

APÉNDICE 10. EFECTOS AMBIENTALES DERIVADOS DE LA VULNERABILIDAD DEL PROYECTO FRENTE A ACCIDENTES GRAVES Y CATÁSTROFES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETO	1	6. RIESGOS DERIVADOS DE CATÁSTROFES	20
2. ANÁLISIS METODOLÓGICO	1	6.1. RIESGO SÍSMICO.....	20
2.1. DEFINICIONES	1	6.1.1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO SÍSMICO	21
2.2. ESQUEMA METODOLÓGICO	1	6.1.2. VALORACIÓN DEL RIESGO	21
2.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	4	6.1.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL MEDIO SOCIAL	22
2.3.1. RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES	4	6.1.4. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES	22
2.3.2. RIESGOS DE CATÁSTROFES.....	4	6.2. RIESGO POR INUNDACIÓN	22
2.4. VALORACIÓN DEL RIESGO	4	6.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN.....	22
2.4.1. NIVEL DE RIESGO (NR).....	4	6.2.2. VALORACIÓN DEL RIESGO	25
2.4.2. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO (VP)	5	6.2.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL MEDIO SOCIAL	25
2.5. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y MEDIO SOCIAL.....	5	6.2.4. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES	25
2.5.1. ANÁLISIS DE IMPACTOS FRENTE A ACCIDENTES GRAVES	6	6.3. RIESGO DE INCENDIOS	25
2.5.2. ANÁLISIS DE IMPACTOS FRENTE A CATÁSTROFES	6	6.3.1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO DE INCENDIOS	25
2.6. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES.....	8	6.3.2. VALORACIÓN DEL RIESGO	28
2.7. INCORPORACIÓN DE LA VALORACIÓN DE RIESGOS AL ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS.....	8	6.3.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL MEDIO SOCIAL	28
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8	6.3.4. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES	28
4. ÁMBITO DE ESTUDIO	11	6.4. RIESGOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS	28
5. RIESGOS DERIVADOS DE ACCIDENTES GRAVES	12	6.4.1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	28
5.1. FASE DE OBRA.....	12	6.4.2. VALORACIÓN DEL RIESGO	29
5.1.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES.....	12	6.4.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL MEDIO SOCIAL	32
5.1.2. VALORACIÓN DEL RIESGO	13	6.4.4. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES	32
5.1.3. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL MEDIO SOCIAL.....	14	6.5. RIESGOS DE METEOROLÓGICOS	32
5.1.4. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES	14	6.5.1. LLUVIAS TORRENCIALES	32
5.2. FASE DE EXPLOTACIÓN	15	6.5.2. OLEAJE	33
5.2.1. ANÁLISIS DE RIESGOS DERIVADOS DE ACCIDENTES CON MERCANCÍAS PELIGROSAS.....	15	7. INCORPORACIÓN DE LA VALORACIÓN DE RIESGOS AL ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS	33
5.2.2. ANÁLISIS DE RIESGOS DERIVADOS DE TERCEROS	19		

1. INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETO

La actuación a la que se refiere este documento consiste en la ejecución del Estudio Informativo de la línea de alta velocidad Nogales de Pisuerga – Reinosa.

Como parte de los trabajos asociados al Estudio de Impacto Ambiental, se contempla en el presente documento la información de detalle relativa al estudio y análisis de vulnerabilidad del proyecto ante accidentes graves o catástrofes. Este estudio es requerido en el anexo IV de la Directiva 2014 /52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

Así, en el anexo IV de la Directiva 2014/52, epígrafes 5.d y 8., se indica:

5. *Una descripción de los posibles efectos significativos del proyecto en el medio ambiente, derivados, entre otras cosas, de lo siguiente (...):*

d) los riesgos para la salud humana, el patrimonio cultural o el medio ambiente (debidos, por ejemplo, a accidentes o catástrofes) (...)

8. *Una descripción de los efectos adversos significativos del proyecto en el medio ambiente, como consecuencia de la vulnerabilidad del proyecto ante el riesgo de accidentes graves y/o desastres pertinentes en relación con el proyecto en cuestión. La información relevante disponible y obtenida a través de las evaluaciones de riesgo de conformidad con la legislación de la Unión, como la Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, o la Directiva 2009/71/Euratom del Consejo, o evaluaciones pertinentes realizadas con arreglo a la legislación nacional, podrá utilizarse para este objetivo, siempre que se cumplan los requisitos de la presente Directiva. En su caso, esta descripción debe incluir las medidas previstas para prevenir y mitigar el efecto adverso significativo de tales acontecimientos en el medio ambiente y detalles sobre la preparación y respuesta propuesta a tales emergencias.*

Este punto ha sido traspuesto al ordenamiento jurídico español mediante la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Así pues, este documento tiene como objeto el desarrollo del análisis de los posibles efectos significativos del proyecto sobre el medio ambiente derivados de su vulnerabilidad frente a accidentes graves o catástrofes.

2. ANÁLISIS METODOLÓGICO

2.1. DEFINICIONES

Se definen a continuación los conceptos en los que se basa el análisis de la vulnerabilidad del proyecto recogido en este documento, y que permitirán determinar el alcance y repercusiones de las potenciales afecciones que los sucesos pueden tener sobre el medio ambiente en caso de que éstos tengan lugar.

Riesgo asociado a una amenaza: se define como el valor probable de los daños ocasionados teniendo en cuenta la probabilidad de la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos analizados. Estos riesgos pueden derivar de:

Accidente grave: suceso, como una emisión, un incendio o una explosión de gran magnitud, que resulte de un proceso no controlado durante la ejecución, explotación, desmantelamiento o demolición de un proyecto, que suponga un peligro grave, ya sea inmediato o diferido, para las personas o el medio ambiente.

Catástrofe: suceso de origen natural, como inundaciones, subida del nivel del mar, terremotos, etc., ajeno al proyecto, que produce gran destrucción o daño sobre las personas o el medio ambiente.

Los componentes del riesgo estarían determinados por:

Peligrosidad: definida como la amenaza o la probabilidad de que el suceso ocurra (se determinará en función de los riesgos identificados según su zonificación en el ámbito del proyecto), y como la severidad del mismo, entendida ésta como el nivel de consecuencias derivadas del daño producido.

Vulnerabilidad del proyecto: características físicas de un proyecto que pueden incidir en los posibles efectos adversos significativos que sobre el medio ambiente se puedan producir como consecuencia de accidentes graves o de catástrofes, o susceptibilidad del proyecto a sufrir un daño derivado de un evento determinado. Puede medirse como pérdidas o daños resultantes.

Según todo lo expuesto, el esquema conceptual del análisis del riesgo se desarrolla en el apartado siguiente.

