

ANEXO IX:

CÁLCULO DEL RIESGO DE COLISIÓN DE LA
AVIFAUNA Y MEDIDAS DE
COMPENSACIÓN DE BIODIVERSIDAD

ÍNDICE

<i>CÁLCULO DEL RIESGO DE COLISIÓN DE LA AVIFAUNA Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN DE BIODIVERSIDAD.....</i>	<i>1</i>
<i>1. INTRODUCCIÓN.....</i>	<i>3</i>
<i>2. MEDIDAS DE COMPENSACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.....</i>	<i>5</i>
2.1 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN PARA EL ACTIVO NATURAL HÁBITAT	5
2.1.1. Definición del activo natural Hábitat	5
2.1.2. Impacto residual a compensar del activo natural Hábitat	5
2.1.3. Selección y dimensión de la medida de compensación	14
2.2 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN PARA EL ACTIVO NATURAL ESPECIE	17
2.2.1. Definición del activo natural Especie	17
2.2.2. Metodología de estimación del riesgo de colisión de la avifauna en líneas eléctricas	19
2.2.3. Cálculo del impacto residual a compensar sobre el activo natural Especie	51
2.2.4. Medidas propuestas para compensar el incremento del riesgo de colisión.....	65

1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se dirimen las medidas compensatorias diseñadas para la consecución del impacto neto cero en biodiversidad, tal y como se recoge en la Declaración Ambiental Estratégica del Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026.

Durante el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, y con el objetivo de reducir el impacto de las actuaciones del proyecto objeto del presente documento, se han aplicado todas las herramientas contempladas en la jerarquía de mitigación de proyectos: evitación, mitigación y restauración. En este proceso, el último paso para evitar la pérdida de biodiversidad neta debida a los impactos residuales asociados al proyecto consiste en la aplicación de medidas compensatorias, con el fin de alcanzar un Impacto Neto cero, logrando el objetivo de No Pérdida Neta de Biodiversidad, o incluso buscar el Impacto Positivo Neto, generando una Ganancia Neta de biodiversidad.



Figura 1. Esquema de la jerarquía de mitigación de impactos de Red Eléctrica.

El enfoque empleado para el diseño de las medidas compensatorias se sustenta en una visión de capital natural (basada en la *Taskforce On Nature Related Financial Disclosures*) con la que se pretende compensar el impacto residual del proyecto sobre los diferentes activos naturales.

Los activos naturales de biodiversidad sobre los que se valoran impactos residuales significativos en el proyecto son:

- Activo natural Hábitat (entendido como vegetación y usos del suelo)
- Activo natural Especie

A continuación, se detallan los cálculos efectuados, analiza y justifica la elección de estos activos en concreto.

2. MEDIDAS DE COMPENSACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

2.1 Medidas de compensación para el activo natural HÁBITAT

2.1.1. Definición del activo natural Hábitat

En primer lugar, es importante no confundir el activo natural hábitat con los hábitats de interés comunitario (HIC). El activo hábitat natural sobre el que vamos a trabajar es un concepto más amplio y recoge los hábitats naturales forestales, no forestales y agrícolas (partiendo de la cartografía del Mapa Forestal MFE).

2.1.2. Impacto residual a compensar del activo natural Hábitat

La propuesta metodológica realizada por RED ELÉCTRICA para estimar el impacto residual a compensar del activo natural hábitat se calcula a partir de la siguiente formula:

$$IRC = (IPAS - M - R) \times CC$$

Siendo:

IPAS: Impacto potencial de la alternativa de proyecto seleccionada. Se mide en hectáreas. Se calcula intersecando las afecciones de la alternativa de proyecto seleccionada con la información geográfica del activo hábitat.

M: Mitigación. Se define como el conjunto de medidas adoptadas para reducir la duración, la intensidad y/o el alcance de los impactos que no puedan evitarse por completo, en la medida en que sea factible durante la fase de construcción sobre el activo hábitat. Fruto del trabajo realizado con el diseño y ejecución del plan de vigilancia ambiental se reduce esta afección mediante un coeficiente de mitigación (CM).

R: Restauración. Medidas adoptadas para rehabilitar los ecosistemas degradados o restaurar los ecosistemas despejados tras la exposición a los impactos producidos in situ tras la construcción de las instalaciones.

CC: Coeficiente de estado de conservación. Determina el incremento en la superficie de hábitat a compensar en función de su estado de conservación.

IRC: Impacto Residual a Compensar. Se mide en hectáreas: superficie finalmente a compensar por tipo de agrupación de hábitat afectado.

Para la aplicación de la fórmula del cálculo del impacto residual a compensar es necesario tener en cuenta las siguientes premisas:

- Coeficiente de mitigación (CM): Se considera un 2% para las líneas eléctricas. Siendo consciente de la gran mejora que supone para el desempeño ambiental de la obra contar con supervisión ambiental independiente llevada a cabo por consultoras ambientales expertas, y su traducción en reducir la afección al activo hábitat al mínimo posible en cada caso, se adopta un valor muy conservador (2%) para el componente de mitigación. Dado que se trata de un valor difícil de estimar y demostrar, se adopta un valor posiblemente muy infraestimado para ser conservadores en el análisis. La experiencia de más de 15 años de supervisión ambiental intensiva en obras de RE sugiere que el valor este coeficiente es en realidad muy superior.
- La afección temporal a hábitat agrícolas se restaura en su totalidad. Las plataformas y accesos sobre este hábitat se restauran inmediatamente tras acabar los trabajos, con lo que no existe un impacto residual sobre estos hábitats.
- Se debe tener en cuenta el estado de conservación del hábitat afectado para definir la superficie que se necesita compensar finalmente. La valoración del estado de

conservación sigue en líneas generales la metodología definida por el MITECO de evaluación de variables de estructura/función para tipos de hábitat de interés comunitario, considerando tres categorías de estado posible: favorable, desfavorable inadecuado y desfavorable malo¹. Un hábitat afectado en un estado de conservación desfavorable inadecuado o desfavorable malo se compensa con una ratio de 1:1 en términos de superficie, pero si el estado de conservación es favorable se compensa con una ratio mayor de 1:2. Es decir, para compensar la afección residual a 1 ha de un hábitat en estado de conservación favorable se requiere actuar sobre una superficie de 2 ha de hábitat a compensar. Esta ratio determina el valor del coeficiente de estado de conservación, que toma valores de 1 o 2 según el caso.

- Cada afección al activo hábitat se computa al grupo de hábitat al que pertenece el hábitat afectado, considerando para ello los grandes grupos definidos por el MITERD en sus metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat².

Por tanto, la estimación cuantitativa del impacto residual a compensar resulta de la intersección del Activo Hábitat con la superficie de afección reducida en un 2% (coeficiente de mitigación), aplicando el coeficiente que resulte de la valoración del estado de conservación del hábitat afectado.

IPAS (Impacto potencial de la alternativa de proyecto seleccionada)

¹ Guía metodológica de evaluación de impacto ambiental en Red Natura 2000. Criterios utilizados por la Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural para la determinación del perjuicio a la integridad de Espacios de la Red Natura 2000 por afección a Hábitats de interés comunitario. Ministerio para la Transición Ecológica 2019.

² https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/Seguimiento_Habitat.aspx

Identificadas las superficies de ocupación de la línea eléctrica, el IPAS se obtiene de las intersecciones de estas ocupaciones con los tipos de formaciones del Activo hábitat (superficie de MFE) al que afectan:

ID Activo Hábitat	Origen	Formación	Estado conserv.	AF temporal (ha)	AF permanente (ha)	Superficie Afectada (ha)
H12	MFE	Bosque ribereño, No arbolado	Favorable	1,141	0,041	1,182
H16	MFE	Choperas y plataneras de producción	Desfavorable	3,465	0,018	3,483
H19	MFE	Enebrales (<i>Juniperus spp.</i>)	Favorable	0,134	0,096	0,23
H36	MFE	No arbolado	Desfavorable	8,352	1,187	9,539
H36	MFE	No arbolado	Favorable	51,538	3,539	55,077
H43	MFE	Pinar de pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	Desfavorable	0,546	0,102	0,648
Total						70,159

Tabla 1. Estimación del valor de IPAS

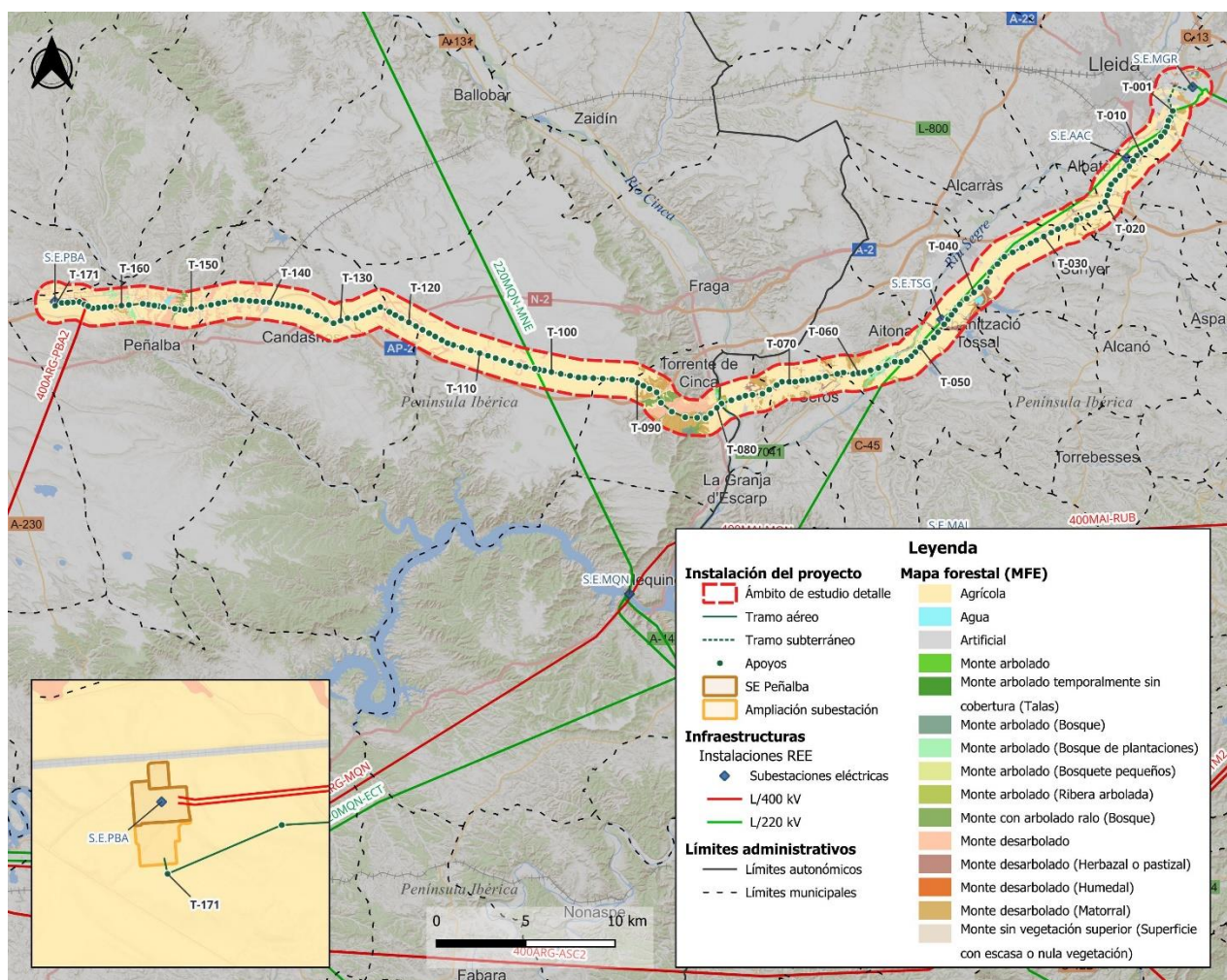


Figura 2. Activo Hábitat en el ámbito del proyecto.

M (Coeficiente de Mitigación)

Para estimar la mitigación M, se aplica un coeficiente de Mitigación (CM) en base al esfuerzo de supervisión de obra en el que se ejerce un control de la ejecución y efectividad de las medidas de evitación, mediante EMAC's y supervisión ambiental. La supervisión ambiental independiente,

llevada a cabo por consultoras ambientales expertas, de los proyectos de RED ELÉCTRICA, suponen una gran mejora para el desempeño ambiental de una obra y se traduce en reducir la afección al activo hábitat al mínimo posible en cada caso. En este sentido, se adopta como valor un coeficiente de Mitigación del 2 (%) para líneas eléctricas. Dado que se trata de un valor difícil de estimar y demostrar, se adopta un valor posiblemente muy infraestimado para ser conservadores en el análisis. La experiencia en supervisión ambiental intensiva en obras de RED ELÉCTRICA sugiere que el valor de este coeficiente es en realidad muy superior. Aplicando la fórmula $(IRC = (IPAS - M - R) \times CC)$ se restará este porcentaje a la superficie afectada (IPAS, estimada anteriormente), para obtener la superficie afectada tras la Mitigación (M).

ID Activo Hábitat	Origen	Formación	Estado conserv.	Superficie Afectada (ha)	CM 2% (ha)	Superficie Afectada tras mitigación (ha)
H12	MFE	Bosque ribereño, No arbolado	Favorable	1,182	0,024	1,158
H16	MFE	Choperas y plataneras de producción	Desfavorable	3,483	0,07	3,413
H19	MFE	Enebrales (<i>Juniperus spp.</i>)	Favorable	0,23	0,005	0,225
H36	MFE	No arbolado	Desfavorable	9,539	0,191	9,348
H36	MFE	No arbolado	Favorable	55,077	1,102	53,975
H43	MFE	Pinar de pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	Desfavorable	0,648	0,013	0,635
Total				70,159	1,405	68,754

Tabla 2. Estimación del valor de mitigación (M)

Así, el IPAS total obtenido tras la Mitigación propuesta, por las labores de Supervisión ambiental, es de 68,754 ha.

R (Restauración)

Para calcular la restauración R, se asume la siguiente premisa:

- Dadas las características de una línea eléctrica, donde únicamente en la fase de funcionamiento aparece una ocupación permanente por las peanas de los apoyos, en aquellos hábitat compatibles con la línea eléctrica (hábitats agrícolas y no arbolados al no estar afectados por la calle de seguridad de la línea eléctrica), se considera que la afección que sufren es temporal, y que la superficie afectada se podrá recuperar tras las obras, bien de forma natural o bien de forma activa mediante el arado de la superficie agrícola compactada. Con lo que la superficie afectada tras las obras será restaurada para este tipo de hábitat.

Aplicando la formula ($IRC = (IPAS - M - R) \times CC$) se resta para aquellos hábitat agrícolas y no arbolados, la superficie de afección temporal a la superficie de afección tras mitigación.

ID Activo Hábitat	Formación	Superficie Afectada (ha)	CM 2% (ha)	Superficie Afectada tras mitigación (ha)	Superficie Afectada tras restauración (ha)
H12	Bosque ribereño, No arbolado	1,182	0,024	1,158	1,158
H16	Choperas y plataneras de producción	3,483	0,07	3,413	0
H19	Enebrales (<i>Juniperus spp.</i>)	0,23	0,005	0,225	0,225
H36	No arbolado	9,539	0,191	9,348	0
H36	No arbolado	55,077	1,102	53,975	0
H43	Pinar de pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	0,648	0,013	0,635	0,635
Total		70,159	1,405	68,754	2,018

Tabla 3. Estimación del valor de Restauración (R)

Como se aprecia en la tabla, las zonas afectadas por la línea eléctrica se corresponden en su mayor parte con cultivos y hábitats no arbolados. Únicamente, se identifica una superficie de 5,54 ha de hábitats forestales.

Aplicando la formula ($IRC = (IPAS - M - R) \times CC$), para identificar el IRC (Impacto Residual a Compensar) es necesario tener en cuenta el coeficiente del estado de conservación (CC) de la vegetación natural afectada.

