Compatible
Fauna	Perturbación por ruido	Alteración de comportamiento, comunicación y reproducción	Moderado	Limitar horarios de obra, barreras acústicas, monitoreo	Compatible
	Mortalidad de fauna terrestre	Atropellos de fauna	Moderado	Señalización, caminos controlados, velocidad limitada	Compatible
	Alteración de comportamientos	Molestias causadas por las obras	Moderado	Planificación de obra en base a ciclos	Compatible

	Tipo de Impacto	Detalles	Impacto bruto	Medida preventiva/correctora	Impacto residual
Paisaje	Retirada de estructuras	Desaparición de las infraestructuras	Positivo	-	Positivo
	Modificación de elementos naturales	Eliminación de vegetación y cambios topográficos	Moderado	Restauración de áreas afectadas	Compatible
Medio Socioeconómico	Empleo y economía local	Generación de empleo temporal	Positivo	Planes de empleo local, contratación de mano de obra	Positivo

Tabla 11. *Impactos brutos y residuales de la fase de desmantelamiento*

10. MEDIDAS COMPENSATORIAS

Las medidas compensatorias son acciones dirigidas a contrarrestar los efectos ambientales residuales que no pueden eliminarse completamente mediante medidas preventivas o correctoras. Su objetivo es restaurar o mejorar los ecosistemas afectados, contribuyendo al equilibrio entre el desarrollo del proyecto y la sostenibilidad ambiental.

En este caso, las medidas compensatorias se aplicarán específicamente a aquellos impactos que no han podido reducirse a niveles compatibles mediante las estrategias anteriores, y su planificación y ejecución se realizará en coordinación con la administración, asegurando así una compensación efectiva conforme a la normativa ambiental vigente.

Los estudios de aves y quirópteros se detallan algunas medidas compensatorias especialmente relacionadas con la fauna del entorno del parque, como son:

Compensación del Hábitat de Interés Comunitario (HIC)

Cuando la ocupación de Hábitats de Interés Comunitario (HIC) resulte inevitable, se implementarán medidas compensatorias orientadas a garantizar la equivalencia ecológica y la recuperación funcional de los hábitats afectados, conforme a la normativa vigente y a los principios de restauración ecológica.

Entre las tipologías de áreas susceptibles de ser utilizadas para la compensación del hábitat se incluyen, en primer lugar, **zonas agrícolas marginales o en proceso de abandono**, caracterizadas por una baja productividad y una escasa rentabilidad agraria. Estas superficies ofrecen un elevado potencial para su reconversión hacia formaciones naturales, permitiendo la implantación progresiva de comunidades herbáceas y arbustivas autóctonas, y facilitando la recuperación de funciones ecológicas.

En segundo lugar, se consideran adecuadas las **áreas degradadas o erosionadas**, que presentan pérdida de suelo, baja cobertura vegetal o alteraciones derivadas de usos

intensivos previos. En estos espacios, las actuaciones de restauración no solo compensan la afección generada por el proyecto, sino que contribuyen de forma significativa a la mejora ambiental del territorio, favoreciendo la estabilización del suelo, la recuperación de la vegetación y la mejora del ciclo hidrológico.

Asimismo, podrán emplearse **zonas colindantes a infraestructuras existentes**, como caminos rurales o lindes agrícolas, donde sea posible ampliar o reforzar la vegetación natural mediante la implantación de setos, matorrales o pequeñas manchas de vegetación autóctona. Estas actuaciones resultan especialmente eficaces para mejorar la conectividad ecológica y reducir la fragmentación del hábitat.

Otra tipología relevante son las **áreas próximas a cursos de agua o zonas húmedas**, siempre que su uso sea compatible con la normativa sectorial aplicable. En estos casos, la restauración puede orientarse a la recuperación de vegetación de ribera, contribuyendo a mejorar la calidad del hábitat, la regulación hídrica y la biodiversidad asociada.

Finalmente, también podrán considerarse **manchas de vegetación natural existentes con bajo estado de conservación**, donde las actuaciones se centren en su mejora y enriquecimiento mediante la introducción de especies autóctonas, la eliminación de presiones antrópicas y la mejora de su estructura y funcionalidad.