2.2. ESQUEMA METODOLÓGICO

La metodología propuesta parte de las siguientes consideraciones:

1. Identificación de los distintos riesgos que pueden amenazar al proyecto, derivados éstos de accidentes graves o catástrofes.
2. Valoración del riesgo, que vendrá determinado por los siguientes parámetros.
 - **Nivel de riesgo** que resulta de la probabilidad del suceso y de su severidad.

- **Vulnerabilidad del proyecto.** Una vez identificados los riesgos en el ámbito del proyecto, se ha de indicar qué elementos o partes del proyecto son vulnerables frente al suceso o la amenaza, debido a su exposición, según las zonas de riesgo y/o fragilidad.

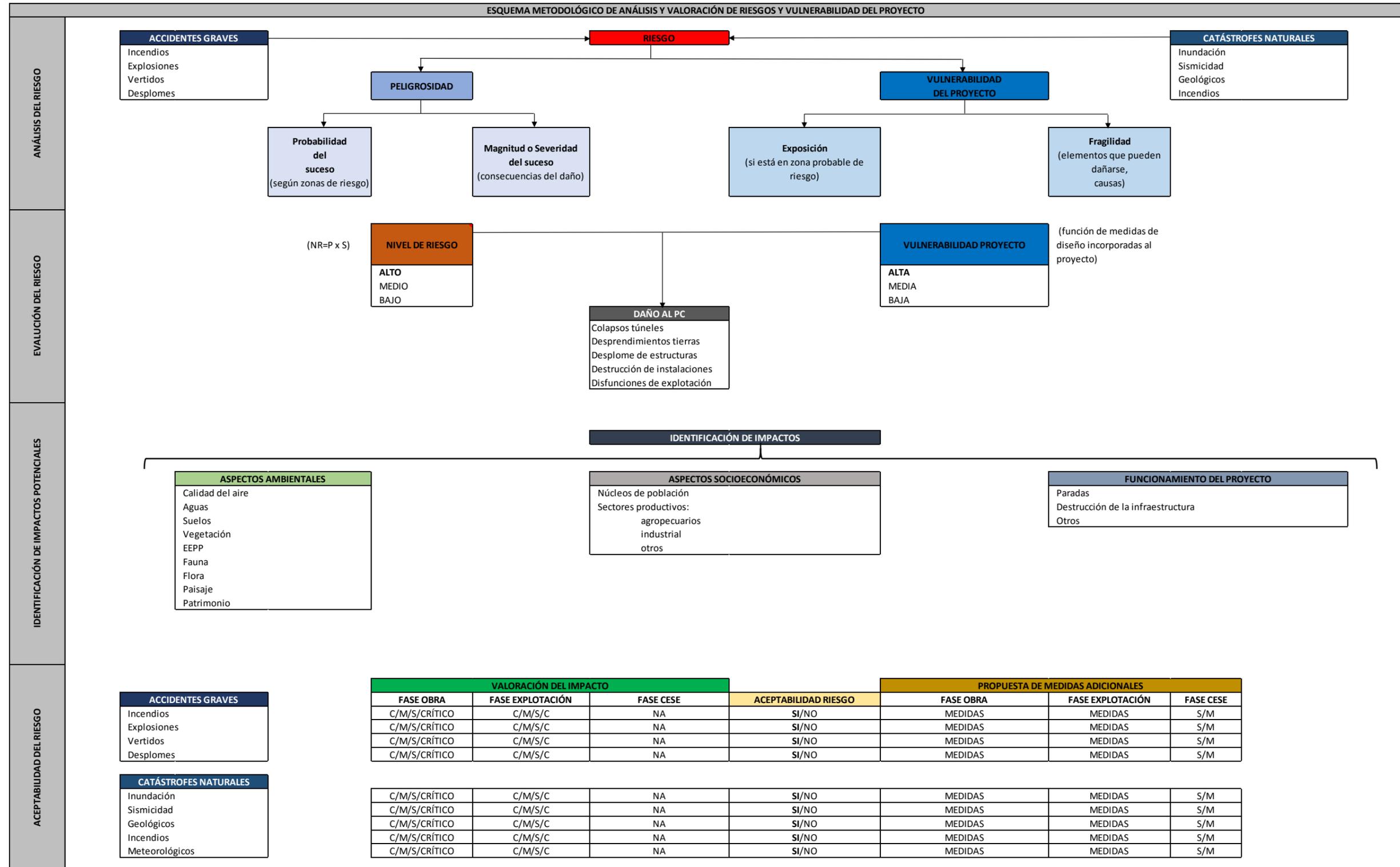
Se indicarán, para cada elemento vulnerable, los criterios y parámetros que se han utilizado en la definición del proyecto para minimizar o eliminar la vulnerabilidad de estos elementos frente a dichas amenazas. Se determinará en qué situaciones estos elementos pueden ser vulnerables (zonas de riesgo alto, y donde la intensidad de la amenaza pueda sobrepasar los parámetros tenidos en cuenta para el diseño del proyecto).

3. Análisis de los posibles impactos sobre el medio ambiente y el medio social en zonas sensibles de acuerdo con la clasificación del territorio realizada, dentro de los ámbitos en que el proyecto atraviesa zonas de riesgo alto, derivados de cada amenaza concreta.

Se parte del supuesto de que, salvo que los criterios de adaptabilidad sean suficientes a juicio del experto, sólo en estas zonas de riesgo alto y para sucesos excepcionales por su intensidad, las amenazas asociadas a éstas tienen una probabilidad real de materializarse.

4. Definición de medidas adicionales a las adoptadas por el proyecto, y otros planes de emergencia vigentes en el ámbito analizado a tener en cuenta en caso de ocurrencia.

Se incluye a continuación el esquema metodológico propuesto del análisis y valoración del riesgo.



2.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Los riesgos se analizarán, de acuerdo con la Ley 9/2018, para los casos de:

- Accidentes graves.
- Catástrofes.

2.3.1. Riesgos de accidentes graves

Se identificarán los accidentes graves que pueden ocurrir, tanto **en fase de construcción**, como consecuencia de aquellos elementos vulnerables de la obra que pueden generar, por fallos, errores u omisiones, daños sobre el medio ambiente; como **en fase de explotación**, asociados éstos únicamente a aquellos casos de accidentes del transporte con mercancías peligrosas por la propia infraestructura, y a aquellos riesgos derivados de terceros en los que ésta pueda verse dañada.

2.3.2. Riesgos de catástrofes

En caso de catástrofes, eventos asociados a fenómenos naturales, se identificarán dentro del ámbito del proyecto las principales zonas de riesgo que pueden tener una influencia directa sobre el mismo.