CC (coeficiente del estado de conservación)

Se tiene en cuenta el estado de conservación del hábitat natural afectado para definir la superficie que se necesita compensar finalmente. La valoración del estado de conservación sigue en líneas generales la metodología definida por el MITECO de evaluación de variables de estructura/función para tipos de hábitat de interés comunitario, considerando tres categorías de estado posible: favorable, desfavorable inadecuado y desfavorable malo.

En este sentido, los hábitats agrícolas no se consideran, dado que su valor tras la restauración de las zonas de ocupación temporal es 0.

Los criterios utilizados son que un hábitat afectado en un estado de conservación desfavorable inadecuado o desfavorable malo se compensa con una ratio de 1:1 en términos de superficie, pero si el estado de conservación es favorable se compensa con una ratio de 1:2. Es decir, para compensar la afección residual a 1 ha de un hábitat en estado de conservación favorable se requiere actuar sobre una superficie de 2 ha de hábitat a compensar. Esta ratio determina el valor del coeficiente de estado de conservación, que toma valores de 1 o 2 según el caso.

Estado conservación	m ² hábitat afectado	m ² hábitat a compensar
Favorable	1	2

Desfavorable- inadecuado	1	1
Desfavorable- malo	1	1

Tabla 4. Equivalencias por el estado de conservación del hábitat afectado

Cada afección al activo hábitat se computa al grupo de hábitat al que pertenece el hábitat afectado, considerando para ello los grandes grupos definidos por el MITECO en sus metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat.

Asignación de atributo en base a la tabla que relaciona IDActivoHabitat con IDgrupoHabitat

- IDGrupoHabitat:
- GrupoHabitat
- Grupo Habitat MITERD

Estos grupos de hábitats están basados en la nomenclatura oficial de grupos de hábitats naturales y seminaturales empleados por el MITECO.

ID AHC	Grupo Hábitat	Grupo MITERD
AHC-1	Coníferas	Bosques y matorrales no riparios
AHC-2	Hábitats de ribera	Bosques y matorrales de ribera
AHC-3	Frondosas	Bosques y matorrales no riparios
AHC-4	Monteverde canario	Bosques y matorrales no riparios
AHC-5	Otros hábitats arbolados	Bosques y matorrales no riparios
AHC-6	Roquedos, pedregales y glaciares	Roquedos
AHC-7	Pastizales naturales	Pastizales
AHC-8	Litoral	Ecosistemas costeros
AHC-9	Marino	Ecosistemas costeros

Tabla 5. Grupos de hábitats definidos por el MITECO.

ID Activo Hábitat	Formación	Estado conserv.	Superficie Afectada (ha)	Superficie Afectada tras mitigación del 2% (ha)	Superficie Afectada tras restauración (ha)	IDGHA	Grupo Hábitat	Grupo hábitat MITERD	Ratio Econs.	Superficie IRaC (ha)
H12	Bosque ribereño, No arbolado	Favorable	1,182	1,158	1,158	AHC - 2	Hábitats de ribera	Bosques y matorrales de ribera	2	2,316
H19	Enebrales (<i>Juniperus spp.</i>)	Favorable	0,23	0,225	0,225	AHC-5	Otros hábitats arbolados	Bosques y matorrales no riparios	2	0,45
H36	No arbolado	Desfavorable	9,539	9,348	0	-	-	-	-	-
H36	No arbolado	Favorable	55,077	53,975	0	-	-	-	-	-
H43	Pinar de pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	Desfavorable	0,648	0,635	0,635	AHC-1	Coníferas	Bosques y matorrales no riparios	1	0,635

Tabla 6. Estimación de la superficie del impacto residual a compensar.

Valor del IRC (Impacto Residual a Compensar)

Se aprecia que, tras aplicar el coeficiente del estado de conservación, se obtiene que el impacto residual a compensar ($IRC = (IPAS - M - R) \times CC$) es:

- Bosques y matorrales no riparios de coníferas: 0,635 ha
- Bosques y matorrales de ribera: 2,316 ha
- Bosques y matorrales no riparios (otros): 0,45 ha

2.1.3. Selección y dimensión de la medida de compensación

En la actualidad no existe ninguna normativa a nivel nacional, ni autonómica, o guía de actuación, que establezca unos criterios de relación entre la magnitud del impacto residual de un proyecto y el dimensionamiento de las medidas de compensación del mismo. Red Eléctrica, abordando esta

tarea de enorme dificultad técnica, contempla, las siguientes actuaciones para aplicar las medidas compensatorias en el activo hábitat, donde se recogen las ratios de equivalencia en superficie que implicaría cada una de estas medidas.

EQUIVALENCIAS POR TIPO DE MEDIDA (TM)	m2 habitat afectado	m2 habitat a compensar
Reforestación en espacio no forestal	1	1
Mejora estado conservación		
Densificación masas	1	2
Diversificación		
Control especies invasoras		
Control plagas		
Mejora de suelos (descompactación, adiciones)		
Resaturación topográfica		
Gestion forestal	1	5
Recuperación habitat singular	1	1
Isla de biodiversidad	1	1
Recuperación hábitat marino (fanerógamas, coralígeno,...)	1	1

Tabla 7. Actuaciones propuestas por Red Eléctrica para las medidas compensatorias y sus ratios de equivalencia correspondiente.

Ante la dificultad técnica y operativa de diseñar medidas de compensación específicas para cada tipo de hábitat afectado, se han definido 9 grupos de tipos de hábitat que son objeto de las medidas de compensación. Asimismo, se ha establecido una ratio de equivalencia entre estos tipos de hábitat en función de su “valor de conservación intrínseco” (estimado a partir de aspectos como capacidad de fijación de carbono, biodiversidad soportada, etc.) que permite dimensionar las medidas de compensación para el caso de que estas se ejecuten sobre un tipo de hábitat diferente al afectado.

ID AHC	AH a compensar	AHC-1 Coníferas región Atlántica	AHC-2 Coníferas región Mediterránea	AHC-3 Coníferas región Macaronésica	AHC-4 Hábitats de ribera	AHC-5 Frondosas	AHC-6 Monteverde canario	AHC-7 Otros hábitats arbolados	AHC-8 Roquedos, pedregales y glaciares	AHC-9 Pastizales naturales	AHC-10 Litoral	AHC-11 Marino
AHC-1	Coníferas región Atlántica	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	-	-	-	-
AHC-2	Coníferas región Mediterránea	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	-	-	-	-
AHC-3	Coníferas región Macaronésica	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	-	-	-	-
AHC-4	Hábitats de ribera	2	2	2	1	2	1	2	-	-	-	-
AHC-5	Frondosas	2	2	2	1	1	1	2	-	-	-	-
AHC-6	Monteverde canario	2	2	2	1	1	1	2	-	-	-	-
AHC-7	Otros hábitats arbolados	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	-	-	-	-
AHC-8	Roquedos, pedregales y glaciares	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
AHC-9	Pastizales naturales	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
AHC-10	Litoral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
AHC-11	Marino	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1

Tabla 8. Tabla de equivalencias entre hábitats.

Selección y dimensión de la medida de compensación

Tras la valoración del impacto residual del proyecto sobre el activo hábitat, se podrían considerar las siguientes medidas de compensación:

- Mejora del estado de conservación de los hábitats de interés en el entorno de los cruzamientos del río Cinca y del río Segre.

Para la selección de la actuación de las medidas compensatorias a aplicar, así como si los hábitats a compensar coincidirán con los hábitats afectados de forma residual por el proyecto, se acordará con las administraciones competentes, elaborando al respecto un Plan detallado de aplicación de las medidas, previo al inicio de las obras del presente proyecto y ponerse en marcha prioritariamente antes de la puesta en servicio de la línea.

2.2 Medidas de compensación para el activo natural ESPECIE

2.2.1. Definición del activo natural Especie

Tras el análisis realizado en el EsIA, se concluye que las afecciones significativas de las instalaciones proyectadas sobre el activo especie se centran en las aves, y más en concreto, en el aumento del riesgo de colisión que para las mismas supone la nueva línea. El enfoque metodológico seguido para la definición de la compensación de este impacto residual ha sido precisamente el de compensar ese aumento de riesgo de colisión asociado a la nueva instalación. RED ELÉCTRICA lleva muchos años estudiando la interacción de las aves con las líneas de transporte eléctrico y recopilando la mejor información disponible al respecto a partir de tipo de fuentes de reconocido prestigio (administración, universidades, ONG, entidades científicas...), para ponerla al servicio del diseño de nuevos proyectos y del mantenimiento de la red de transporte actual. En este sentido, el proyecto de Red Eléctrica "Aves y Líneas Eléctricas: Cartografía de Corredores de Vuelo" (en adelante "Corredores de Vuelo"), fue pionero a nivel nacional en la recopilación y la integración de la mejor información disponible sobre los patrones de distribución de especies de aves sensibles a la colisión y de los factores de riesgo que determinan dicho riesgo, lo que fue reconocido tanto a nivel nacional primero, como a nivel europeo, posteriormente, con el "Premio Europeo de Medio Ambiente a la Empresa" en su edición de 2014-2015, otorgado por la Comisión Europea.



El proyecto “Corredores de Vuelo” sigue vivo, ya que se continúa actualizando la información de la que se nutre, mediante colaboración con los servicios y departamentos con competencia en biodiversidad de las distintas CC.AA. y otras entidades que ejecutan censos actualizados de las diferentes especies; se aplica la metodología desarrollada en su momento para cuantificar el nivel de riesgo de colisión de aves asociado a un tendido eléctrico en función de su localización geográfica y factores como la presencia de especies de aves y su distribución espacial, la sensibilidad de las distintas especies a los accidentes de colisión y la presencia en su proximidad de elementos que se relacionan con el riesgo de ocurrencia de accidentes (relieve, puntos de atracción de aves, otras instalaciones existentes con riesgo de colisión, etc.).

La metodología desarrollada en el marco del proyecto “Corredores de Vuelo” se ha utilizado para dimensionar el incremento en el riesgo de colisión que para las aves puede suponer el nuevo

tendido, considerando para ello datos específicos del ámbito de estudio recopilados tanto durante el estudio de avifauna de ciclo anual (ver anexo VII. Ciclo anual de avifauna. Informe final), en lo que se refiere a la presencia de especies de aves, como durante el diagnóstico territorial realizado para el EsIA, en lo que se refiere a la presencia de factores de riesgo.

Por lo tanto, la estimación del riesgo de colisión en el marco de la metodología de dimensionamiento de la compensación sobre el activo especie adopta la metodología desarrollada en el proyecto corredores de vuelo, recurriendo a la información más detallada y actualizada recopilada en el entorno de la nueva instalación. El impacto a compensar se corresponde con el incremento en el riesgo de colisión asociado a la misma.

Por otro lado, y al margen de lo anterior, Red Eléctrica ha llevado a cabo y ha colaborado en varios estudios sobre la efectividad de los dispositivos anticolidión instalables en líneas eléctricas, siendo numerosa la información bibliográfica disponible sobre este tema. Los datos disponibles sobre la efectividad de estos dispositivos son utilizados para estimar el impacto residual del proyecto una vez aplicada la medida de señalización de la línea.

2.2.2. Metodología de estimación del riesgo de colisión de la avifauna en líneas eléctricas

RED ELÉCTRICA ha desarrollado en el proyecto “Corredores de vuelo” una metodología específica para estimar el riesgo de colisión de avifauna en líneas eléctricas de transporte. Esta metodología se basa en la estimación del índice de sensibilidad y riesgo (ISR), que se calcula para cada línea o vano a partir del mapa de sensibilidad de la avifauna para las líneas eléctricas elaborado en el marco del proyecto citado anteriormente, y actualizado con el estudio del ciclo anual de avifauna, y del resultado de la identificación de los factores de riesgo asociados a la probabilidad de ocurrencia de accidentes de colisión en el entorno de las líneas analizadas.

Se parte del mapa de sensibilidad (zonas de sensibilidad alta, media y baja por avifauna) del proyecto corredores de vuelo en el entorno de la línea eléctrica proyectada.

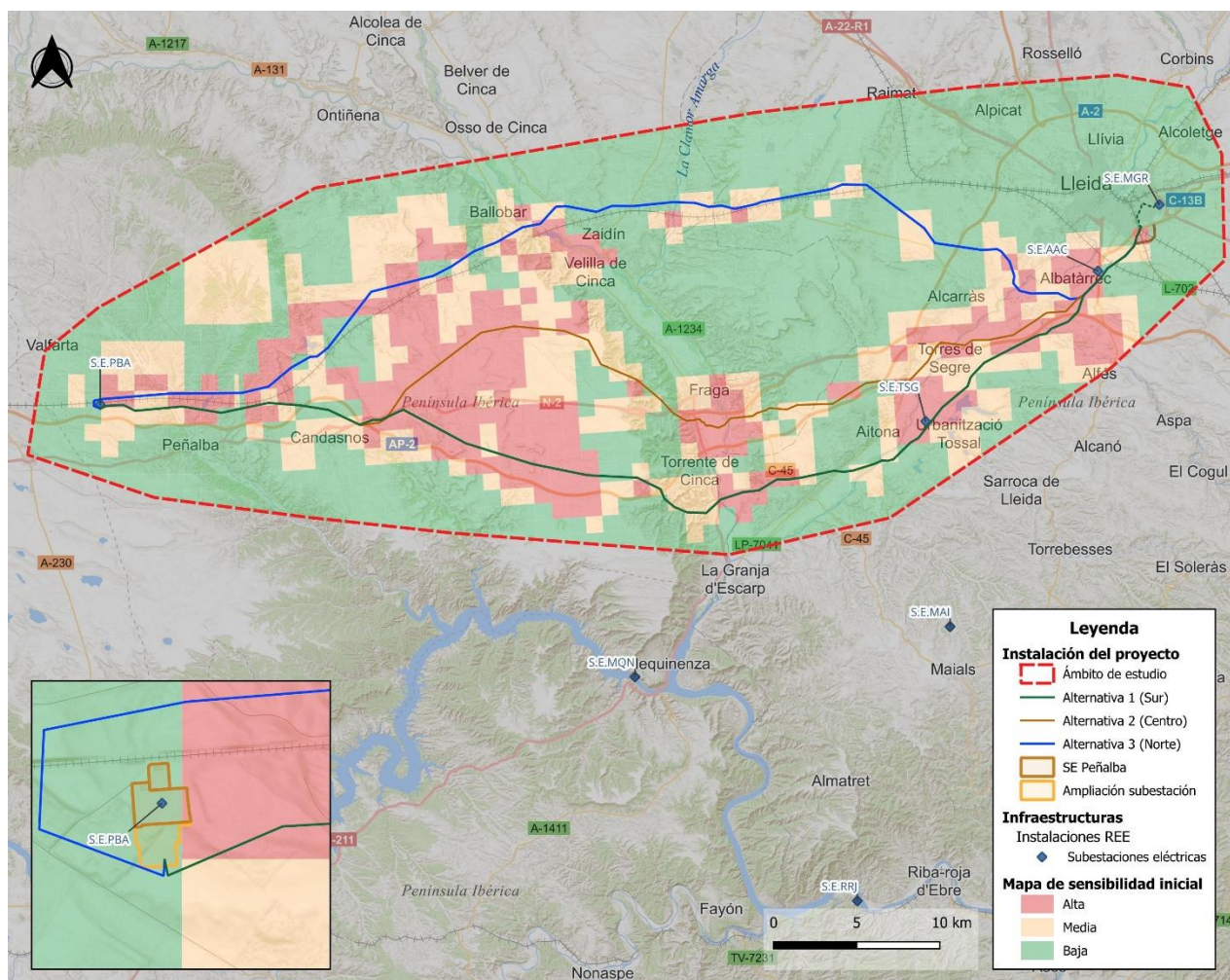


Figura 3. Mapa de sensibilidad inicial en el marco del proyecto Corredores de vuelo.

A partir de los resultados del seguimiento de ciclo anual de avifauna (octubre 2022- septiembre 2023), (incluido en el Anexo VIII del presente EsIA) se ha actualizado dicho mapa de sensibilidad. Así, el mapa de sensibilidad para la avifauna actualizado se muestra en la siguiente figura.