La selección final de las áreas de compensación se realizará atendiendo a criterios de viabilidad técnica, coherencia ecológica y sostenibilidad a largo plazo, asegurando que las medidas adoptadas no solo compensen la pérdida de hábitat, sino que contribuyan a la mejora global del estado de conservación del entorno.

Restauración ecológica avanzada basada en sucesión dirigida

Este proceso no se basa en una hidrosiembra estándar de las zonas afectadas objeto de restauración, sino en un enfoque de sucesión ecológica dirigida mediante siembra de especies herbáceas autóctonas pioneras, la introducción progresiva de matorral y la

plantación selectiva de especies leñosas (si se considera apropiado para el tipo de hábitat). Esta acción trata de generar comunidades vegetales estables y funcionales, no solo una cobertura vegetal rápida.

Para esta restauración se priorizará el uso de material vegetal local (km 0 ecológico), mediante la adquisición o recolección de semillas en el entorno próximo y el uso de especies de viveros locales con ecotipos adaptados, que aseguren la adaptación climática, la resiliencia y el valor ecológico real sin modificación genética.

Mejora funcional del suelo mediante inoculación biológica

Esta técnica novedosa se lleva a cabo mediante la transferencia de suelo fértil desde zonas no afectadas y con ello la inoculación de micorrizas y microorganismos del suelo. Como beneficios a la flora se espera una aceleración de la restauración, la mejora del establecimiento vegetal y la recuperación de funciones ecológicas.

Creación de islas de biodiversidad

Se plantea la posibilidad de diseñar pequeñas áreas distribuidas en el territorio con alta diversidad de especies vegetales, con estructura de mosaico que pueda servir de refugio para la fauna. Se trata así de incrementar la heterogeneidad del paisaje y favorecer la presencia de insectos polinizadores y fauna auxiliar.

En esta zona en concreto, destaca la presencia de multitud de balsas de riego con su entorno más o menos antropizado. En lugar de proponer la creación de puntos de agua muy típicos en este tipo de intervenciones, se opta por la integración paisajística de los ya existentes.

La actuación se basa en la creación de islas de biodiversidad y orlas vegetales que incrementen la heterogeneidad del hábitat, mejoren la conectividad ecológica y favorezcan la presencia de polinizadores, fauna auxiliar y vertebrados asociados a medios agrícolas.

La intervención se desarrollaría en el perímetro exterior de la balsa, sin afectar a su funcionalidad hidráulica ni a sus elementos estructurales, generando un gradiente ecológico progresivo desde la lámina de agua hacia el entorno agrícola.



Figura 8. Diseño teórico de una isla de biodiversidad en torno a una balsa actualmente poco favorable. Fuente: propia

En términos operativos, la medida se articula en tres componentes principales:

- **Implantación de una orla perimetral discontinua**, de entre 2 y 5 m de anchura, en aproximadamente el 60–70% del contorno de la balsa. Esta franja estará compuesta por una combinación de herbáceas perennes y matorral bajo, evitando configuraciones lineales continuas que puedan interferir con el mantenimiento o generar efecto barrera.
- **Creación de 3–4 islas de biodiversidad** (200–300 m² cada una), ubicadas estratégicamente para maximizar la conectividad:

- Una (1) en transición con la masa forestal adyacente, reforzando el ecotono
- Dos (2) en la matriz agrícola circundante, actuando como “stepping stones”
- Una (1) adicional de menor tamaño asociada al vial de acceso, contribuyendo a la diversificación estructural del borde
- **Incorporación de elementos estructurales** dentro de las islas y la orla, tales como acúmulos de piedra, madera muerta, pequeñas zonas de suelo desnudo y microrelieves, con objeto de generar refugios y nichos para distintos grupos faunísticos.

El diseño vegetal se organizará en forma de gradiente, diferenciando una zona próxima a la balsa con especies más tolerantes a la humedad, una zona intermedia con matorral disperso y una zona externa dominada por pradera florística de especies autóctonas, lo que permitirá alargar los periodos de floración y aumentar la diversidad funcional del hábitat.