En estas zonas y, de acuerdo con la intensidad del riesgo, el proyecto incorporará una serie de criterios y medidas en la fase de diseño que, a priori, determinarán su adaptación y capacidad de resiliencia frente al evento. Estos criterios determinarán, por tanto, la invulnerabilidad del proyecto frente a la materialización de estos sucesos, tanto por exposición como por fragilidad.

Las principales zonas de riesgos conocidas, categorizadas y clasificadas a nivel nacional y de comunidad autónoma son:

- Zonas de riesgo de inundaciones. Se clasifican según periodos de retorno de 10, 100 y 500 años
- Zonas de riesgo sísmico. Se clasifican en niveles de riesgo según frecuencia e intensidad
- Zonas de riesgos geológicos-geotécnicos: estos riesgos se clasifican en función de las características geotécnicas de las formaciones geológicas atravesadas
- Zonas de riesgo de incendios. Se clasifican en función de la probabilidad del suceso y sus consecuencias desde el punto de vista ambiental (magnitud del daño)
- Zonas de riesgo meteorológico: lluvias torrenciales, viento, nevadas, etc.
- Otras

Frente a las tres primeras zonas de riesgo citadas, el proyecto incorporará los criterios o medidas de diseño que minimizan los daños sobre la infraestructura en caso de materializarse dicho riesgo, aumentándose su resiliencia.

Estas zonas serán identificadas más adelante, y definidas adecuadamente en el ámbito del proyecto y de las alternativas planteadas.

2.4. VALORACIÓN DEL RIESGO

2.4.1. Nivel de riesgo (NR)

Los principales componentes que intervienen en la valoración del riesgo son:

- La probabilidad del evento
- La magnitud o severidad del daño (consecuencias derivadas del mismo)

$$R = P \times S$$

En el caso de transporte de mercancías peligrosas, el riesgo se valora por kilómetro para cada tipo de mercancía, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Rmp = T \times Pmp \times Smp$$

Donde:

Rmp: es el riesgo por km de accidente de un producto (mp)

T: es la tasa de accidentabilidad de la línea o carretera en el transporte de ese producto (mp)

Pmp: probabilidad del evento (explosión, incendio, etc.)

Smp: severidad o consecuencias derivadas de la materialización de ese riesgo.

El riesgo global del evento asociado a la infraestructura sería la suma de los riesgos asociados a cada una de las sustancias que pueden ser transportadas por ese medio de transporte, y que pueden estar implicadas en un accidente.

Este riesgo global se valorará sólo cuando exista y se disponga de este tipo de información, de acuerdo con esta fórmula.

$$R = \sum Rmp$$

Se definen los niveles de **probabilidad** como:

- ALTA: Es posible que el riesgo ocurra frecuentemente
- MEDIA: El riesgo ocurre con cierta frecuencia
- BAJA: Ocurre excepcionalmente, pero es posible

Asimismo, la **severidad** (consecuencias del evento) se clasifica también en tres niveles:

- ALTA: Cuando los daños al medio natural o social se consideran graves e irreversibles a corto o medio plazo

- MEDIA: Cuando los daños son significativos pero reversibles a corto-medio plazo
- BAJA: Cuando los daños son leves y reversibles a corto-medio plazo

El nivel del riesgo se obtendrá conforme a los siguientes criterios.

NIVEL DEL RIESGO		PROBABILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SEVERIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

Esta valoración del nivel del riesgo se realizará para cada zona de riesgo identificada:

- Zonas de riesgo de inundaciones
- Zonas de riesgo sísmico
- Zonas de riesgo geológico-geotécnico
- Zonas de riesgo de incendios
- Otras zonas de riesgo

Cuando estas zonas, definidas para cada tipo de riesgo, estén ya caracterizadas y evaluadas dentro del ámbito del proyecto, el nivel del riesgo vendrá determinado por el asignado en dichas normas o evaluaciones.

2.4.2. Vulnerabilidad del proyecto (VP)

Los factores a tener en cuenta para determinar la vulnerabilidad del proyecto frente a un determinado riesgo serán:

- **Grado de exposición (GE):** longitud del tramo que atraviesa las diferentes zonas de riesgo. Se clasificará de acuerdo a estas categorías:
 - ALTO: cuando la infraestructura atraviese zonas de riesgo alto a lo largo de más de un 20% de su longitud
 - MEDIO: cuando la infraestructura atraviese zonas de riesgo medio a lo largo de más de un 20% de su longitud, o zonas de riesgo alto en menos de un 20%
 - BAJO: cuando la infraestructura atraviese zonas de riesgo medio a lo largo de menos del 20% de su longitud, o zonas de riesgo bajo
- **Fragilidad (F):** determinada a partir de los elementos vulnerables presentes en las zonas identificadas

Los niveles de fragilidad oscilarán entre 0 y 1, en función de cómo se hayan tenido en cuenta en el proyecto los criterios de diseño aplicables a los elementos vulnerables, conforme a la normativa vigente. En principio, la fragilidad se considerará nula cuando se hayan aplicado los criterios exigidos por dichas normas a los elementos vulnerables de la infraestructura. Se considerará:

- NULA: No hay elementos vulnerables dentro de las zonas de riesgo
- BAJA: El número de elementos vulnerables en las zonas de riesgo es inferior a 3
- MEDIA: El número de elementos vulnerables en las zonas de riesgo oscila entre 3 y 5
- ALTA: El número de elementos vulnerables en las zonas de riesgo es mayor que 5

De esta manera, la vulnerabilidad del proyecto vendrá determinada por la combinación de estos dos factores, tal como se recoge en la tabla siguiente.

VULNERABILIDAD DEL PROYECTO		GRADO DE EXPOSICIÓN		
		ALTO	MEDIO	BAJO
FRAGILIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO
	NULA	NULA	NULA	NULA

Se considerarán elementos vulnerables de este tipo de proyectos de infraestructuras los que se listan a continuación.

- Túneles, excavados en mina o con pantallas
- Viaductos
- Estructuras
- Terraplenes/Desmontes (en función de su altura y pendiente)
- Vertederos
- Estaciones
- Otros

2.5. ANÁLISIS DE IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y MEDIO SOCIAL

El análisis de impactos derivados de la vulnerabilidad del proyecto se realizará únicamente para aquellos tramos en donde la infraestructura presente un grado de vulnerabilidad alto por presentar un grado de exposición y una fragilidad media/alta conforme a los resultados que se deriven del análisis anterior.

Por ello, se considera que el impacto se produce únicamente en aquellas partes del territorio en las que las zonas de riesgo alto coinciden con la presencia de elementos vulnerables del proyecto. La caracterización y la valoración del impacto se llevarán a cabo en las zonas de alto valor ambiental presentes en dichas partes, es decir, en aquellas en las que haya elementos amparados por una norma, legislación o plan de protección, o existan factores más sensibles a los riesgos identificados. En el resto del territorio se considerará que la afección al medio ambiente que podría causar un accidente no es significativa, y que no hacen falta medidas adicionales.