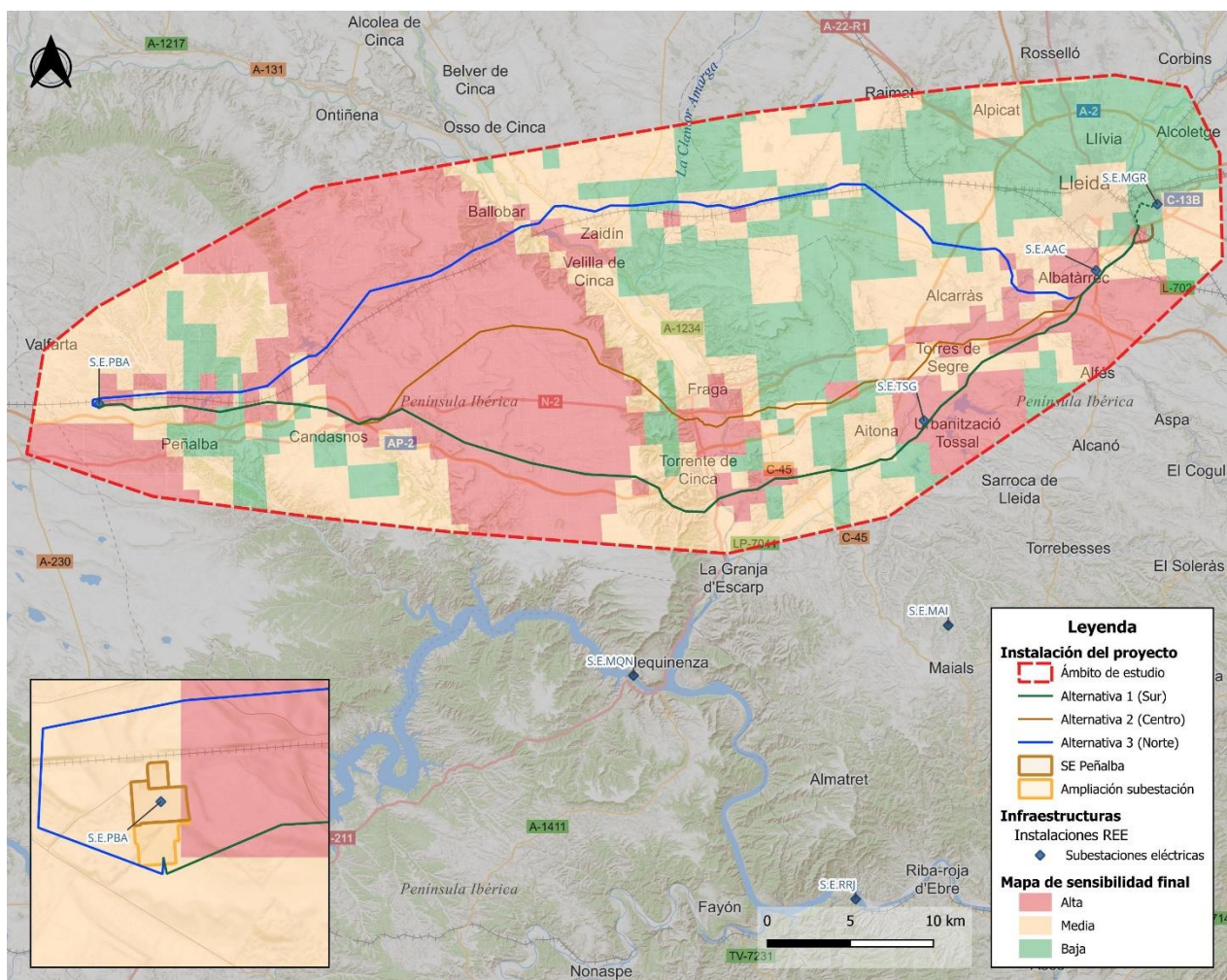


Figura 4. Mapa de sensibilidad actualizado en el ámbito del proyecto.

Cálculo del riesgo de colisión a lo largo del trazado

Siguiendo la metodología de proyecto “Corredores de Vuelo”, sobre una base de cuadrículas UTM 1x1, se elabora el mapa de riesgo para el trazado de la línea eléctrica proyectada una vez actualizado el mapa de Sensibilidad para la avifauna.

Para ello, se identifican los factores de riesgo ubicados en el entorno del proyecto. Se consideran factores de riesgo los elementos naturales o antrópicos presentes en el entorno de una línea eléctrica que pueden incrementar o disminuir la probabilidad de ocurrencia de accidentes de colisión de aves contra los cables.

Se consideran seis factores, cinco de los cuales actúan incrementando el riesgo de ocurrencia de accidentes y uno disminuyéndolo o anulándolo.

- **Puntos de atracción (A):** Se ha considerado la presencia de elementos que favorecen la formación de concentraciones de ejemplares de determinadas especies. Así, algunos elementos como zonas húmedas, balsas de agua, vertederos, plantas de tratamiento de RSU, etc., pueden actuar como puntos de atracción y concentración de aves. La proximidad de una línea de transporte a estos puntos se considera un factor de riesgo para las aves. Se considera un buffer de 1 km entorno a estos enclaves (humedales y otras masas de agua (salvo cauces), vertederos y plantas de RSU y Muladares).

Se identifican todas las cuadrículas de 1 km x 1 km, con los siguientes criterios:

- A = 0: ausencia de solapamiento.
- A = 1: solapamiento con el área buffer de un único tipo de elemento.
- A = 2: solapamiento con las áreas buffer de más de un tipo de elemento.

De todos los elementos de atracción, en el entorno del proyecto, se han identificado dormideros, humedales y embalses y balsas, así como vertederos.

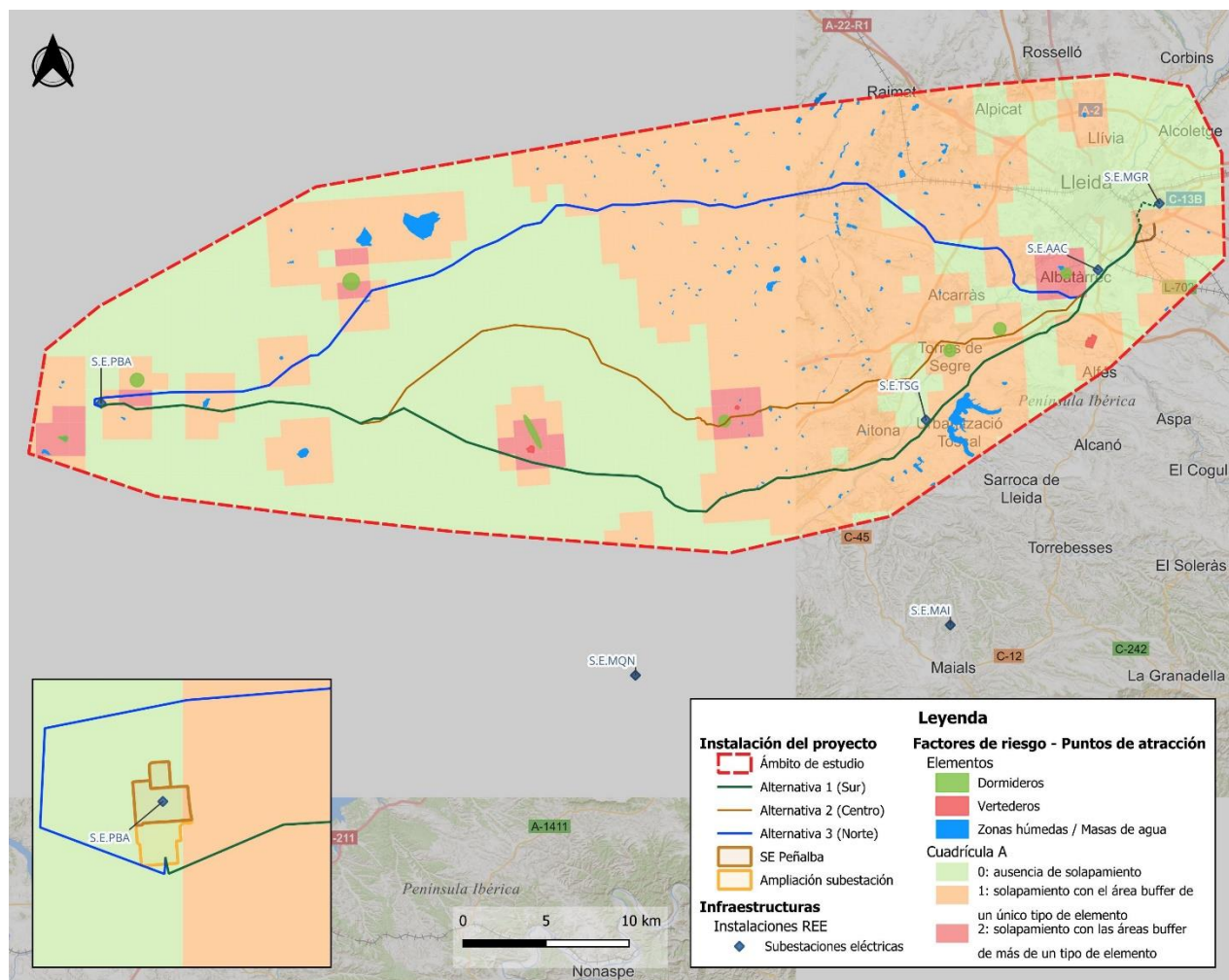


Figura 5. Detalle de los puntos de atracción en el ámbito de estudio.

- **Topografía (T):** Se considera la presencia de elementos topográficos que puedan actuar canalizando el desplazamiento de las aves, como grandes barrancos, valles encajados, collados y cursos fluviales de primer orden. Estos elementos a menudo constituyen corredores de vuelo y puntos frecuentados por distintas especies a lo largo de los que se canalizan desplazamientos habituales. La presencia de cables atravesándolos supone un factor de riesgo de colisión consideran los ejes de mayor relevancia por extensión,

longitud, encajonamiento, presencia de formaciones vegetales relevantes, etc. así como algunos de menor amplitud que presenten características que induzcan claramente a la canalización del paso de aves a lo largo de los mismos.

Se considera un buffer de 1 km entorno a estos enclaves (grandes barrancos, cañones y gargantas, valles encajados, collados, cursos fluviales de primer orden con agua permanente).

Se identifican todas las cuadrículas de 1 km x 1 km, con los siguientes criterios:

- T = 0: ausencia de elementos.
- T = 1: presencia de un tipo de elemento.
- T = 2: presencia de más de un tipo de elemento

De todos los elementos de topografía, se ha identificado los ríos principales en el entorno del proyecto, donde destacan los ríos Cinca y Segre.

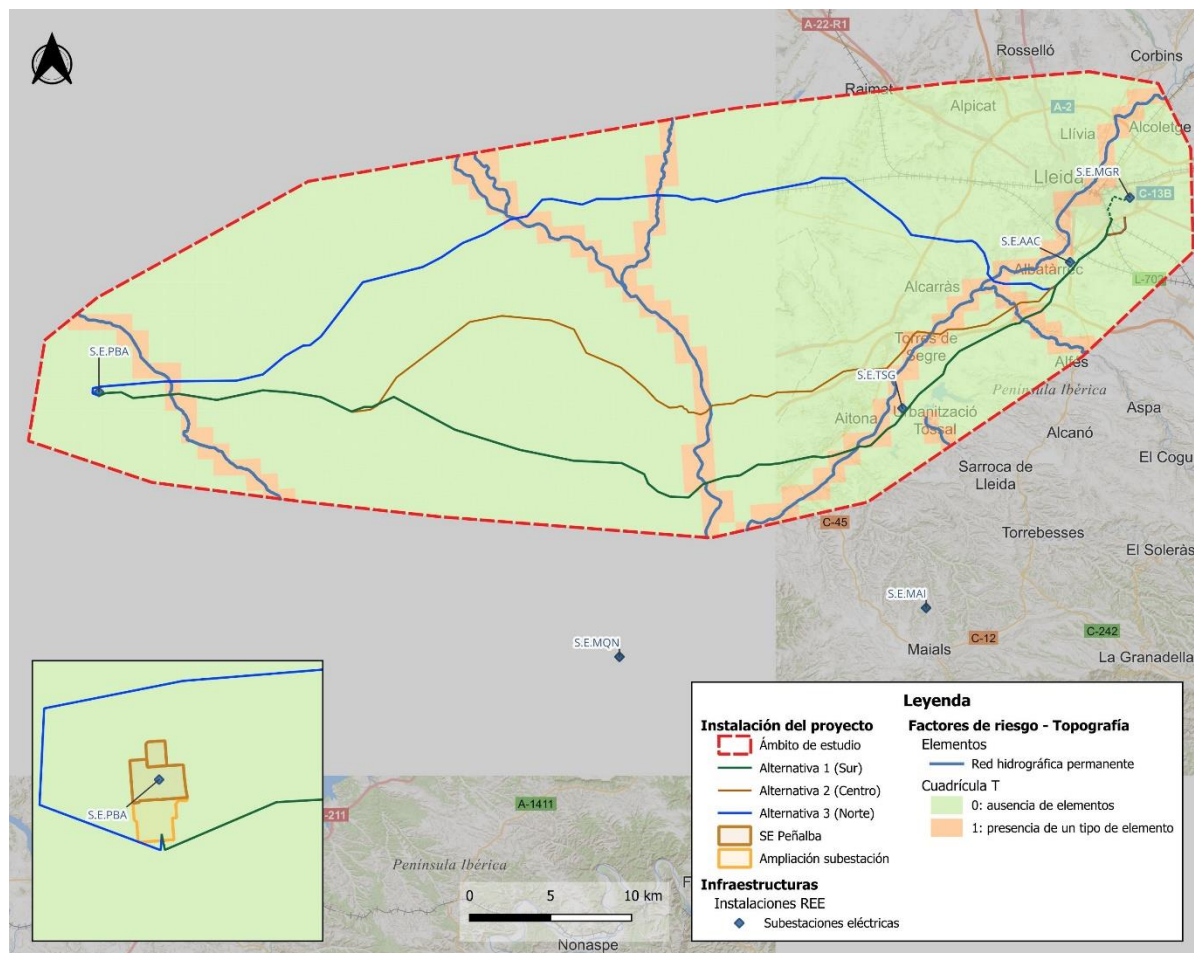


Figura 6. Factor T.

- **Nieblas (N):** La ocurrencia de nieblas es un factor que por lo general incrementa el riesgo de accidentes de colisión entre las aves al reducir la visibilidad de los cables de los tendidos; las zonas con mayor frecuencia de nieblas se consideran más peligrosas para la avifauna. Para valorar este factor se digitalizaron los mapas de niebla del Atlas Nacional de España, 2ª Ed. (IGN, 2005) correspondientes a cada estación del año, componiendo por la superposición de los mismos un nuevo mapa en el que el número de días de niebla de las nuevas isoáreas resultantes es la suma de los días de niebla de cada periodo estacional

(número anual de días de niebla). El número de días de niebla está representado en los mapas de niebla como intervalos, por lo que se opera con las marcas superiores de los mismos.

Cada cuadrícula UTM adquiere el valor más alto que corresponda a las isoáreas de número anual de días de niebla que le afectan. Para el conjunto de cuadrículas UTM de cada comunidad autónoma se identifican la mediana (valor por debajo del cual se sitúa el 50% de los valores más bajos) y el tercer cuartil (valor por encima del cual se sitúa el 25% de los valores más altos) de la distribución de frecuencias del número anual de días de niebla, siendo éstos las referencias que determinan la valoración de este criterio para cada cuadrícula UTM.

Se identifican todas las cuadrículas de 1 km x 1 km, con los siguientes criterios:

- N = 0: número anual de días de niebla inferior a la mediana de la distribución de frecuencias del número anual de días de niebla en cada comunidad.
- N = 1: número anual de días de niebla superior o igual a la mediana, pero inferior al tercer cuartil de la distribución de frecuencias del número anual de días de niebla en cada comunidad.
- N = 2: número anual de días de niebla superior o igual al tercer cuartil la distribución de frecuencias del número anual de días de niebla en cada comunidad.