Adicionalmente, y dado el carácter potencialmente impermeabilizado y con taludes pronunciados de este tipo de infraestructuras, se contempla la **instalación de 1–2 rampas de escape para fauna** en puntos estratégicos del perímetro. Estas rampas consistirán en superficies inclinadas (pendiente suave <30%), ejecutadas preferentemente con materiales rugosos o naturales (zahorra compactada, geoceldas o entramados de madera), que permitan la salida de pequeños vertebrados (anfibios, reptiles, micromamíferos) que puedan caer accidentalmente al interior de la balsa. Su ubicación se priorizará en zonas tranquilas, alejadas del tránsito habitual, y conectadas directamente con las áreas de vegetación naturalizada.

En conjunto, la medida permitirá transformar una infraestructura hidráulica aislada en un elemento activo dentro de la red ecológica local, mejorando la conectividad entre la masa forestal y los cultivos, incrementando la disponibilidad de refugio y alimento para la fauna, y contribuyendo a la mejora global de la biodiversidad en el ámbito del

proyecto, todo ello sin comprometer la operatividad de la balsa ni los usos agrarios existentes.

Potenciar e implantar corredores ecológicos

Con objeto de reducir la fragmentación, se implantarán medidas para la conexión entre manchas de vegetación natural mediante la restauración lineal con el mantenimiento y plantación de setos y matorrales en las zonas donde sea posible y con el visto bueno del órgano ambiental.

Cajas refugio de murciélagos

Se prevé la instalación de un total de doce (12) cajas-refugio para quirópteros en masas forestales próximas al ámbito de actuación, con el objetivo de incrementar la disponibilidad de refugios y favorecer la presencia de estas especies en el entorno, contribuyendo además al control natural de insectos. La medida se plantea de forma que refuerce las poblaciones locales sin generar un efecto de atracción hacia la zona de los aerogeneradores, minimizando así el riesgo de colisión. En este sentido, las cajas se ubicarán en formaciones forestales cercanas, preferentemente a distancias superiores a 500 m de los aerogeneradores, evitando su alineación con posibles corredores de vuelo hacia las infraestructuras eólicas.

La selección de emplazamientos priorizará bordes de bosque y zonas de ecotono, donde la actividad trófica de los quirópteros suele ser mayor, así como áreas con cierta proximidad a puntos de agua, como balsas de riego, que incrementan la disponibilidad de insectos. Las cajas se orientarán preferentemente hacia el sur o sureste, buscando condiciones térmicas favorables, y se colocarán protegidas de los vientos dominantes.

Las cajas-refugio serán de tipología fisurícola, fabricadas en madera o madera-cemento para garantizar su durabilidad, con cámaras internas estrechas y superficies rugosas que faciliten la fijación de los individuos. Se instalarán a una altura comprendida entre 3 y 6 metros sobre el suelo, fijadas a troncos de árboles mediante sistemas que no provoquen

daños significativos en el arbolado. Se seleccionarán ejemplares con diámetro suficiente y buena exposición, evitando zonas excesivamente sombreadas o húmedas.

Se propone colocarlas en dos pequeños grupos de seis cajas, situadas en un radio de 100-200 m y orientadas hacia diferentes puntos cardinales para cubrir todas las necesidades microclmáticas.



Figura 9. Ejemplo de caja de tipo fisurícola Fuente: SECEMU

Finalmente, se llevará a cabo un seguimiento anual para comprobar el estado de conservación de las cajas y su grado de utilización, prestando atención a indicios como la presencia de excrementos o restos orgánicos, y limitando las labores de mantenimiento a periodos fuera de la época reproductora para evitar molestias a las colonias.

Hoteles de insectos

Finalmente, se instalarán 6 hoteles de insectos. Estos hoteles proporcionan alimento y aumentan la biodiversidad de insectos en la zona, mejorando la polinización y siendo base en la alimentación de los murciélagos.

Se colocarán en la interfase entre las masas forestales y los campos de cultivo. A ser posible se colocarán alejados de los caminos principales.



Figura 10. Ejemplo de hotel de insectos. Fuente: propia.

Comunidades energéticas y otros beneficios

Se valorará la creación de comunidades energéticas en los municipios donde se ubique el clúster eólico, con el objetivo de que toda la población pueda beneficiarse directamente de la energía eléctrica generada.

Se estudiará conjuntamente con los ayuntamientos la posibilidad de desarrollar otras iniciativas sociales y de mejora comunitaria que contribuyan al bienestar de los vecinos y al fortalecimiento de la relación entre el proyecto y el municipio.