La valoración de impactos se realizará conforme a los criterios establecidos y normalizados en los estudios de impacto ambiental, en función de sus características y de la existencia de medidas protectoras o correctoras que puedan ser efectivas a corto, medio o largo plazo, una vez se determine si el riesgo es asumible o no. Esto es:

- Compatible
- Moderado
- Severo
- Crítico

Todo impacto valorado como crítico determinará que el riesgo no es asumible.

2.5.1. *Análisis de impactos frente a accidentes graves*

En **fase de obra**, la identificación de impactos se realizará en las zonas de mayor vulnerabilidad, que se corresponden con:

- Zonas de instalaciones auxiliares
- Zonas de almacenamiento de sustancias peligrosas y combustibles
- Zonas de acopios de tierras
- Zonas de depuración de aguas residuales o de túneles
- Balsas de decantación
- Plantas de aglomerado u hormigonado (en caso de implantarse en obra)
- Otras

Se tendrá en cuenta, para la identificación y valoración de impactos, la clasificación del territorio realizada en el proyecto, pues este tipo de instalaciones y ocupaciones temporales se situarán siempre fuera de zonas de alto valor ambiental, circunstancia que minimiza la afección a elementos importantes ambientalmente, en caso de que se produzcan accidentes en las zonas acotadas para estos emplazamientos.

Por ello, se partirá de la consideración de que sólo habrá impactos adicionales a los valorados en el estudio de impacto ambiental, cuando las consecuencias del daño se manifiesten más allá del

ámbito de la obra (grandes vertidos contaminantes, incendios, grandes corrimientos de tierras etc.).

Durante la **fase de explotación**, pueden producirse vertidos o generarse incendios como consecuencia de accidentes de vehículos que transporten sustancias peligrosas o inflamables.

En el caso de producirse un accidente de este tipo en la fase de explotación de la infraestructura, es el accidente en sí mismo el que puede causar daños sobre los elementos ambientales, esto es, se parte de la hipótesis de que frente a un accidente de estas características, no existen elementos de la infraestructura especialmente vulnerables que, dañados por el evento, pudieran incrementar la magnitud de la afección ambiental que pueda ocasionar el propio accidente. Las consecuencias de éstos pueden ser el cese temporal del tráfico, y pequeños daños a alguno de los elementos de la infraestructura, que podrán subsanarse en el corto plazo, no teniendo repercusiones ambientales. Por tanto, en la fase de funcionamiento, no existen elementos vulnerables ligados a la infraestructura.

2.5.2. *Análisis de impactos frente a catástrofes*

Según el análisis metodológico realizado, se entiende que, de producirse una catástrofe, únicamente se generará un daño en fase de explotación, cuando el proyecto ya está ejecutado y es más vulnerable.

En fase de construcción, las amenazas recaerán únicamente sobre los elementos de la obra que pueden generar accidentes graves (almacenamiento de productos peligrosos, combustibles, grandes acopios de tierras, etc.), o sobre los elementos vulnerables cuyo avanzado grado de ejecución pueda generar daños ambientales o sociales, como p.ej. viaductos, terraplenes, túneles, etc.

En este último supuesto, el impacto derivado del daño producido sobre estos elementos es el mismo que el identificado para la fase de explotación en caso de catástrofe, por lo que sólo se analizará la fase de funcionamiento.

En caso de catástrofes en fase de obra, también los daños e impactos derivados de éstas serán los mismos que los analizados para esta misma fase en el caso de accidentes graves.

Los impactos se analizarán en función del daño causado sobre el elemento vulnerable de la infraestructura afectado por la catástrofe, cuyas consecuencias pueden generar impactos sobre los distintos elementos ambientales y sociales presentes, de acuerdo con lo recogido en el artículo 45 f) de la Ley 21/2013, modificado por la Ley 9/2018.

Esta identificación de impactos se realizará dentro de un ámbito de afección directa, a delimitar en función del elemento afectado y del daño potencial sufrido, prevaleciendo la valoración del impacto sobre aquellos elementos ambientales especialmente sensibles, como pueden ser: especies de fauna y flora con figuras de protección, elementos con valor cultural, ecológico o paisajístico destacable, etc.

En la tabla siguiente se sintetiza el proceso de identificación de impactos sobre el medio ambiente y el medio socioeconómico, derivados de los daños generados por la materialización un riesgo.

CONCEPTO	RIESGOS	ELEMENTOS VULNERABLES DEL PROYECTO	AMENAZA	DAÑO	IMPACTO	MEDIDAS
CATÁSTROFES (Fenómenos naturales)	Inundaciones	Obras de drenaje transversal Estructuras Terraplenes Túneles	Según zonas de riesgo	Dstrucción total o parcial de estos elementos	Medio natural Patrimonio Socio-económico	Medidas Procedimientos
	Incendios	La infraestructura	Según zonas de riesgo	Inutilización de la señalización e instalaciones		
	Fenómenos sísmicos	Falsos túneles Estructuras La infraestructura	Según zonas de riesgo y características del proyecto	Colapso de los falsos túneles Dstrucción de estructura Daños generalizados en la infraestructura		
	Geológico-geotécnicos	Taludes con fuertes pendientes Túneles Estructuras	Según zonas de riesgo y características del proyecto	Descalce de terraplenes Desplomes de desmontes Arrastres en vertederos		
	Meteorológicos (lluvias torrenciales, oleaje)	Taludes con fuertes pendientes Instalaciones y señalización Estructuras Circulación de trenes	En proyectos afectados por este fenómeno, según zonas de riesgo	Descalce de terraplenes Inutilización de instalaciones Dstrucción de estructuras Descarrilamiento de trenes		

2.6. DEFINICIÓN DE MEDIDAS ADICIONALES

Caracterizados los impactos para cada zona de riesgo, de acuerdo con los criterios anteriores, se realizará una propuesta de medidas adicionales a las contempladas en el diseño del proyecto, o se definirá un protocolo de emergencia que defina las acciones y medidas a adoptar en caso de que el riesgo se materialice.

En caso de ocurrir un accidente durante las obras, entrarán en acción los protocolos correspondientes frente a incendios o vertidos accidentales, sin olvidar la consideración habitual de situar todas las zonas de instalaciones, acopios y accesos temporales fuera de áreas de exclusión.

Se tendrá en cuenta, dentro de las zonas vulnerables del proyecto identificadas, la existencia de planes de emergencia vigentes de las administraciones competentes en la materia: Confederaciones hidrográficas, Protección Civil, Comunidades Autónomas, etc.