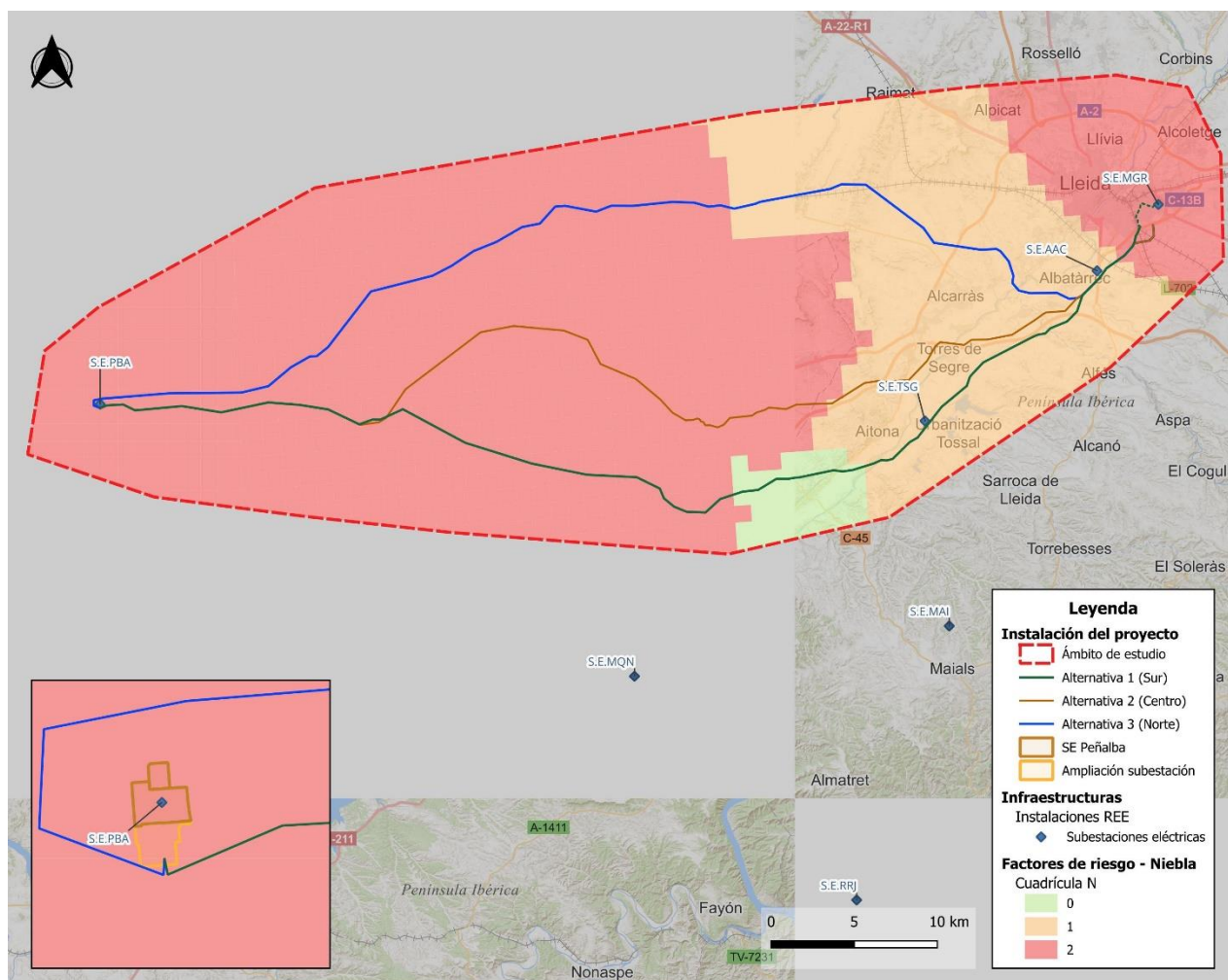


Figura 7. Valores de niebla en el ámbito de estudio.

- **Otras infraestructuras con riesgo de colisión (I):** Frecuentemente se considera que el paralelismo o el cruzamiento entre líneas eléctricas, así como la aproximación de éstas a parques eólicos, puede aumentar localmente la probabilidad de ocurrencia de accidentes por incremento en la densidad de obstáculos para las aves. Se consideran 250 m en torno a cada elemento.

Se identifican todas las cuadrículas de 1 km x 1 km, con los siguientes criterios:

- I = 0: ausencia de solapamiento.
- I = 1: solapamiento de áreas correspondientes a dos elementos.
- I = 2: solapamiento de áreas correspondientes a más de dos elementos.

En el ámbito de estudio se han tenido en cuenta varias líneas eléctricas, así como el paralelismo entre ellas, en tanto no hay parques eólicos en funcionamiento en el ámbito.

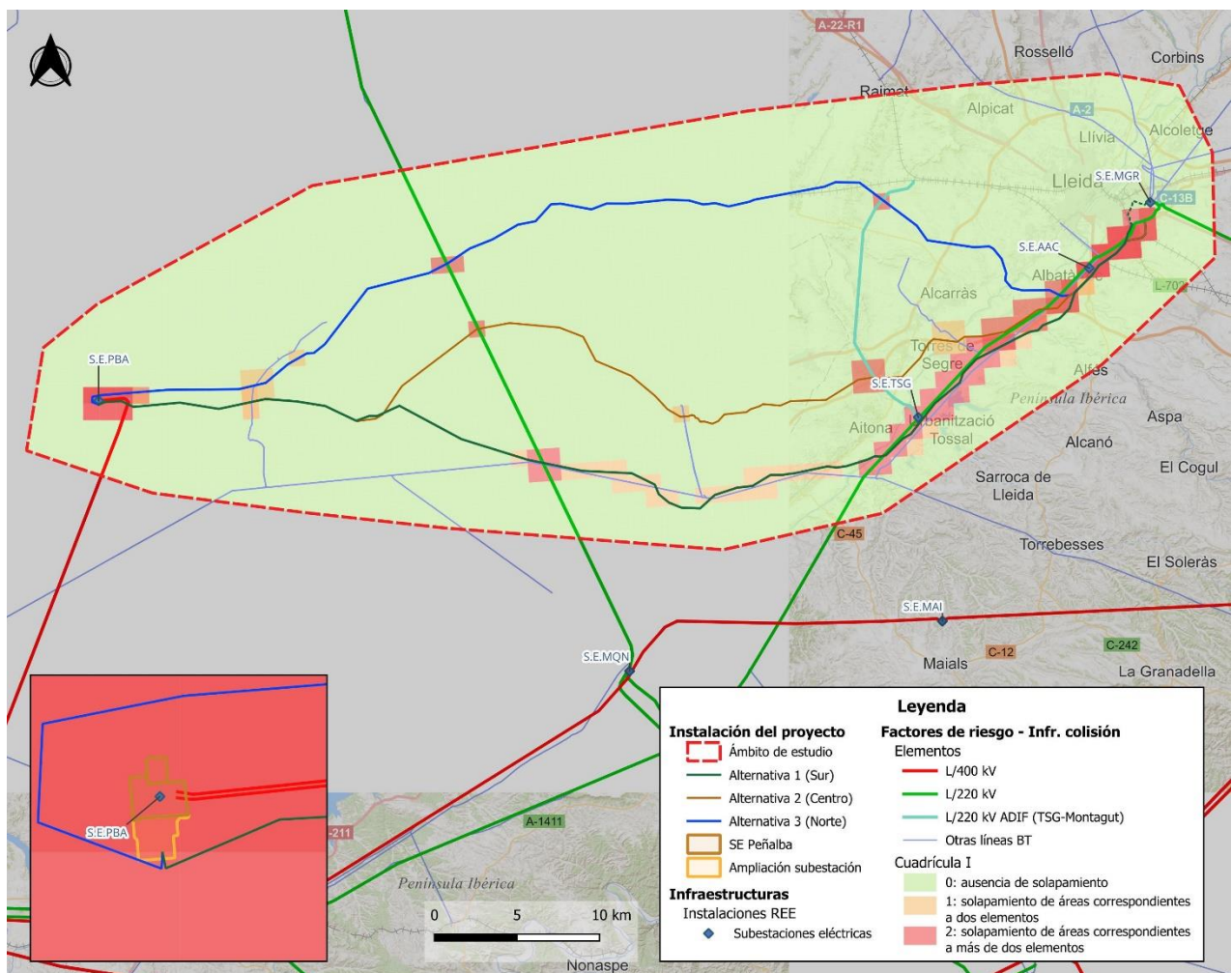


Figura 8. Detalle de otras infraestructuras que conllevan riesgo de colisión en el ámbito de estudio (Factor I).

- **Hábitat (H):** Se identifican las cuadrículas que se corresponden con zonas que suelen ser evitadas por las aves o en las que éstas permanecen poco tiempo, como áreas urbanizadas o de uso industrial. Se trata de un factor que actúa en sentido contrario a los anteriores, pues se considera que el paso de la línea por estas zonas se asocia a una disminución del riesgo de la misma para la avifauna.

Se identifican todas las cuadrículas de 1 km x 1 km, con los siguientes criterios:

- $H = 0$: se considera que, por ausencia, escasa representación o forma de disposición del tejido urbano o industrial en la cuadrícula, no se ve afectada la probabilidad de presencia de avifauna sensible a la colisión y por lo tanto que no se ve reducido el riesgo para la misma.
- $H = 1$: el tejido urbano o industrial se dispone de tal forma en relación con los suelos rústicos que se considera que se ve reducida la probabilidad de presencia de avifauna sensible en la cuadrícula y por lo tanto la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

Se identifican en este factor los núcleos de población y núcleos diseminados, así como parques solares fotovoltaicos.

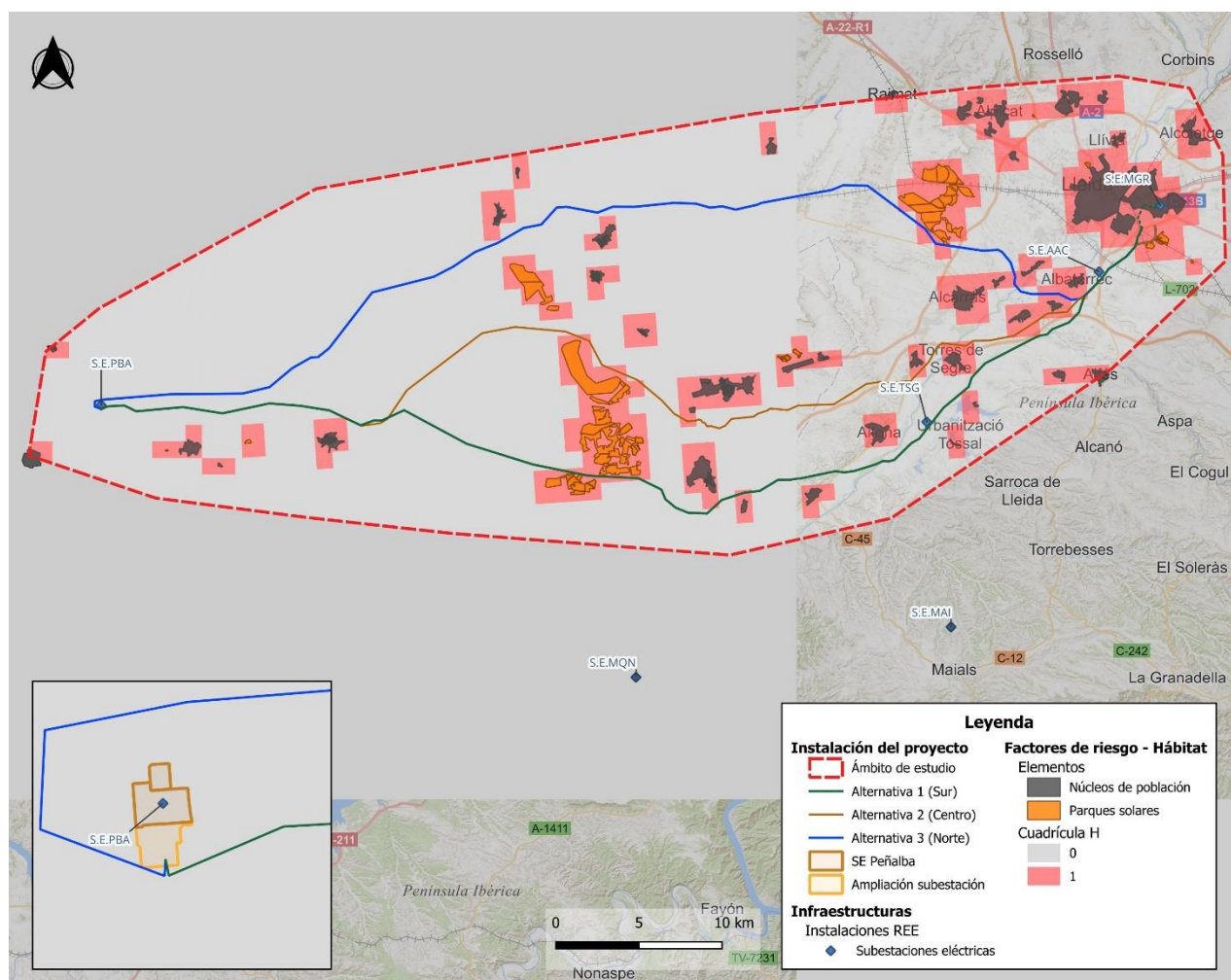


Figura 9. Factor H: entidades de población y áreas urbanizadas o de uso industrial.

- **Registros de colisión (C):** La existencia de registros de colisión en un vano o tramo concreto de una línea se considera un indicador del riesgo de dicho vano o tramo para la avifauna por ocurrencia de accidentes.

No se tiene registro de colisiones en las líneas existentes en el entorno del proyecto.

Cálculo del coeficiente de riesgo

El **coeficiente de riesgo (CR)** valora el riesgo de ocurrencia de accidentes de colisión en un tramo o vano de línea determinado debido a la presencia y concurrencia de uno o más de los factores de riesgo identificados. Para calcular el coeficiente de riesgo, en primer lugar, se determina cada cuadrícula UTM coincidente con la línea o circuito proyectado.

Una vez realizado este paso, en estas cuadrículas se indica el índice de “riesgo total” (RT) a partir del número y tipo de factores por los que se ve afectada y el valor correspondiente a cada factor. Es decir, se determina para cada cuadrícula UTM el valor resultante de la suma de los valores que corresponden a dicha cuadrícula para los cuatro primeros factores considerados: **puntos de atracción (A), topografía (T), nieblas (N) e infraestructuras de riesgo (I)**.

En esta fase de cálculo de los valores del coeficiente de riesgo no intervienen dos de los factores cartografiados, **hábitat (H) y registros de colisión (C)**. El primero de estos factores se tendrá en cuenta al final del proceso de cálculo del coeficiente de riesgo y el segundo posteriormente, en el contexto de la identificación de vanos prioritarios para la aplicación de medidas correctoras.