11. PRESUPUESTO DE LAS MEDIDAS ESPECÍFICAS

Fase	Medida o actuación	Estimación económica (€)
ATMÓSFERA		
Diseño	Selección de equipos con baja emisión sonora y lumínica.	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Riego periódico de caminos y superficies expuestas	2,000.00 €
Construcción	Cubrición de camiones durante transporte de materiales y buenas prácticas	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Control de emisiones de maquinaria y apagado en inactividad	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Control de niveles de ruido conforme RD 1367/2007	5,000.00 €
Construcción	Gestión de residuos y prevención de incendios	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Gestión adecuada de acopios de tierra vegetal	<i>Sin coste adicional</i>
Operación	Mantenimiento preventivo para reducción de ruido	<i>Sin coste adicional</i>
Desmantelamiento	Control de polvo y gestión de residuos de demolición	<i>Sin coste adicional</i>
GEOMORFOLOGÍA Y SUELO		
Diseño	Minimización de movimientos de tierra y adaptación a la topografía	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Delimitación de áreas de trabajo y acopio	4,000.00 €
Construcción	Retirada y almacenamiento de capa fértil para su reutilización	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Protocolo ante vertidos accidentales	<i>Sin coste adicional</i>
Restauración	Descompactación de terrenos afectados	2,000.00 €
Restauración	Restauración edáfica	5,000.00 €
HIDROLOGÍA		
Diseño	Evitar ocupación de cauces naturales y zonas inundables	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Protección de cauces y drenajes con barreras y cunetas	2,000.00 €
Construcción	Sistemas de contención y cubetos en transformadores	2,400.00 €
Operación	Mantenimiento de drenajes y control de escorrentías	<i>Sin coste adicional</i>
Desmantelamiento	Control de vertidos y gestión de aguas residuales	<i>Sin coste adicional</i>

FLORA Y HÁBITATS		
Diseño	Evitar áreas con flora protegida o hábitats prioritarios	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Balizamiento de zonas de desbroce y exclusión de vegetación	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Prospección previa	500.00 €
Restauración	Adquisición de parcelas para compensación de HIC y mejora de hábitat	20,000.00 €
Restauración	Revegetación con especies autóctonas	20,000.00 €
Operación	Control de vegetación sin herbicidas	2,000.00 €
FAUNA		
Diseño	Ubicación evitando áreas de nidificación o paso migratorio	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Limitación de velocidad y horarios de obra	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Pasos de fauna o rampas en zanjas	3,000.00 €
Operación	Instalación de cajas nido y hoteles de insectos	2,000.00 €
Operación	Sistema de detección/parada Identiflight	264,400.00 €
Operación	Sistema de detección/parada dtBats	70,188.00 €
Operación	Seguimiento de mortalidad de aves y quirópteros (COSTE POR AÑO)	4,000.00 €
Operación	Mejora de hábitats para fauna y otras medidas compensatorias	10,000.00 €
Desmantelamiento	Revisión de estructuras antes de desmontaje	<i>Sin coste adicional</i>
PAISAJE		
Diseño	Diseño de aerogeneradores, accesos y color para integración visual	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Orden y limpieza de obra, minimización de acopios visibles	<i>Sin coste adicional</i>
Restauración	Revegetación de taludes con especies locales	10,000.00 €
Operación	Mantenimiento de plantaciones	4,000.00 €
Desmantelamiento	Retirada completa de infraestructuras y restauración final	<i>Sin coste adicional</i>
PATRIMONIO CULTURAL		
Previa a construcción	Prospección arqueológica preventiva	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Control de obra	4,000.00 €
Construcción	Balizamiento de zonas con interés cultural	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Paralización inmediata ante hallazgos	<i>Sin coste adicional</i>

MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA

Diseño	Coordinación con administración forestal	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Prevención de incendios y control de residuos forestales	<i>Sin coste adicional</i>
Restauración	Reforestación de zonas afectadas	4,000.00 €

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Construcción	Contratación de mano de obra local	<i>Sin coste adicional</i>
Construcción	Control de ruidos, accesos y horarios hacia núcleos urbanos	<i>Sin coste adicional</i>
Operación	Minimización de tráfico y molestias locales	<i>Sin coste adicional</i>
Operación	Fondo anual de mejora local y medidas compensatorias	10,000.00 €

TOTAL

460.488,00 €