2.7. INCORPORACIÓN DE LA VALORACIÓN DE RIESGOS AL ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS

El análisis de riesgos se realizará para cada una de las alternativas evaluadas en el Estudio de Impacto Ambiental.

Con el fin de trasladar al análisis multicriterio del Estudio Informativo la valoración de impactos que resulte de este análisis de vulnerabilidad, de acuerdo con la metodología expuesta, se asignará un peso relativo a cada alternativa en función de las distintas zonas de riesgos atravesadas y, en caso de accidentes graves, en función de la presencia de proyectos o instalaciones afectadas por la Directiva SEVESO.

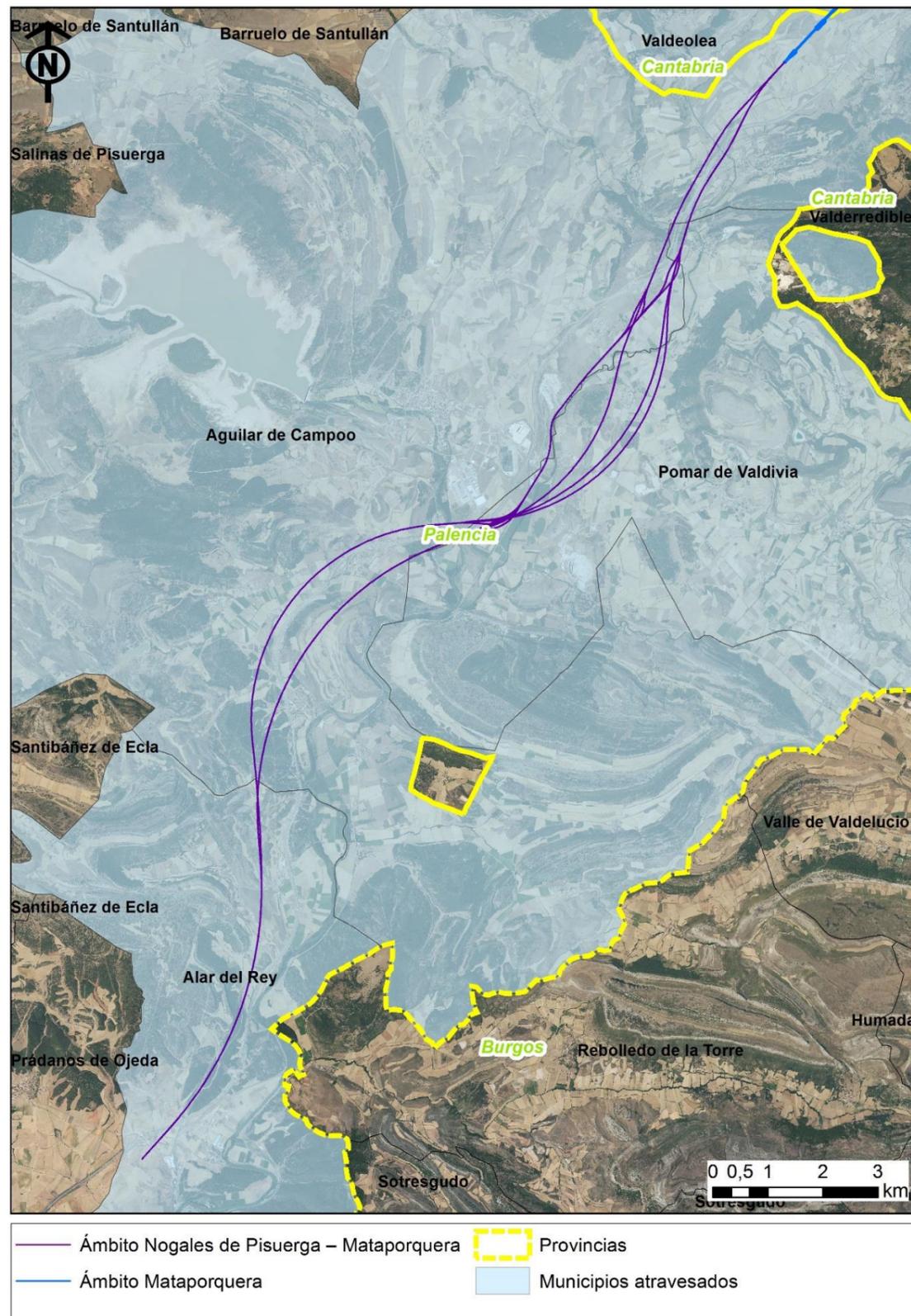
A mayor número de zonas de riesgo atravesadas por una alternativa concreta, salvo que el riesgo sea asumible frente a ese accidente (si la infraestructura está fuera del radio de actuación inmediata, o el daño potencial que puede sufrir no tiene repercusiones ambientales), menor peso se le atribuirá, considerándola más desfavorable desde el punto de vista ambiental.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