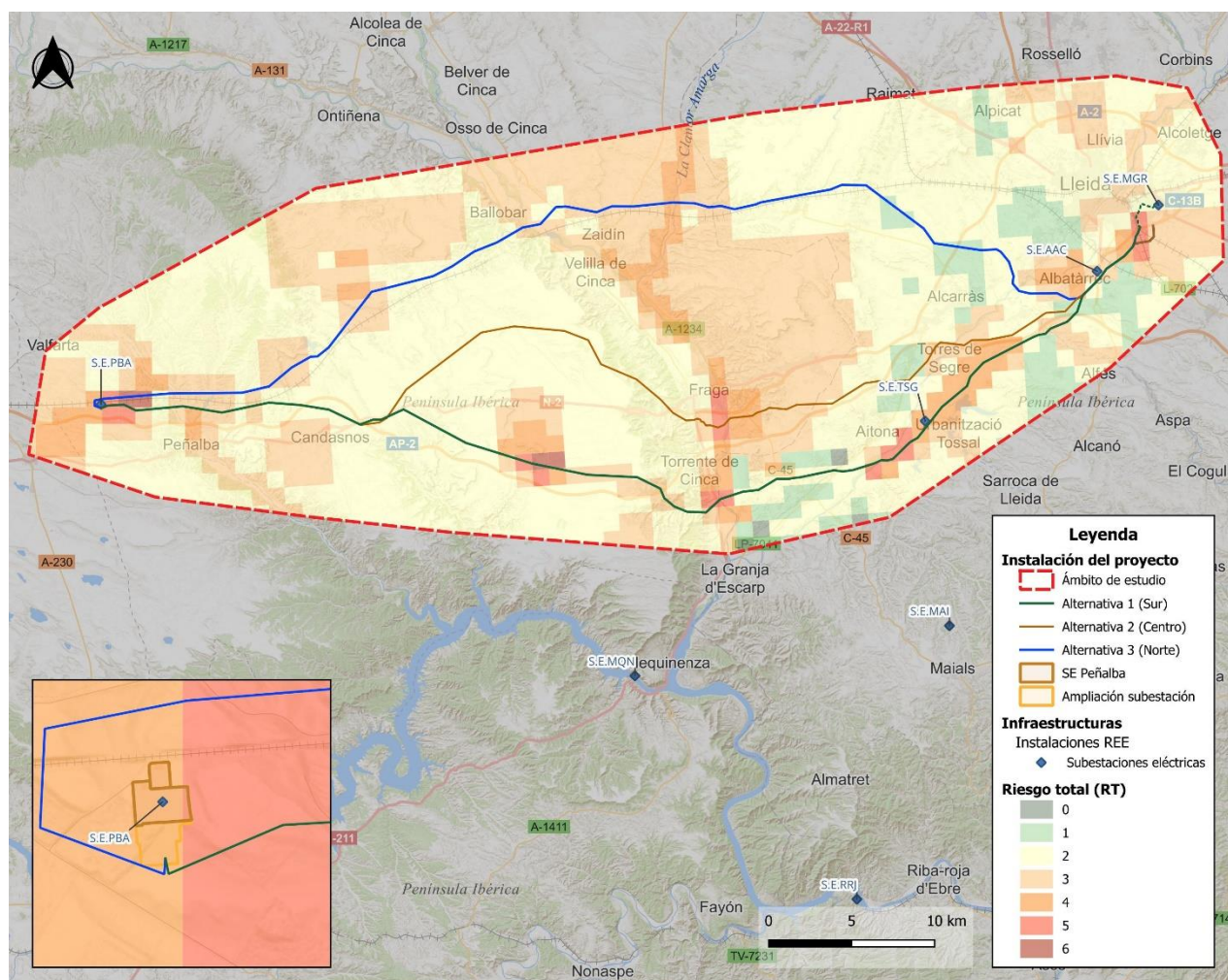


Figura 10. Riesgo Total (RT) del ámbito de estudio

Una vez obtenido el riesgo total (RT) por cuadrícula dentro del ámbito de estudio, se calcula el **Riesgo Total Suavizado (RTS)**, que se determina como el máximo entre el valor de RT correspondiente a cada cuadrícula y la media aritmética de los valores de RT correspondientes a esa cuadrícula y sus colindantes.

Este cálculo aritmético establece que una cuadrícula no pueda tener un valor del coeficiente de riesgo inferior a la media de los valores de RT de sus cuadrículas colindantes y actúa aumentando el valor de coeficiente de riesgo para todas aquellas cuadrículas de bajo valor relativo de RT contiguas con cuadrículas de alto valor relativo de RT. Este método realiza un suavizado de los datos que facilita la interpretación del patrón de distribución de los valores de riesgo a lo largo de la red de circuitos. Esta aproximación es coherente con el patrón normal de acumulación de víctimas observado en líneas que son objeto de seguimiento sistemático de la siniestralidad de aves por colisión, según el cual la concentración de víctimas suele producirse en conjuntos de entre 2 y 5 vanos (tramos de entre 1 y 2,5 km de longitud en promedio). El rango de valores que puede adoptar el coeficiente de riesgo está comprendido entre 0 (mínimo riesgo) y 3 (máximo riesgo).

Este procedimiento determina el incremento por tanto del valor de coeficiente de riesgo para todas aquellas cuadrículas de bajo valor relativo de RT contiguas con cuadrículas de alto valor relativo de RT.

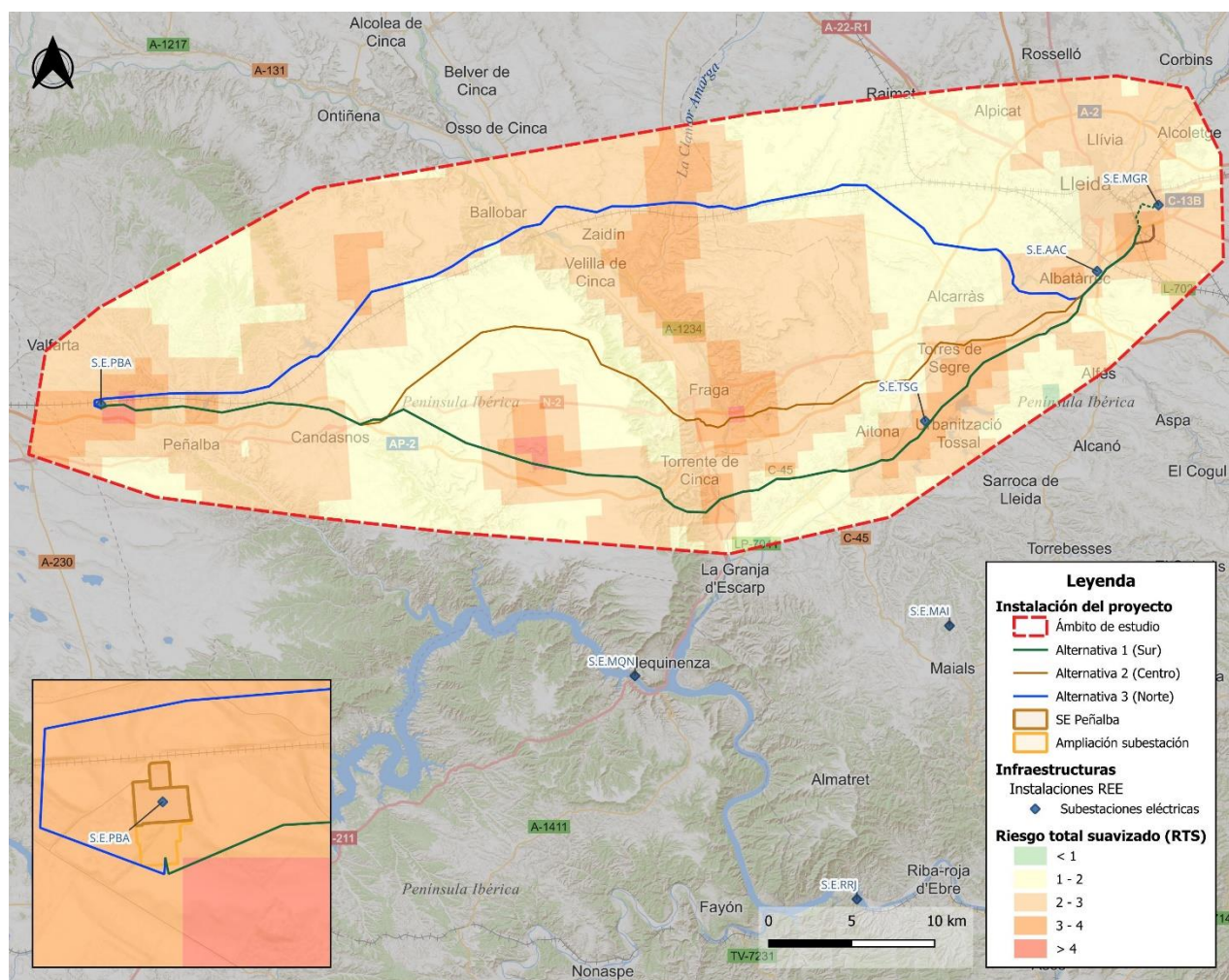


Figura 11. Riesgo Total Suavizado (RTS) del ámbito de estudio.

Elaboración del mapa de riesgo para la avifauna y del valor ISR

Una vez calculado el valor de RTS, se debe anular el coeficiente de riesgo para aquellas cuadrículas cuyo hábitat (factor H) es poco favorable para la avifauna, ya que el riesgo de ocurrencia de accidentes de colisión de especies sensibles es tan bajo en estas zonas poco

favorables, que pasa a tener un valor nulo (0) de riesgo total. Por tanto, hay que identificar las zonas de hábitat no favorables para las especies de avifauna.

En la zona del proyecto, existen y/o están proyectados parques eólicos y fotovoltaicos. Estas zonas no constituirán un hábitat adecuado para la avifauna.

El mapa de cuadrículas de riesgo para la avifauna sensible se construye superponiendo el mapa de sensibilidad de la avifauna de cada ámbito a los valores del coeficiente de riesgo para la avifauna calculados anteriormente.

La forma de construir el mapa consiste en que, a cada cuadrícula, se le asocia, por un lado, el nivel de sensibilidad por presencia de especies de avifauna y, por otro, el valor del coeficiente de riesgo estimado para la misma.

Estos valores indican la peligrosidad para la avifauna y toman en cada territorio un rango de valores diferente, dependiendo de la presencia y densidad de especies sensibles (valores de DPE) y de la distribución de los factores de riesgo (valores de CR). Estos valores se sintetizan, a su vez, en un único indicador o **Índice de Sensibilidad-Riesgo (ISR)** que se obtiene de multiplicar el valor de DPE por el de CR+1* ($ISR = DPE \times CR$).

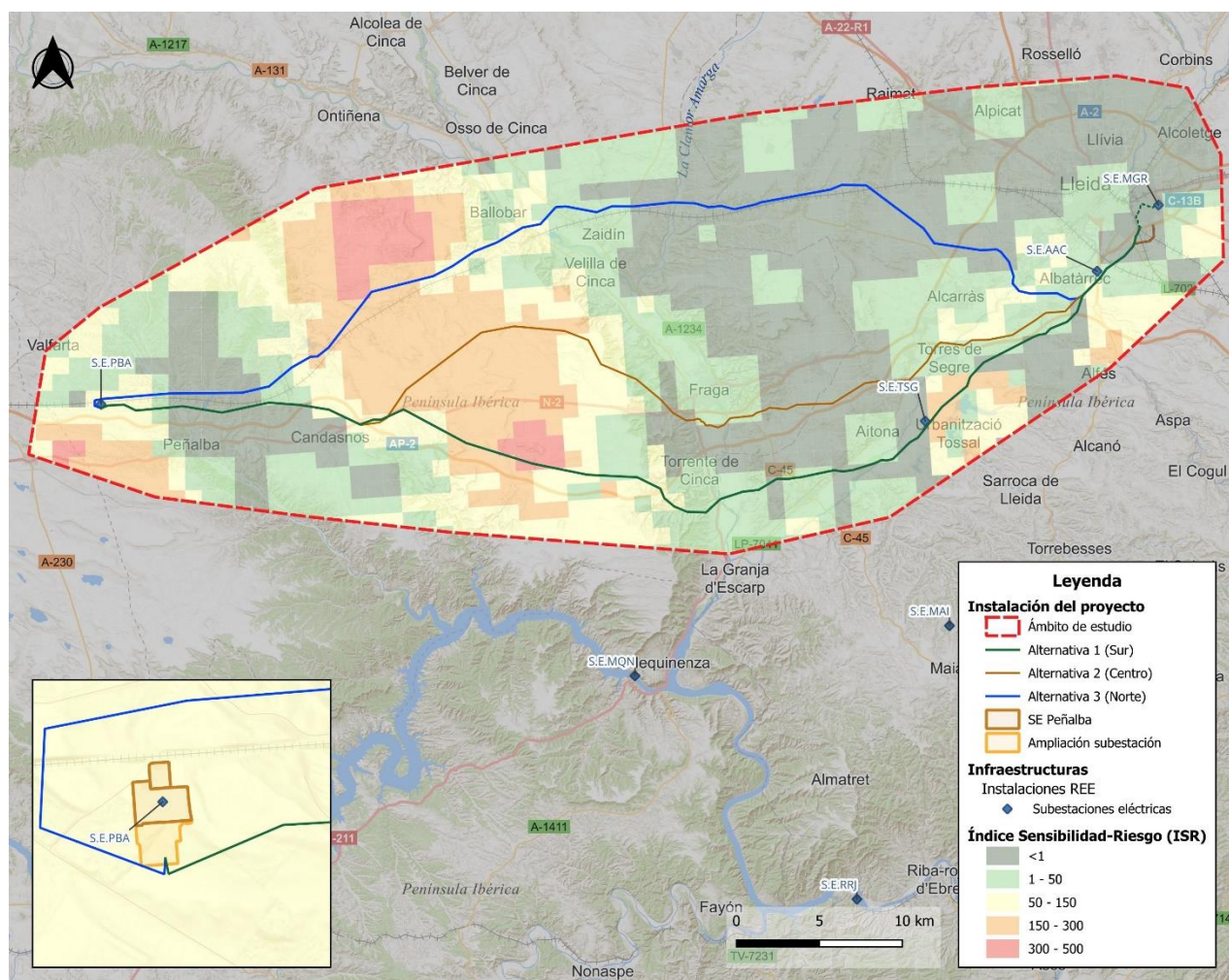


Figura 12. Índice ISR en el ámbito de estudio.

Analizando en detalle de los vanos de las diferentes alternativas de línea propuestas, se obtienen los siguientes valores:

Alternativa 1

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T1-T2	384,633	0	0
T2-T3	216,672	0	0

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T3-T4	356,904	0	0
T4-T5	330,879	0	0
T5-T6	319,856	0	0
T6-T7	419,592	0	0
T7-T8	355,336	0	0
T8-T9	369,924	0	0
T9-T10	334,937	38,34	12,841
T10-T11	248,317	38,34	9,52
T11-T12	355,937	38,34	13,647
T12-T13	370,636	33,92	12,572
T13-T14	368,852	58,18	21,46
T14-T15	360,265	58,18	20,96
T15-T16	380,431	58,18	22,133
T16-T17	333,334	58,18	19,393
T17-T18	309,737	8,48	2,627
T18-T19	328,035	0	0
T19-T20	394,076	0	0
T20-T21	416,889	0	0
T21-T22	423,18	39,07	16,534
T22-T23	402,984	39,07	15,745
T23-T24	447,084	39,07	17,468
T24-T25	249,945	39,07	9,765
T25-T26	430,159	39,07	16,806
T26-T27	442,725	39,07	17,297
T27-T28	331,874	9,77	3,242
T28-T29	418,894	0	0
T29-T30	465,842	42,4	19,752
T30-T31	478,423	42,4	20,285
T31-T32	356,816	42,4	15,129
T32-T33	526,638	42,4	22,329
T33-T34	594,578	42,4	25,21
T34-T35	526,557	0	0
T35-T36	564,005	0	0
T36-T37	603,334	187,95	113,397
T37-T38	593,019	187,95	111,458
T38-T39	464,47	187,95	87,297
T39-T40	461,951	187,95	86,824
T40-T41	533,585	187,95	100,287

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T41-T42	503,466	187,95	94,626
T42-T43	427,594	187,95	80,366
T43-T44	317,275	187,95	59,632
T44-T45	314,975	187,95	59,2
T45-T46	359,812	187,95	67,627
T46-T47	559,281	0	0
T47-T48	380,91	0	0
T48-T49	548,976	0	0
T49-T50	384,74	0	0
T50-T51	388,952	0	0
T51-T52	336,091	35,17	11,82
T52-T53	325,006	35,17	11,43
T53-T54	353,968	35,17	12,449
T54-T55	342,39	35,17	12,042
T55-T56	509,267	35,17	17,911
T56-T57	470,987	0	0
T57-T58	465,895	0	0
T58-T59	371,611	0	0
T59-T60	295,721	0	0
T60-T61	315,052	0	0
T61-T62	557,596	0	0
T62-T63	352,134	23,44	8,254
T63-T64	654,31	23,44	15,337
T64-T65	409,058	23,44	9,588
T65-T66	343,591	23,44	8,054
T66-T67	354,111	23,44	8,3
T67-T68	256,197	23,44	6,005
T68-T69	380,579	23,44	8,921
T69-T70	330,98	23,44	7,758
T70-T71	409,657	23,44	9,602
T71-T72	357,263	0	0
T72-T73	484,337	23,44	11,353
T73-T74	438,954	23,44	10,289
T74-T75	559,359	23,44	13,111
T75-T76	397,733	7,81	3,106
T76-T77	374,994	7,81	2,929
T77-T78	456,231	46,89	21,393
T78-T79	578,028	46,89	27,104