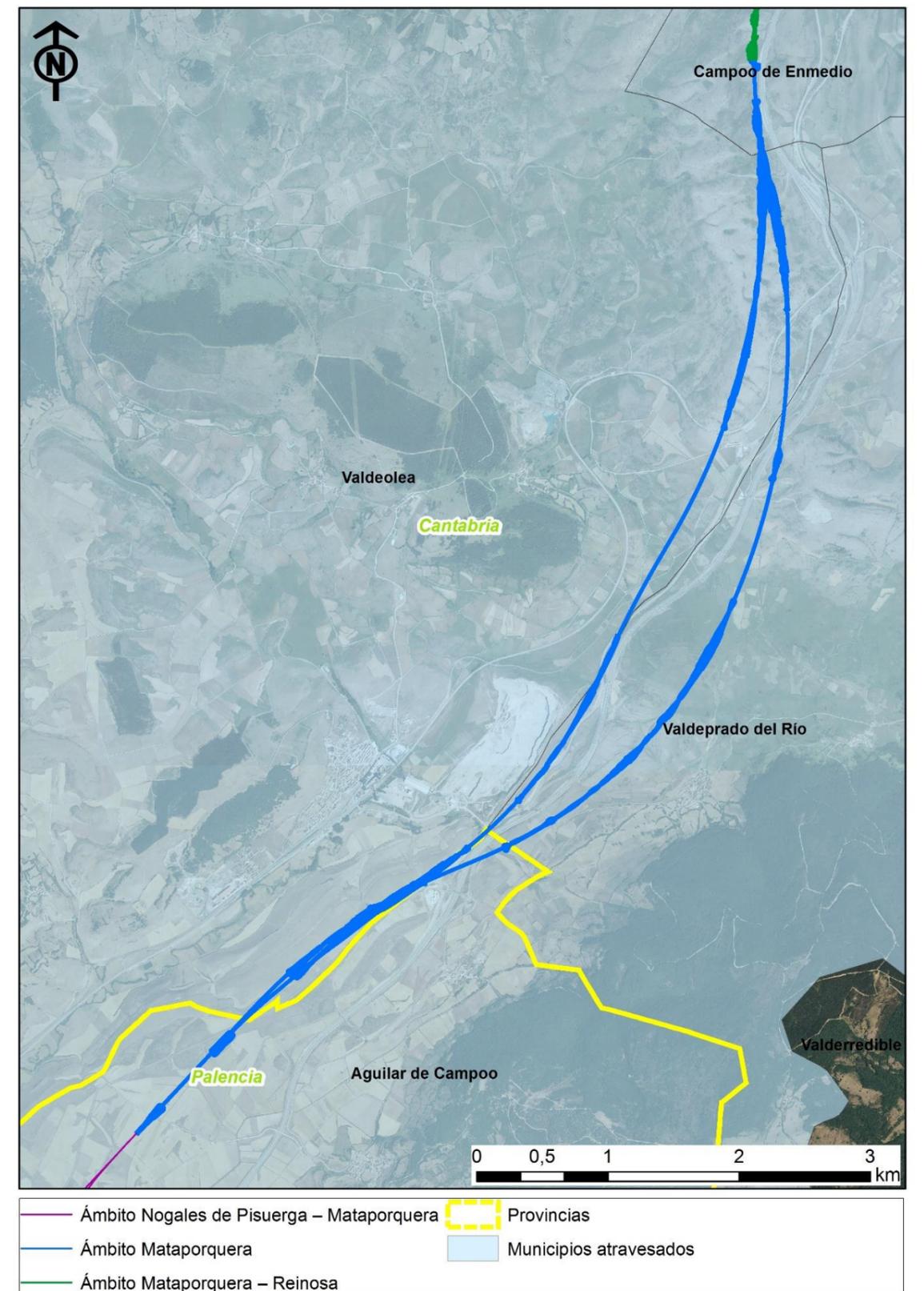
La zona de actuación se encuadra en las Comunidades Autónomas de Cantabria y Castilla y León, y más concretamente en los términos municipales de Campoo de Enmedio, Valdeolea, Valdeprado de Río, Aguilar de Campoo, Pomar de Valdivia y Alar del Rey.

El área de estudio se ha dividido en tres ámbitos geográficos, atendiendo a los diferentes condicionantes que deben cumplirse en el diseño de cada uno de ellos:

- **Ámbito Nogales de Pisuerga – Mataporquera:** Se han definido TRES alternativas
 - Alternativa Oeste
 - Alternativa Centro
 - Alternativa Este
- **Ámbito Mataporquera:** En este ámbito se han definido DOS alternativas
 - Alternativa Oeste
 - Alternativa Este
- **Ámbito Mataporquera – Reinosa:** En este ámbito se han definido DOS alternativas
 - Alternativa Oeste
 - Alternativa Este



Ámbito Nogales –Mataporquera. Fuente: Elaboración propia.



Ámbito Mataporquera. Fuente: Elaboración propia.



Ámbito Mataporquera – Reinosa. Fuente: Elaboración propia.

Ámbito Nogales –Mataporquera: Este ámbito comprende tanto el trazado del tronco de la nueva infraestructura como el bay-pass de Aguilar, con la consecuente remodelación de la actual estación, lo cual ha supuesto un importante condicionante para la definición de alternativas. El inicio del tramo se sitúa en el entorno de Nogales de Pisuerga, en el punto de conexión con el trazado del “Proyecto de Construcción de Plataforma de la Línea de Alta Velocidad Palencia – Aguilar de Campoo. Tramo: Calahorra de Boedo – Alar del Rey”, y el final del tramo se ubica entre las localidades de Quintanilla de las Torres y Mataporquera.

Ámbito Mataporquera: Este ámbito comprende el tramo central del estudio. En este entorno los principales condicionantes son los núcleos de población, la ZEC Río Camesa y las explotaciones mineras implantadas en el ámbito de Mataporquera. El objetivo fundamental del trazado es la menor afección a cada uno de ellos.

Ámbito Mataporquera – Reinosa: El ámbito Mataporquera – Reinosa arranca en las proximidades del apeadero del Pozazal y finalizará una vez realizada la conexión con la línea convencional. Los puntos de conexión se localizan en el entorno de la localidad de Matamorosa, antes del cruce con el río Híjar, previo a la estación de Reinosa, donde será necesario instalar un cambiador de ancho antes de esta conexión.

En este entorno, los condicionantes geológicos e hidrogeológicos han sido determinantes en el diseño y evaluación de las alternativas planteadas, adaptando en la medida de lo posible el trazado en planta y elevando la rasante para minimizar la afección a los terrenos con alto riesgo desde el punto de vista de geológico y a acuíferos existentes. Igualmente, han condicionado la definición de las alternativas los núcleos de población, y la propia conexión con la línea actual, así como las limitaciones de trazado asociados al cambiador de anchos.

4. ÁMBITO DE ESTUDIO

Se listan seguidamente las zonas ambientalmente más valiosas presentes en el ámbito de estudio, destacadas por su alto valor ecológico, cultural y / o socioeconómico:

Hidrología

En la siguiente tabla se enumeran los cauces de ríos y arroyos atravesados por cada una de las alternativas en estudio en los tres Ámbitos planteados.

Cauce	ÁMBITO 1			ÁMBITO 2		ÁMBITO 3	
	ALT. CENTRO	ALT. ESTE	ALT. OESTE	ALT. ESTE	ALT. OESTE	ALT. ESTE	ALT. OESTE
Río Pisuerga	x	x	x				
Río Camesa	x	X	X				
Río Marlantes						x	x
Río Izarilla						x	x
Río Rubagón	x	X	X				
Arroyo de Matavejal	x	X	X				
Arroyo de Fuente Mayor	X	X	X				
Arroyo de Quintanas	x	X	X				
Arroyo de la Hoya				X	X		
Arroyo Henares					X		
Arroyo del Molino	x	x	x				
Arroyo de los Huertos	x	x	x				
Arroyo de la Costana	x	x	x				
Arroyo de Bustillo	X						

Vegetación

La vegetación actual en el ámbito de estudio se encuentra profundamente alterada respecto a las etapas maduras de las series de vegetación potencial climatofila. Prácticamente la totalidad del territorio se encuentra en la actualidad dominado por la presencia de pastizales y campos de cultivo, tanto de secano como de regadío.