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T79-T80	355,886	46,89	16,687
T80-T81	459,513	25,02	11,497
T81-T82	390,97	25,02	9,782
T82-T83	480,4	25,02	12,02
T83-T84	663,264	21,67	14,373
T84-T85	816,327	53,16	43,396
T85-T86	784,455	53,16	41,702
T86-T87	629,427	95,1	59,859
T87-T88	444,667	95,1	42,288
T88-T89	390,839	115,49	45,138
T89-T90	383,026	115,49	44,236
T90-T91	331,562	115,49	38,292
T91-T92	529,531	22,78	12,063
T92-T93	567,653	22,78	12,931
T93-T94	537,511	45,2	24,295
T94-T95	523,409	45,2	23,658
T95-T96	485,062	50,59	24,539
T96-T97	353,098	50,59	17,863
T97-T98	482,106	50,59	24,39
T98-T99	525,986	50,59	26,61
T99-T100	533,692	50,59	26,999
T100-T101	422,876	354,15	149,762
T101-T102	301,649	354,15	106,829
T102-T103	235,693	472,23	111,301
T103-T104	508,811	472,23	240,276
T104-T105	376,24	472,23	177,672
T105-T106	486,903	472,23	229,93
T106-T107	427,008	323,74	138,24
T107-T108	460,43	323,74	149,06
T108-T109	451,525	337,31	152,304
T109-T110	488,56	337,31	164,796
T110-T111	531,379	232,07	123,317
T111-T112	505,437	232,07	117,297
T112-T113	508,912	194,28	98,871
T113-T114	336,679	194,28	65,41
T114-T115	369,515	194,28	71,789
T115-T116	415,409	161,87	67,242
T116-T117	388,594	161,87	62,902

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T117-T118	416,95	161,87	67,492
T118-T119	416,913	70,84	29,534
T119-T120	453,928	143,68	65,22
T120-T121	477,513	143,68	68,609
T121-T122	382,157	135,59	51,817
T122-T123	371,175	135,59	50,328
T123-T124	582,402	135,59	78,968
T124-T125	365,633	151,78	55,496
T125-T126	369,071	151,78	56,018
T126-T127	384,288	128,63	49,431
T127-T128	380,846	128,63	48,988
T128-T129	472,667	128,63	60,799
T129-T130	418,75	128,63	53,864
T130-T131	416,416	128,63	53,564
T131-T132	477,513	100,76	48,114
T132-T133	559,268	100,76	56,352
T133-T134	529,783	105,37	55,823
T134-T135	512,998	105,37	54,055
T135-T136	394,607	105,37	41,58
T136-T137	337,137	65,63	22,126
T137-T138	290,605	65,63	19,072
T138-T139	280,33	65,63	18,398
T139-T140	424,454	0	0
T140-T141	343,581	0	0
T141-T142	406,751	0	0
T142-T143	373,973	35,9	13,426
T143-T144	438,792	35,9	15,753
T144-T145	346,301	37,08	12,841
T145-T146	654,411	0	0
T146-T147	338,356	0	0
T147-T148	415,949	0	0
T148-T149	554,823	0	0
T149-T150	576,257	0	0
T150-T151	357,711	0	0
T151-T152	324,584	0	0
T152-T153	249,959	0	0
T153-T154	627,261	0	0
T154-T155	263,432	0	0

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T155-T156	270,002	0	0
T156-T157	327,37	0	0
T157-T158	331,853	0	0
T158-T159	780,668	0	0
T159-T160	412,458	27,1	11,178
T160-T161	598,81	27,1	16,228
T161-T162	357,344	79,22	28,309
T162-T163	369,092	79,22	29,239
T163-T164	310,388	79,22	24,589
T164-T165	273,13	104,24	28,471
T165-T166	229,294	121,61	27,884
T166-T167	304,611	121,61	37,044
T167-T168	380,135	121,61	46,228
T168-T169	291,612	104,24	30,398
T169-T170	320,054	104,24	33,362
T170-T171	401,699	104,24	41,873
S.E.PBA-T171	50,428	94,45	4,763

Tabla 9. ISRkm de la alternativa 1 (Sur).

Alternativa 2

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T1-T2	332,602	0	0
T2-T3	310,492	0	0
T3-T4	378,196	0	0
T4-T5	349,334	0	0
T5-T6	255,179	0	0
T6-T7	328,143	0	0
T7-T8	246,013	0	0
T8-T9	319,857	0	0
T9-T10	419,592	0	0
T10-T11	355,33	0	0
T11-T12	369,925	0	0
T12-T13	334,938	38,35	12,843
T13-T14	248,319	38,35	9,522
T14-T15	355,939	38,35	13,648
T15-T16	370,632	33,92	12,573
T16-T17	351,29	64,25	22,569

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T17-T18	377,828	64,25	24,274
T18-T19	380,386	64,25	24,438
T19-T20	333,374	64,25	21,418
T20-T21	379,295	8,48	3,217
T21-T22	554,947	8,48	4,707
T22-T23	504,595	9,77	4,929
T23-T24	477,745	9,77	4,667
T24-T25	411,8	9,77	4,023
T25-T26	254,345	9,77	2,485
T26-T27	191,491	9,77	1,871
T27-T28	621,522	9,77	6,072
T28-T29	543,826	9,77	5,313
T29-T30	576,437	18,25	10,52
T30-T31	516,38	18,25	9,424
T31-T32	594,837	91,25	54,278
T32-T33	464,005	91,25	42,34
T33-T34	426,183	42,4	18,072
T34-T35	491,809	33,92	16,684
T35-T36	481,573	18,25	8,789
T36-T37	553,195	18,25	10,096
T37-T38	318,258	18,25	5,808
T38-T39	427,046	18,25	7,794
T39-T40	449,259	18,25	8,199
T40-T41	253,219	18,25	4,621
T41-T42	368,456	18,25	6,724
T42-T43	489,718	39,08	19,136
T43-T44	541,337	39,08	21,153
T44-T45	496,806	39,08	19,413
T45-T46	531,594	7,82	4,154
T46-T47	545,77	0	0
T47-T48	333,099	0	0
T48-T49	428,682	0	0
T49-T50	664,124	0	0
T50-T51	355,024	0	0
T51-T52	475,493	0	0
T52-T53	440,691	0	0
T53-T54	519,923	0	0
T54-T55	684,207	0	0

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T55-T56	512,687	0	0
T56-T57	586,339	0	0
T57-T58	488,504	0	0
T58-T59	469,794	0	0
T59-T60	472,814	0	0
T60-T61	463,989	0	0
T61-T62	243,915	0	0
T62-T63	303,358	0	0
T63-T64	391,338	0	0
T64-T65	387,674	0	0
T65-T66	646,542	0	0
T66-T67	259,784	0	0
T67-T68	569,124	29,31	16,679
T68-T69	309,16	29,31	9,06
T69-T70	395,325	29,31	11,585
T70-T71	455,707	41,68	18,993
T71-T72	491,458	41,68	20,482
T72-T73	553,716	46,89	25,964
T73-T74	391,484	0	0
T74-T75	264,261	0	0
T75-T76	216,133	0	0
T76-T77	278,088	0	0
T77-T78	230,776	33,86	7,815
T78-T79	163,015	33,86	5,52
T79-T80	160,621	33,86	5,439
T80-T81	153,737	33,86	5,206
T81-T82	223,606	33,86	7,572
T82-T83	365,372	0	0
T83-T84	101,566	0	0
T84-T85	480,176	0	0
T85-T86	431,032	0	0
T86-T87	607,777	0	0
T87-T88	492,229	18,26	8,99
T88-T89	439,605	18,26	8,029
T89-T90	602,228	18,26	10,998
T90-T91	405,579	15,69	6,364
T91-T92	456,071	15,69	7,156
T92-T93	560,121	47,07	26,366

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T93-T94	518,926	51,66	26,807
T94-T95	715,017	51,66	36,936
T95-T96	522,008	114,24	59,635
T96-T97	531,887	114,24	60,763
T97-T98	580,956	114,24	66,369
T98-T99	529,088	79,41	42,016
T99-T100	368,547	56,68	20,89
T100-T101	432,665	56,68	24,524
T101-T102	369,001	170,04	62,746
T102-T103	366,903	170,04	62,389
T103-T104	462,271	170,04	78,605
T104-T105	485,536	170,04	82,562
T105-T106	538,517	170,04	91,571
T106-T107	517,297	170,04	87,962
T107-T108	465,334	151,78	70,628
T108-T109	569,679	151,78	86,465
T109-T110	446,067	151,78	67,704
T110-T111	444,243	163,01	72,416
T111-T112	420,583	163,01	68,56
T112-T113	484,3	291,97	141,4
T113-T114	229,399	291,97	66,977
T114-T115	570,69	291,97	166,623
T115-T116	595,79	291,97	173,951
T116-T117	479,326	188,14	90,182
T117-T118	514,753	225,79	116,224
T118-T119	384,164	225,79	86,739
T119-T120	526,831	225,79	118,951
T120-T121	517,061	225,79	116,745
T121-T122	487,935	225,79	110,169
T122-T123	490,28	225,79	110,698
T123-T124	573,508	151,78	87,046
T124-T125	541,645	151,78	82,21
T125-T126	512,088	151,78	77,724
T126-T127	517,05	151,78	78,477
T127-T128	527,985	151,78	80,137
T128-T129	527,707	151,78	80,095
T129-T130	505,895	128,63	65,071
T130-T131	560,365	128,63	72,078

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T131-T132	565,036	128,63	72,678
T132-T133	525,541	100,76	52,955
T133-T134	543,338	100,76	54,748
T134-T135	546,192	105,41	57,572
T135-T136	528,881	105,41	55,748
T136-T137	394,604	105,41	41,594
T137-T138	337,14	65,68	22,142
T138-T139	290,601	65,68	19,085
T139-T140	280,334	65,68	18,411
T140-T141	424,448	0	0
T141-T142	343,583	0	0
T142-T143	406,749	0	0
T143-T144	373,978	35,93	13,437
T144-T145	438,791	35,93	15,766
T145-T146	346,297	37,13	12,857
T146-T147	654,413	0	0
T147-T148	338,353	0	0
T148-T149	415,948	0	0
T149-T150	554,823	0	0
T150-T151	576,258	0	0
T151-T152	357,707	0	0
T152-T153	324,583	0	0
T153-T154	249,961	0	0
T154-T155	627,266	0	0
T155-T156	263,432	0	0
T156-T157	270	0	0
T157-T158	327,37	0	0
T158-T159	331,855	0	0
T159-T160	780,662	0	0
T160-T161	412,461	27,09	11,173
T161-T162	598,808	27,09	16,221
T162-T163	357,348	79,15	28,284
T163-T164	369,085	79,15	29,213
T164-T165	310,395	79,15	24,568
T165-T166	274,88	104,24	28,653
T166-T167	231,825	121,61	28,192
T167-T168	300,33	121,61	36,523
T168-T169	379,258	121,61	46,122

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T169-T170	292,488	104,24	30,488
T170-T171	320,058	104,24	33,362
T171-T172	401,702	104,24	41,872
S.E.PBA-T172	50,425	94,45	4,763

Tabla 10. ISRkm de la alternativa 2 (Centro).

Alternativa 3

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T1-T2	332,601	0	0
T2-T3	310,493	0	0
T3-T4	378,197	0	0
T4-T5	349,329	0	0
T5-T6	255,185	0	0
T6-T7	328,141	0	0
T7-T8	246,01	0	0
T8-T9	319,856	0	0
T9-T10	419,592	0	0
T10-T11	355,336	0	0
T11-T12	369,924	0	0
T12-T13	334,936	38,35	12,843
T13-T14	248,317	38,35	9,522
T14-T15	355,937	38,35	13,648
T15-T16	370,636	33,92	12,573
T16-T17	351,33	64,25	22,572
T17-T18	377,789	64,25	24,271
T18-T19	380,428	64,25	24,441
T19-T20	333,332	64,25	21,415
T20-T21	379,295	50,89	19,3
T21-T22	487,933	50,89	24,828
T22-T23	408,671	109,5	44,748
T23-T24	410,635	109,5	44,963
T24-T25	384,984	109,5	42,155
T25-T26	387,254	75,02	29,053
T26-T27	387,501	75,02	29,072
T27-T28	417,152	62,85	26,218

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T28-T29	364,551	62,85	22,912
T29-T30	353,511	62,85	22,219
T30-T31	309,346	58,8	18,19
T31-T32	290,817	58,8	17,1
T32-T33	442,075	56,77	25,098
T33-T34	470,813	0	0
T34-T35	434,297	0	0
T35-T36	282,019	0	0
T36-T37	264,496	0	0
T37-T38	241,219	0	0
T38-T39	283,033	0	0
T39-T40	279,234	0	0
T40-T41	348,549	0	0
T41-T42	319,63	0	0
T42-T43	482,883	0	0
T43-T44	418,856	0	0
T44-T45	352,375	0	0
T45-T46	415,104	0	0
T46-T47	349,476	0	0
T47-T48	388,644	0	0
T48-T49	435,897	0	0
T49-T50	548,395	0	0
T50-T51	542,666	0	0
T51-T52	529,995	0	0
T52-T53	377,152	0	0
T53-T54	380,261	0	0
T54-T55	486,229	0	0
T55-T56	338,734	0	0
T56-T57	401,747	0	0
T57-T58	245,524	0	0
T58-T59	544,43	0	0
T59-T60	494,095	0	0
T60-T61	351,209	0	0
T61-T62	194,126	0	0
T62-T63	707,308	0	0
T63-T64	363,894	0	0
T64-T65	408,469	0	0
T65-T66	350,39	0	0

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T66-T67	359,061	0	0
T67-T68	354,049	0	0
T68-T69	321,983	0	0
T69-T70	313,752	0	0
T70-T71	357,966	0	0
T71-T72	706,26	0	0
T72-T73	528,993	0	0
T73-T74	355,602	0	0
T74-T75	375,961	0	0
T75-T76	376,17	0	0
T76-T77	343,716	0	0
T77-T78	265,007	0	0
T78-T79	325,761	0	0
T79-T80	243,175	0	0
T80-T81	490,54	0	0
T81-T82	558,513	0	0
T82-T83	257,831	0	0
T83-T84	298,359	0	0
T84-T85	287,604	0	0
T85-T86	725,622	0	0
T86-T87	422,023	0	0
T87-T88	473,399	0	0
T88-T89	475,596	0	0
T89-T90	454,02	0	0
T90-T91	386,859	0	0
T91-T92	576,288	0	0
T92-T93	541,08	0	0
T93-T94	615,424	0	0
T94-T95	640,685	0	0
T95-T96	475,862	23,45	11,157
T96-T97	446,941	23,45	10,479
T97-T98	396,309	23,45	9,291
T98-T99	567,224	23,45	13,299
T99-T100	410,676	23,45	9,628
T100-T101	493,345	23,45	11,566
T101-T102	552,064	24,35	13,443
T102-T103	367,989	24,35	8,961
T103-T104	485,746	24,35	11,828

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T104-T105	595,883	24,35	14,51
T105-T106	458,499	21,65	9,926
T106-T107	467,65	48,73	22,79
T107-T108	451,46	65,71	29,664
T108-T109	452,88	65,71	29,757
T109-T110	637,437	65,71	41,883
T110-T111	418,877	89,15	37,343
T111-T112	676,598	110,29	74,625
T112-T113	694,766	118,25	82,157
T113-T114	245,685	92,43	22,707
T114-T115	312,375	92,43	28,871
T115-T116	399,128	92,43	36,889
T116-T117	515,127	65,2	33,588
T117-T118	434,665	65,2	28,342
T118-T119	654,042	217,34	142,15
T119-T120	499,067	217,34	108,468
T120-T121	599,567	217,34	130,31
T121-T122	322,091	199,9	64,387
T122-T123	384,163	202,16	77,661
T123-T124	398,118	202,16	80,482
T124-T125	570,477	202,16	115,325
T125-T126	545,833	182,98	99,877
T126-T127	457,807	236,98	108,489
T127-T128	430,998	236,98	102,136
T128-T129	556,782	294,2	163,804
T129-T130	466,124	294,2	137,133
T130-T131	404,595	294,2	119,031
T131-T132	433,907	309,7	134,381
T132-T133	444,543	309,7	137,675
T133-T134	369,657	239,31	88,461
T134-T135	606,763	239,31	145,202
T135-T136	548,524	226,72	124,363
T136-T137	566,908	226,72	128,531
T137-T138	636,858	226,72	144,39
T138-T139	629,179	169,11	106,4
T139-T140	423,153	181,18	76,666
T140-T141	437,41	156,94	68,649
T141-T142	424,56	156,94	66,632

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm
T142-T143	645,634	156,94	101,328
T143-T144	654,467	45,52	29,788
T144-T145	559,489	45,52	25,465
T145-T146	254,434	43,12	10,971
T146-T147	462,073	53,9	24,907
T147-T148	497,768	53,9	26,831
T148-T149	525,927	53,9	28,349
T149-T150	456,478	0	0
T150-T151	684,713	0	0
T151-T152	485,987	0	0
T152-T153	492,673	0	0
T153-T154	461,553	0	0
T154-T155	469,981	0	0
T155-T156	498,85	0	0
T156-T157	493,644	0	0
T157-T158	435,302	0	0
T158-T159	525,014	0	0
T159-T160	531,764	0	0
T160-T161	633,185	0	0
T161-T162	334,932	29,41	9,85
T162-T163	556,568	104,24	58,015
T163-T164	589,03	121,61	71,632
T164-T165	674,144	121,61	81,983
T165-T166	704,314	121,61	85,652
T166-T167	487,184	104,24	50,783

Tabla 11. ISRkm de la alternativa 3 (Norte).

De esta forma se obtiene para cada alternativa el valor de ISRkm total:

Indicador	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valor de ISRkm total	5.739,035	4.535,464	4.376,002

Tabla 12. Valores del indicador de riesgo (ISRkm) calculados para las alternativas del proyecto.

Según estos resultados, la alternativa con menor Índice de Sensibilidad-Riesgo (ISR) es la alternativa 3, aunque no ha sido la alternativa seleccionada en el estudio de alternativas del EsIA, al ser la alternativa 1 la que menor afección presenta en el cómputo global. Además, la alternativa 1 discurre en gran parte, sobre todo en el ámbito de Cataluña en paralelo a otras líneas lo que minimiza la afección sobre la avifauna, estableciendo un corredor de infraestructuras.

2.2.3. Cálculo del impacto residual a compensar sobre el activo natural Especie

El impacto residual a compensar se calcula de la siguiente manera:

$$IRC = IPAS - M - R$$

Siendo:

IPAS: Impacto potencial de la alternativa de proyecto seleccionada. Se corresponde con el **índice de riesgo (ISR)** asociado a la alternativa de proyecto de menor impacto, recurriendo a la metodología del proyecto "Corredores de Vuelo", a la información generada en el estudio de avifauna de ciclo anual y la identificación de factores de riesgo en el diagnóstico territorial del EsIA.

M: Mitigación. Se define como las medidas adoptadas para reducir el riesgo de colisión de las aves mediante la instalación de dispositivos anticolidión. Se asume que una línea señalizada reduce el riesgo de colisión asociado en una magnitud que depende del índice de eficacia de la señalización (IES) instalada.

R: Restauración. No se considera que haya medidas de este tipo que tengan entidad suficiente como para ser consideradas en el cálculo de reducción del impacto sobre el activo especie

IRC: Impacto Residual a Compensar. Es el resultado de la diferencia entre el impacto potencial del proyecto (IPAS) y la mitigación conseguida con las medidas anticolidión (M). Como en los casos anteriores, se trata de una medida del riesgo cuyo valor determina la magnitud de la medida compensatoria de señalización de líneas existentes, expresada como el número de km de líneas a señalizar en función del índice de riesgo de los tramos de las mismas sobre los que se actuará.

Las premisas del cálculo son:

- **Mitigación con Salvapájaros:** Hay numerosos estudios científicos que miden la eficacia de estos dispositivos con resultados muy heterogéneos (rango de IES entre el 10 y el 90 % en la reducción del número de accidentes), muy dependientes de los tipos de dispositivos ensayados, de la localización de las líneas de estudio, de la abundancia de aves en el entorno y del tipo de especies presentes y de su propensión a los accidentes de colisión. En concreto, la eficacia de los salvapájaros de baliza giratoria, que son los que se van a instalar en este proyecto, ha sido valorada en 70% en un artículo científico publicado por el CSIC del 2020³. También se instalarán salvapájaros de tipo doble cinta en cruzamientos con vías de transporte y zonas de interés para la avifauna. Teniendo en cuenta la variabilidad en la eficacia de los dispositivos en función de los factores enunciados, y

³ Miguel Ferrer, Virginia Morandini, Ryan Baumbusch, Roberto Muriel, Manuela De Lucas, Cecilia Calabuig,

Efficacy of different types of “bird flight diverter” in reducing bird mortality due to collision with transmission power lines, Global Ecology and Conservation, Volume 23, 2020,

siendo conservadores en la consideración de la relevancia de este factor de mitigación para no infravalorar el impacto residual del proyecto, en el marco del presente EsIA se toma como valor de referencia para el índice de eficacia de la señalización una reducción del 50% en la siniestralidad (IES= 0,5).

2.2.2.1 Estimación del valor IPAS

Se corresponde con el índice de riesgo (ISR) asociado a la alternativa de proyecto de menor impacto, recurriendo a la metodología del proyecto "Corredores de Vuelo", a la información generada en el estudio de avifauna de ciclo anual y la identificación de factores de riesgo en el diagnóstico territorial del EsIA, tal y como se ha detallado en el apartado 2.2.2. Metodología de estimación del riesgo de colisión de la avifauna en línea eléctricas del presente Anexo.

Para el trazado seleccionado el valor de ISRkm total se estima en 5.739,035 unidades de riesgo.

Si se analiza vano por vano se obtiene lo siguiente:

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm total
T1-T2	384,633	0	0
T2-T3	216,672	0	0
T3-T4	356,904	0	0
T4-T5	330,879	0	0
T5-T6	319,856	0	0
T6-T7	419,592	0	0
T7-T8	355,336	0	0
T8-T9	369,924	0	0
T9-T10	334,937	38,34	12,841
T10-T11	248,317	38,34	9,52
T11-T12	355,937	38,34	13,647
T12-T13	370,636	33,92	12,572
T13-T14	368,852	58,18	21,46
T14-T15	360,265	58,18	20,96
T15-T16	380,431	58,18	22,133
T16-T17	333,334	58,18	19,393

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm total
T17-T18	309,737	8,48	2,627
T18-T19	328,035	0	0
T19-T20	394,076	0	0
T20-T21	416,889	0	0
T21-T22	423,18	39,07	16,534
T22-T23	402,984	39,07	15,745
T23-T24	447,084	39,07	17,468
T24-T25	249,945	39,07	9,765
T25-T26	430,159	39,07	16,806
T26-T27	442,725	39,07	17,297
T27-T28	331,874	9,77	3,242
T28-T29	418,894	0	0
T29-T30	465,842	42,4	19,752
T30-T31	478,423	42,4	20,285
T31-T32	356,816	42,4	15,129
T32-T33	526,638	42,4	22,329
T33-T34	594,578	42,4	25,21
T34-T35	526,557	0	0
T35-T36	564,005	0	0
T36-T37	603,334	187,95	113,397
T37-T38	593,019	187,95	111,458
T38-T39	464,47	187,95	87,297
T39-T40	461,951	187,95	86,824
T40-T41	533,585	187,95	100,287
T41-T42	503,466	187,95	94,626
T42-T43	427,594	187,95	80,366
T43-T44	317,275	187,95	59,632
T44-T45	314,975	187,95	59,2
T45-T46	359,812	187,95	67,627
T46-T47	559,281	0	0
T47-T48	380,91	0	0
T48-T49	548,976	0	0
T49-T50	384,74	0	0
T50-T51	388,952	0	0
T51-T52	336,091	35,17	11,82
T52-T53	325,006	35,17	11,43
T53-T54	353,968	35,17	12,449
T54-T55	342,39	35,17	12,042

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm total
T55-T56	509,267	35,17	17,911
T56-T57	470,987	0	0
T57-T58	465,895	0	0
T58-T59	371,611	0	0
T59-T60	295,721	0	0
T60-T61	315,052	0	0
T61-T62	557,596	0	0
T62-T63	352,134	23,44	8,254
T63-T64	654,31	23,44	15,337
T64-T65	409,058	23,44	9,588
T65-T66	343,591	23,44	8,054
T66-T67	354,111	23,44	8,3
T67-T68	256,197	23,44	6,005
T68-T69	380,579	23,44	8,921
T69-T70	330,98	23,44	7,758
T70-T71	409,657	23,44	9,602
T71-T72	357,263	0	0
T72-T73	484,337	23,44	11,353
T73-T74	438,954	23,44	10,289
T74-T75	559,359	23,44	13,111
T75-T76	397,733	7,81	3,106
T76-T77	374,994	7,81	2,929
T77-T78	456,231	46,89	21,393
T78-T79	578,028	46,89	27,104
T79-T80	355,886	46,89	16,687
T80-T81	459,513	25,02	11,497
T81-T82	390,97	25,02	9,782
T82-T83	480,4	25,02	12,02
T83-T84	663,264	21,67	14,373
T84-T85	816,327	53,16	43,396
T85-T86	784,455	53,16	41,702
T86-T87	629,427	95,1	59,859
T87-T88	444,667	95,1	42,288
T88-T89	390,839	115,49	45,138
T89-T90	383,026	115,49	44,236
T90-T91	331,562	115,49	38,292
T91-T92	529,531	22,78	12,063
T92-T93	567,653	22,78	12,931

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm total
T93-T94	537,511	45,2	24,295
T94-T95	523,409	45,2	23,658
T95-T96	485,062	50,59	24,539
T96-T97	353,098	50,59	17,863
T97-T98	482,106	50,59	24,39
T98-T99	525,986	50,59	26,61
T99-T100	533,692	50,59	26,999
T100-T101	422,876	354,15	149,762
T101-T102	301,649	354,15	106,829
T102-T103	235,693	472,23	111,301
T103-T104	508,811	472,23	240,276
T104-T105	376,24	472,23	177,672
T105-T106	486,903	472,23	229,93
T106-T107	427,008	323,74	138,24
T107-T108	460,43	323,74	149,06
T108-T109	451,525	337,31	152,304
T109-T110	488,56	337,31	164,796
T110-T111	531,379	232,07	123,317
T111-T112	505,437	232,07	117,297
T112-T113	508,912	194,28	98,871
T113-T114	336,679	194,28	65,41
T114-T115	369,515	194,28	71,789
T115-T116	415,409	161,87	67,242
T116-T117	388,594	161,87	62,902
T117-T118	416,95	161,87	67,492
T118-T119	416,913	70,84	29,534
T119-T120	453,928	143,68	65,22
T120-T121	477,513	143,68	68,609
T121-T122	382,157	135,59	51,817
T122-T123	371,175	135,59	50,328
T123-T124	582,402	135,59	78,968
T124-T125	365,633	151,78	55,496
T125-T126	369,071	151,78	56,018
T126-T127	384,288	128,63	49,431
T127-T128	380,846	128,63	48,988
T128-T129	472,667	128,63	60,799
T129-T130	418,75	128,63	53,864
T130-T131	416,416	128,63	53,564

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm total
T131-T132	477,513	100,76	48,114
T132-T133	559,268	100,76	56,352
T133-T134	529,783	105,37	55,823
T134-T135	512,998	105,37	54,055
T135-T136	394,607	105,37	41,58
T136-T137	337,137	65,63	22,126
T137-T138	290,605	65,63	19,072
T138-T139	280,33	65,63	18,398
T139-T140	424,454	0	0
T140-T141	343,581	0	0
T141-T142	406,751	0	0
T142-T143	373,973	35,9	13,426
T143-T144	438,792	35,9	15,753
T144-T145	346,301	37,08	12,841
T145-T146	654,411	0	0
T146-T147	338,356	0	0
T147-T148	415,949	0	0
T148-T149	554,823	0	0
T149-T150	576,257	0	0
T150-T151	357,711	0	0
T151-T152	324,584	0	0
T152-T153	249,959	0	0
T153-T154	627,261	0	0
T154-T155	263,432	0	0
T155-T156	270,002	0	0
T156-T157	327,37	0	0
T157-T158	331,853	0	0
T158-T159	780,668	0	0
T159-T160	412,458	27,1	11,178
T160-T161	598,81	27,1	16,228
T161-T162	357,344	79,22	28,309
T162-T163	369,092	79,22	29,239
T163-T164	310,388	79,22	24,589
T164-T165	273,13	104,24	28,471
T165-T166	229,294	121,61	27,884
T166-T167	304,611	121,61	37,044
T167-T168	380,135	121,61	46,228
T168-T169	291,612	104,24	30,398

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm total
T169-T170	320,054	104,24	33,362
T170-T171	401,699	104,24	41,873
S.E.PBA-T171	50,428	94,45	4,763
TOTAL	71.813,88		5.739,035

El valor del Índice de Sensibilidad-Riesgo (ISR) para la totalidad de la línea (71,82 km) es de 5.379,035.

En el EsIA se propone como **medida preventiva, la instalación de dispositivos salvapájaros en todos los vanos de la línea proyectada**. Por tanto, la totalidad de la línea proyectada dispondrá de salvapájaros con una cadencia de 14 m para los dispositivos de tipo Aspa y cada 20 m en cada cable para los dispositivos de doble cinta de neopreno.

Hay numerosos estudios científicos que miden la eficiencia de estos dispositivos con resultados muy dispares que dependen de múltiples factores. La eficacia de los dispositivos se ha estimado en un 70% en un artículo del CSIC del 2020⁴. Teniendo en cuenta la variabilidad en la eficacia de los dispositivos, y siendo conservadores en la consideración de la relevancia, se tomará como valor de referencia para el índice de eficacia de la señalización un 50% en la reducción de la siniestralidad mediante la instalación de dispositivos salvapájaros (IES= 0,5).

Por tanto, el valor de todos los vanos de la línea se reduce el 50%.