Fauna

El territorio atravesado presenta un elevado valor faunístico. Así, la Alternativa Oeste del Ámbito 3 se localiza a una distancia mínima de 430 m del plan de recuperación del oso pardo (especie catalogada como “En peligro de extinción”) en Cantabria, aprobado mediante Decreto 34/1989, de 18 de mayo.

Por otro lado, todas las alternativas planteadas en los Ámbitos 1 y 2, así como la Alternativa Oeste del Ámbito 3 atraviesan parcialmente la IBA nº 22 “Sierras de Peña Labra y del Cordel”. Asimismo, las Alternativas Este y Oeste de los Ámbitos 2 y 3 se desarrollan casi íntegramente a través una zona de protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

Otras importantes zonas de interés faunístico son los lugares Red Natura 2000: ZEC ES1300014 “Río Camesa”, atravesada por la Alternativa Oeste del Ámbito 2 Mataporquera, ZEC ES1300013 “Río y Embalse del Ebro”, coincidente parcialmente con el final de todos los trazados del Ámbito 3 Mataporquera - Reinosa, y ZEC ES4140026 “Las Tuerces”, localizada en el entorno de las Alternativas Oeste y Centro del Ámbito 1 Nogales – Mataporquera.

Los hábitats ribereños, como los de los ríos Camesa e Híjar, etc., son un ejemplo de corredores ecológicos de vertebrados grandes y medianos. Hay también numerosos ríos y arroyos que discurren a lo largo del trazado de la LAV y que sirven como corredores para medianos y pequeños mamíferos, y para desplazamientos regionales, como es el caso de los ríos Rubagón, Izarilla, Marlantes y sus arroyos tributarios. El resto de cauces de menor relevancia se asocian con posibles desplazamientos de micromamíferos, anfibios y reptiles. Dado que proporcionan componentes esenciales del hábitat (lugares de hibernación, de refugio, áreas de cría o de alimentación), dichos corredores suelen incrementar notablemente la riqueza de especies de la zona. Otros importantes corredores son los asociados a áreas forestales. Las teselas de vegetación arbórea y de matorral entre medias conectan parches forestales de mayor entidad.

Asimismo, en los Ámbitos 1 y 2 de la LAV, se extienden grandes manchas de cultivo, que tiene particular interés para la fauna estepárica, destacando aves protegidas como el aguilucho pálido o cenizo, el sisón o la alondra de Dupont.

Dentro de las especies sensibles inventariadas en la zona, destacan el milano real y el oso pardo, ya que presentan un grado de protección mayor.

Espacios Naturales de Interés

Los principales condicionantes ambientales en el ámbito de estudio son la ZEC ES1300014 “Río Camesa”, atravesada por las Alternativa Oeste del Ámbito 2 Mataporquera, la ZEC ES1300013 “Río y Embalse del Ebro”, coincidente parcialmente con el final de todos los trazados del Ámbito 3 Mataporquera - Reinosa, y el Espacio Natural y ZEC ES4140026 “Las Tuerces”, que ostenta un elevado valor geológico y paisajístico, localizado en el entorno de las Alternativas Oeste y Centro del Ámbito 1 Nogales – Mataporquera.

Las alternativas propuestas no atraviesan ningún espacio declarado como ZEPA, localizándose en el ámbito de estudio dos espacios cercanos. A aproximadamente 5 km de las alternativas del Ámbito 2 se encuentra la ZEPA ES4140011 “Fuentes Carrionas y Fuente Cobre – Montaña Palentina” y a 2 km del término de las alternativas del Ámbito 3, la ZEPA ES0000252 “Embalse del Ebro”.

Por otro lado, destaca la presencia en la zona de los HIC prioritarios 6210: sobre sustratos calcáreos (*Festuco Brometalia*) (*parajes con notables orquídeas), 4020: brezales húmedos atlánticos meridionales de *Erica ciliaris* y *Erica tetralix*, y 6220: zonas subestépicas de gramíneas y anuales (*Thero-Brachypodietea*). Asimismo, existen en la zona atravesada numerosos HIC no prioritarios y Montes de Utilidad Pública, pertenecientes a los catálogos de Cantabria y Castilla y León.

Patrimonio cultural

El ámbito de estudio se caracteriza por la presencia de numerosos elementos patrimoniales, entre los que destacan, por su alto valor de conservación, los Bienes de Interés Cultural.

De los elementos patrimoniales inventariados en la zona de estudio, únicamente se afecta a bienes culturales en los Ámbitos 1 y 3.

Así, en el Ámbito 1. Nogales - Mataporquera se localiza el yacimiento Santa Marina/El Torrejón (Aguilar de Campoo, Palencia), que es atravesado por las Alternativas Este y Centro, y alcanzado en uno de sus extremos por la Alternativa Oeste, si bien su parte central ha podido ser destruida por la A-67 que en este tramo va en desmonte, con las consiguientes alteraciones del entorno inmediato, y por un camino de tierra que une la N-611 con la población de Menaza. Por otro lado, en el Ámbito 1, la estación de ferrocarril se encuentra en medio de las tres alternativas planteadas, mientras que Pierdesimiente y San Clemente son afectados parcialmente por la Alternativa Este, pudiendo producirse la destrucción de parte de los depósitos arqueológicos que pudieran existir. Las estructuras de Alpendres son afectadas igualmente por la Alternativa Este. Por su parte, el trazado de la vía romana Pisoraca Luliobriga cruza tanto la Alternativa Este como la Centro, siendo destruida parcialmente, de existir, en esos puntos concretos.

En el Ámbito 3. Mataporquera – Reinosa ambas alternativas se sitúan próximas al despoblado y necrópolis de San Mamés de Villamerán (Campoo de Enmedio, Cantabria), si bien cabe destacar que se posicionan al lado oeste del ferrocarril existente, situándose el perímetro inventariado al este del mismo.

Por otro lado, la Alternativa Este atraviesa el castellum de El Pedrón (Campoo de Enmedio, Cantabria), adentrándose por el lado oriental del entorno del recinto en un tramo que discurre en túnel y parcialmente por el emboquille del mismo.

Con respecto a los Bienes de Interés Cultural, el más próximo a la zona de actuación es el BIC “Santa María”, situado a 130 m del trazado de la Alternativa Este del Ámbito 1.

5. RIESGOS DERIVADOS DE ACCIDENTES GRAVES

A grandes rasgos, podría decirse que los accidentes se producen porque ocurren errores y fallos humanos y/o de componentes y equipos, ya sean por acción u omisión, que desencadenan una secuencia accidental.

5.1. FASE DE OBRA

En este apartado se analiza el riesgo de accidente ligado a la fase de obra de las infraestructuras de transporte.

5.1.1. Identificación de riesgos de accidentes graves

Los accidentes graves en fase de obra pueden tener las siguientes causas:

- Presencia de sustancias peligrosas.
- Ocurrencia de fallos o errores de equipos e instalaciones.