⁴ Miguel Ferrer, Virginia Morandini, Ryan Baumbusch, Roberto Muriel, Manuela De Lucas, Cecilia

Calabuig, Efficacy of different types of "bird flight diverter" in reducing bird mortality due to collision with transmission power lines, Global Ecology and Conservation, Volume 23, 2020,

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm	Valor de ISR por km (tras medida del EsIA)
T1-T2	384,633	0	0	0
T2-T3	216,672	0	0	0
T3-T4	356,904	0	0	0
T4-T5	330,879	0	0	0
T5-T6	319,856	0	0	0
T6-T7	419,592	0	0	0
T7-T8	355,336	0	0	0
T8-T9	369,924	0	0	0
T9-T10	334,937	38,34	12,841	6,4205
T10-T11	248,317	38,34	9,52	4,76
T11-T12	355,937	38,34	13,647	6,8235
T12-T13	370,636	33,92	12,572	6,286
T13-T14	368,852	58,18	21,46	10,73
T14-T15	360,265	58,18	20,96	10,48
T15-T16	380,431	58,18	22,133	11,0665
T16-T17	333,334	58,18	19,393	9,6965
T17-T18	309,737	8,48	2,627	1,3135
T18-T19	328,035	0	0	0
T19-T20	394,076	0	0	0
T20-T21	416,889	0	0	0
T21-T22	423,18	39,07	16,534	8,267
T22-T23	402,984	39,07	15,745	7,8725
T23-T24	447,084	39,07	17,468	8,734
T24-T25	249,945	39,07	9,765	4,8825
T25-T26	430,159	39,07	16,806	8,403
T26-T27	442,725	39,07	17,297	8,6485
T27-T28	331,874	9,77	3,242	1,621
T28-T29	418,894	0	0	0
T29-T30	465,842	42,4	19,752	9,876
T30-T31	478,423	42,4	20,285	10,1425
T31-T32	356,816	42,4	15,129	7,5645
T32-T33	526,638	42,4	22,329	11,1645
T33-T34	594,578	42,4	25,21	12,605
T34-T35	526,557	0	0	0
T35-T36	564,005	0	0	0
T36-T37	603,334	187,95	113,397	56,6985

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm	Valor de ISR por km (tras medida del EsIA)
T37-T38	593,019	187,95	111,458	55,729
T38-T39	464,47	187,95	87,297	43,6485
T39-T40	461,951	187,95	86,824	43,412
T40-T41	533,585	187,95	100,287	50,1435
T41-T42	503,466	187,95	94,626	47,313
T42-T43	427,594	187,95	80,366	40,183
T43-T44	317,275	187,95	59,632	29,816
T44-T45	314,975	187,95	59,2	29,6
T45-T46	359,812	187,95	67,627	33,8135
T46-T47	559,281	0	0	0
T47-T48	380,91	0	0	0
T48-T49	548,976	0	0	0
T49-T50	384,74	0	0	0
T50-T51	388,952	0	0	0
T51-T52	336,091	35,17	11,82	5,91
T52-T53	325,006	35,17	11,43	5,715
T53-T54	353,968	35,17	12,449	6,2245
T54-T55	342,39	35,17	12,042	6,021
T55-T56	509,267	35,17	17,911	8,9555
T56-T57	470,987	0	0	0
T57-T58	465,895	0	0	0
T58-T59	371,611	0	0	0
T59-T60	295,721	0	0	0
T60-T61	315,052	0	0	0
T61-T62	557,596	0	0	0
T62-T63	352,134	23,44	8,254	4,127
T63-T64	654,31	23,44	15,337	7,6685
T64-T65	409,058	23,44	9,588	4,794
T65-T66	343,591	23,44	8,054	4,027
T66-T67	354,111	23,44	8,3	4,15
T67-T68	256,197	23,44	6,005	3,0025
T68-T69	380,579	23,44	8,921	4,4605
T69-T70	330,98	23,44	7,758	3,879
T70-T71	409,657	23,44	9,602	4,801
T71-T72	357,263	0	0	0
T72-T73	484,337	23,44	11,353	5,6765

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm	Valor de ISR por km (tras medida del EsIA)
T73-T74	438,954	23,44	10,289	5,1445
T74-T75	559,359	23,44	13,111	6,5555
T75-T76	397,733	7,81	3,106	1,553
T76-T77	374,994	7,81	2,929	1,4645
T77-T78	456,231	46,89	21,393	10,6965
T78-T79	578,028	46,89	27,104	13,552
T79-T80	355,886	46,89	16,687	8,3435
T80-T81	459,513	25,02	11,497	5,7485
T81-T82	390,97	25,02	9,782	4,891
T82-T83	480,4	25,02	12,02	6,01
T83-T84	663,264	21,67	14,373	7,1865
T84-T85	816,327	53,16	43,396	21,698
T85-T86	784,455	53,16	41,702	20,851
T86-T87	629,427	95,1	59,859	29,9295
T87-T88	444,667	95,1	42,288	21,144
T88-T89	390,839	115,49	45,138	22,569
T89-T90	383,026	115,49	44,236	22,118
T90-T91	331,562	115,49	38,292	19,146
T91-T92	529,531	22,78	12,063	6,0315
T92-T93	567,653	22,78	12,931	6,4655
T93-T94	537,511	45,2	24,295	12,1475
T94-T95	523,409	45,2	23,658	11,829
T95-T96	485,062	50,59	24,539	12,2695
T96-T97	353,098	50,59	17,863	8,9315
T97-T98	482,106	50,59	24,39	12,195
T98-T99	525,986	50,59	26,61	13,305
T99-T100	533,692	50,59	26,999	13,4995
T100-T101	422,876	354,15	149,762	74,881
T101-T102	301,649	354,15	106,829	53,4145
T102-T103	235,693	472,23	111,301	55,6505
T103-T104	508,811	472,23	240,276	120,138
T104-T105	376,24	472,23	177,672	88,836
T105-T106	486,903	472,23	229,93	114,965
T106-T107	427,008	323,74	138,24	69,12
T107-T108	460,43	323,74	149,06	74,53
T108-T109	451,525	337,31	152,304	76,152

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm	Valor de ISR por km (tras medida del EsIA)
T109-T110	488,56	337,31	164,796	82,398
T110-T111	531,379	232,07	123,317	61,6585
T111-T112	505,437	232,07	117,297	58,6485
T112-T113	508,912	194,28	98,871	49,4355
T113-T114	336,679	194,28	65,41	32,705
T114-T115	369,515	194,28	71,789	35,8945
T115-T116	415,409	161,87	67,242	33,621
T116-T117	388,594	161,87	62,902	31,451
T117-T118	416,95	161,87	67,492	33,746
T118-T119	416,913	70,84	29,534	14,767
T119-T120	453,928	143,68	65,22	32,61
T120-T121	477,513	143,68	68,609	34,3045
T121-T122	382,157	135,59	51,817	25,9085
T122-T123	371,175	135,59	50,328	25,164
T123-T124	582,402	135,59	78,968	39,484
T124-T125	365,633	151,78	55,496	27,748
T125-T126	369,071	151,78	56,018	28,009
T126-T127	384,288	128,63	49,431	24,7155
T127-T128	380,846	128,63	48,988	24,494
T128-T129	472,667	128,63	60,799	30,3995
T129-T130	418,75	128,63	53,864	26,932
T130-T131	416,416	128,63	53,564	26,782
T131-T132	477,513	100,76	48,114	24,057
T132-T133	559,268	100,76	56,352	28,176
T133-T134	529,783	105,37	55,823	27,9115
T134-T135	512,998	105,37	54,055	27,0275
T135-T136	394,607	105,37	41,58	20,79
T136-T137	337,137	65,63	22,126	11,063
T137-T138	290,605	65,63	19,072	9,536
T138-T139	280,33	65,63	18,398	9,199
T139-T140	424,454	0	0	0
T140-T141	343,581	0	0	0
T141-T142	406,751	0	0	0
T142-T143	373,973	35,9	13,426	6,713
T143-T144	438,792	35,9	15,753	7,8765
T144-T145	346,301	37,08	12,841	6,4205

VANO	LONGITUD (m)	ISR	ISRkm	Valor de ISR por km (tras medida del EsIA)
T145-T146	654,411	0	0	0
T146-T147	338,356	0	0	0
T147-T148	415,949	0	0	0
T148-T149	554,823	0	0	0
T149-T150	576,257	0	0	0
T150-T151	357,711	0	0	0
T151-T152	324,584	0	0	0
T152-T153	249,959	0	0	0
T153-T154	627,261	0	0	0
T154-T155	263,432	0	0	0
T155-T156	270,002	0	0	0
T156-T157	327,37	0	0	0
T157-T158	331,853	0	0	0
T158-T159	780,668	0	0	0
T159-T160	412,458	27,1	11,178	5,589
T160-T161	598,81	27,1	16,228	8,114
T161-T162	357,344	79,22	28,309	14,1545
T162-T163	369,092	79,22	29,239	14,6195
T163-T164	310,388	79,22	24,589	12,2945
T164-T165	273,13	104,24	28,471	14,2355
T165-T166	229,294	121,61	27,884	13,942
T166-T167	304,611	121,61	37,044	18,522
T167-T168	380,135	121,61	46,228	23,114
T168-T169	291,612	104,24	30,398	15,199
T169-T170	320,054	104,24	33,362	16,681
T170-T171	401,699	104,24	41,873	20,9365
S.E.PBA-T171	50,428	94,45	4,763	2,3815
			5.739,04	2.869,52

2.2.2.2 Cálculo del Impacto Residual a Compensar IRC

El IRC se calcula como la diferencia entre el impacto potencial del proyecto (IPAS o ISR), la mitigación conseguida con las medidas aplicadas (M) y la restauración que sea posible realizar de los activos afectados.

$$IRC = (ISR * M) - R$$

Estimación del coeficiente mitigación (M)

El factor Mitigación se corresponde en el caso del activo especie con la eficacia estimada de los dispositivos salvapájaros para reducir la siniestralidad de aves por colisión (índice de eficacia de la señalización o IES).

Como se ha descrito anteriormente se toma como valor de referencia para el índice de eficacia de la señalización un 50% en la reducción de la siniestralidad mediante la instalación de dispositivos salvapájaros (IES= 0,5).

$$M (IES) = 0,5$$

Aplicando la fórmula de estimación del Impacto Residual a Compensar de la línea eléctrica proyectada, restando la Mitigación ($IRC = (ISR * M) - R$) tras la medida de señalizar toda la línea proyectada, los valores obtenidos para son $5.739,04 * 0,5 = 2.869,52$.

Estimación del valor R

En el caso del activo especie, el valor de R es 0, ya que se considera que no hay medidas de este tipo que tengan entidad suficiente como para ser consideradas en el cálculo de reducción del impacto sobre el activo especie.

Impacto Residual a Compensar IRC

Por tanto, el valor del Impacto Residual a compensar IRC será $IRC = (ISR * M) - 0$, es decir, $2.869,52 - 0 = 2.869,52$.

A modo de resumen: el impacto a compensar del proyecto es el incremento del riesgo de colisión en 2.869,52 unidades asociados a los 71,82 km de la nueva línea aérea a construir, ya mitigado por la señalización con salvapájaros de todo el trazado.

2.2.4. Medidas propuestas para compensar el incremento del riesgo de colisión

Para compensar el impacto residual sobre el activo especie del tramo aéreo de la línea eléctrica 220 kV Mangraners- Peñalba proyectada que se corresponde con 2.869,52 unidades de riesgo, se considera que lo más adecuado es llevar a cabo una medida equivalente, mediante la señalización de una longitud por determinar de tramos de líneas existentes propiedad de RED ELECTRICA cuyo índice de riesgo deberá ser superior a igual a dicho IRC.

Se actuará sobre tramos de líneas cuyo índice de riesgo (calculado en el marco del proyecto "Corredores de Vuelo" (mapa de riesgo de colisión)) sea similar a las 2.869,52 unidades de la línea proyectada.

Estos tramos serán seleccionados en función de criterios como su afección a áreas sensibles por avifauna, tipo de especies afectadas, nivel de riesgo asociado y factibilidad de la señalización. De esta manera, la señalización de estas líneas existentes producirá un efecto de reducción global del riesgo actual de colisión de aves en una medida que será igual, como mínimo, al riesgo asociado al impacto residual de la nueva instalación proyectada.

Los criterios de priorización y selección de vanos a señalar mediante salvapájaros como medida compensatoria del presente proyecto son los siguientes:

- Que actualmente no se encuentren señalizados con dispositivos anticolidión.

- Que en conjunto tengan asociado un nivel de riesgo mínimo de 2.869,52 unidades (similar o superior al estimado para el proyecto objeto de este documento).
- Que preferentemente se localicen en zonas de sensibilidad alta o media (mapa de sensibilidad del proyecto corredores).
- Que se localicen preferentemente en las áreas sensibles detectadas en el estudio anual de avifauna realizado para el presente proyecto.

Se propone utilizar para compensar alguna de las líneas eléctricas existentes que se sitúan en el ámbito del RD1432/2008, así como en zonas de interés para la avifauna en el entorno de la nueva línea, tanto en la provincia de Lleida como de Huesca, previo acuerdo con las administraciones competentes.

Entre ellas, se contemplan las siguientes:

Línea	Apoyo	Apoyo	ISRkm
220 kV ALBATARREC - TORRES DE SEGRE	24	25	6,408
	25	26	3,778
	26	27	6,653
	27	28	6,280
	28	29	6,531
	29	30	3,607
	30	31	5,763
	31	32	5,875
	41	42	14,365
	42	43	4,999
	48	49	9,339
	49	50	12,075
	50	51	3,394
	51	52	4,527
	52	53	3,539

Línea	Apoyo	Apoyo	ISRkm
	53	54	3,284
	54	55	4,109
	55	56	5,853
	56	57	4,919
	57	58	3,496
	63	64	6,699
	64	65	39,259
	65	66	26,541
	66	67	46,791
	67	68	44,253
	68	69	39,165
	69	70	41,549
	70	71	41,674
	71	72	41,981
	72	73	42,212
	73	74	36,091
	74	75	61,030
	75	76	41,041
	77	78	67,140
400 kV ARAGON - PEÑALBA 1	7R	PBA	5,259
400 kV ARAGON - PEÑALBA 2	7R	PBA	5,459
400 kV ARAGON - PEÑALBA 1 400 kV ARAGON - PEÑALBA 2	85	86	31,502
	86	87	28,613
	87	88	34,353
	88	1R	16,192
	1R	2R	17,212
	2R	3R	15,114
	3R	4R	28,310
	4R	5R	43,402
	5R	6R	34,802
	6R	7R	31,104

Línea	Apoyo	Apoyo	ISRkm
220 kV MEQUINENZA - MONZON 220 kV MONZON - RIBA-ROJA	25	26	59,284
	26	27	79,156
	27	28	73,944
	28	29	79,691
	29	30	52,416
	32	33	106,975
	33	34	91,343
	36	37	112,403
	37	38	85,336
	38	39	93,162
	39	40	69,748
	40	41	73,545
	41	42	50,545
	42	43	64,718
	43	44	97,056
	44	45	72,881
	45	46	72,959
	46	47	48,906
	47	48	91,849
	48	49	85,548
	49	50	82,490
	54	55	81,369
	55	56	84,441
	56	57	69,583
	63	64	101,578
TOTAL			2.966,469

Figura 13. Detalle de los vanos sin señalar en el entorno de la línea proyectada Mangraners-Peñalba.

2.2.3.1 Medidas de compensación adicionales

Con lo indicado hasta ahora quedaría compensado el aumento de riesgo a nivel global en la RdT frente al activo especie en su conjunto debido a la ejecución del proyecto.

RED ELÉCTRICA, en su búsqueda de generar un impacto positivo en biodiversidad propone llevar a cabo como medidas de compensación adicionales en este proyecto, que se detallan a continuación, y que se consensuarán con las administraciones competentes de Cataluña y Aragón, previo a la ejecución del proyecto:

- Potenciar estructuras de nidificación del Cernícalo primilla (*Falco naumanni*) y Carraca europea (*Coracias garrulus*) con mejoras de las ya existentes e instalación de nuevas estructuras.
- Conservación de los ya existentes y creación de nuevos oteaderos y posaderos especialmente para aves rapaces en un entorno tan llano y poco arbolado.
- Mantenimiento de charcas, balsas y todo tipo de pequeños puntos de agua que favorecen a la población ornitológica en un entorno estepario en el que escasean. De esta manera se favorecerá también a otros grupos faunísticos del que serían un buen ejemplo los anfibios.
- Potenciar mediante plantación y conservación de las ya existentes, pequeñas áreas arboladas puntuales en zonas estratégicas, con el fin de aumentar la diversidad ornitológica.
- Al tratarse de una zona principalmente esteparia, se tomarán medidas para favorecer el hábitat de sus especies más sensibles, con la siguiente serie de medidas:
 - o Creación de nuevos linderos, márgenes y bandas herbáceas, setos, acúmulos y muros de piedra y énfasis en la conservación de los ya existentes.

- Limitación del cultivo extensivo y diversificación de las especies cultivadas, evitar al máximo la destrucción de nidos por el paso de maquinaria, limitación al máximo del uso de pesticidas y herbicidas, siembra de leguminosas y no recolección parcial de las mismas, gestión y manejo de las zonas de barbecho potenciando especialmente los de larga duración, planificar en determinadas zonas un calendario de cultivo llegando a acuerdos con los agricultores de la zona. También puede resultar de interés potenciar la presencia de rastrojeras hasta principios del otoño con el fin de minimizar los trabajos agrícolas y favorecer la existencia de invertebrados y otra fauna que aprovechan dichos rastrojos, de gran importancia para la alimentación de algunas aves esteparias.