Durante la construcción de la infraestructura, los potenciales accidentes que pueden producirse son los que se indican a continuación.

- Incendios provocados por las actividades propias de la obra, pudiendo generarse en:
 - Cualquier zona de la obra en la que se lleven a cabo estas actuaciones:
 - Trabajos de soldadura.
 - Quemadas de rastrojos o desbroces.
 - Cortes de materiales.
 - Instalaciones de equipos eléctricos: catenarias, transformadores, etc.
 - Presencia de fumadores.
 - Otras.
 - En las zonas de ocupación temporal:
 - Zonas de instalaciones: plantas de hormigonado, asfalto, machaqueo.
 - Zonas de almacén de sustancias peligrosas inflamables y depósitos de combustible.
- Explosiones, debidas a trabajos de voladuras y almacén de sustancias explosivas durante la obra.
- Vertidos de sustancias peligrosas, principalmente debidos a accidentes de vehículos y maquinaria de obra, y a zonas de almacenamiento.
- Desplomes y corrimientos de tierras:

- Zonas de acopios temporales.
- Zonas de excavaciones.
- Zonas de terraplenado.
- Vertederos.

Por tanto, las zonas de riesgo ligadas a la obra de la línea de alta velocidad Nogales de Pisuerga – Reinosa son las siguientes:

- Zonas de almacenamiento de sustancias peligrosas (depósitos y almacenes), como combustibles, inflamables o tóxicas para el medio ambiente

Las zonas de riesgo en las que podrán almacenarse sustancias peligrosas son las áreas de instalaciones auxiliares. En estas zonas es más probable la ocurrencia de un vertido grave que pueda afectar al suelo o a las aguas, de una explosión, o de un incendio, debidos a un almacenamiento en condiciones inadecuadas, a fallos en los contenedores por corrosión externa o por impactos, a manipulación impropia de sustancias, a un mantenimiento deficiente de la maquinaria, o a malas prácticas en trabajos de repostaje.

- Zonas en las que se llevan a cabo trabajos de riesgo, tales como soldaduras, voladuras, excavaciones, rellenos y acopios de tierras

Los trabajos de riesgo están ligados a todo el trazado en estudio, en el que, entre otras cosas, se montará catenaria y carril, y se ejecutarán estructuras, desmontes y terraplenes. En las zonas que se ejecutan en superficie es más probable que llegue a producirse un incendio durante la ejecución de las obras, asociado a un mal manejo de combustibles, a descuidos humanos, a causas accidentales en épocas de sequía, a accidentes de vehículos, etc. Asimismo, se consideran zonas de riesgo los vertederos y acopios temporales de tierras, en los que podrían producirse desplomes o corrimientos de tierras.

5.1.2. Valoración del riesgo

5.1.2.1. Nivel de riesgo

Dependiendo de la zona en la que se materialice el riesgo considerado, se obtienen los siguientes valores de probabilidad y severidad del riesgo.

NIVEL DE RIESGO				
ZONA Y AMENAZA	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ASUMIBLE	OBSERVACIONES
Depósitos de combustible (vertidos, explosiones e incendios)	BAJA	BAJA	SÍ	Los depósitos se localizarán en superficies impermeabilizadas, y alejados de elementos ambientalmente valiosos
Almacenamiento de sustancias peligrosas (vertidos, explosiones e incendios)	BAJA	BAJA	SÍ	Las zonas de almacenamiento se ubicarán sobre superficies impermeabilizadas, y alejadas de zonas valiosas y de riesgo de incendio alto

NIVEL DE RIESGO				
ZONA Y AMENAZA	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ASUMIBLE	OBSERVACIONES
Acopios y vertederos (desplomes y corrimientos de tierras)	BAJA	MEDIA	SÍ	Los acopios y vertederos se localizarán alejados de elementos ambientales valiosos. Los acopios presentarán alturas máximas de 1,5 m, y los vertederos se diseñarán adecuadamente
Zonas de voladuras (explosiones)	BAJA	BAJA	SÍ	Se realizarán de forma controlada, estando prohibido el almacenamiento de explosivos en la obra
Trazado en superficie (incendios)	BAJA MEDIA ALTA	MEDIA	SÍ	Los tramos que discurren en superficie sobre zonas de alto riesgo de incendio, presentan una probabilidad ALTA de accidente. En el resto del territorio la probabilidad es MEDIA y BAJA

Se parte de la hipótesis de que el impacto se produce únicamente en el caso de que coincidan en el espacio las actuaciones de riesgo identificadas, con las zonas de alto valor ambiental existentes en el ámbito del proyecto. En el resto del territorio, se considera que la afección al medio ambiente que podría causar un accidente durante la fase de obras no es significativa, y que con las medidas preventivas y protectoras recogidas en el EslA estos riesgos están minimizados hasta límites aceptables. Para los accidentes menores, se recogen las medidas de actuación inmediata en caso que se produzcan, y que minimizan el alcance de los impactos derivados de éstos.

Con respecto a los **depósitos de combustibles** en obra, es preciso indicar que éstos tendrán una capacidad máxima de 3.000 litros. Asimismo, estarán homologados para evitar fugas, y presentarán doble pared o un cubeto inferior que recoja cualquier vertido accidental que se produzca, con capacidad para albergar el 10% del volumen total de combustible del depósito. Los depósitos de combustible en obra se someterán a los controles establecidos en la normativa vigente, entre ellos, el de estanqueidad, y deberán estar correctamente legalizados y sometidos a las correspondientes revisiones periódicas. Por este motivo, la probabilidad de que el accidente se produzca es prácticamente nulo, incluso en caso de colisión de maquinaria contra el depósito. En el caso de producirse un vertido, al disponer de un cubeto de recogida, y estar ubicado el depósito en zonas pavimentadas y alejadas de elementos ambientales valiosos, la severidad del accidente se considera baja.

En el caso de las **zonas de instalaciones auxiliares**, a definir en fases posteriores, se buscará una ubicación fuera de los lugares ambientalmente más valiosos, y serán objeto de impermeabilización, por lo que cualquier accidente grave que se produzca en estas superficies, no generará impactos significativos en el ámbito de la obra.

Con respecto a las zonas de **vertedero**, cabe destacar que se han ubicado fuera de las zonas excluidas, utilizándose preferentemente canteras abandonadas o en explotación, por lo que la

probabilidad de que se produzcan desplomes o corrimientos de tierras es baja y, teniendo en cuenta que no se afectará a ningún elemento valioso del medio, el riesgo es aceptable.

En el caso de **acopios temporales** en el ámbito de la obra, se considera que pueden existir riesgos de corrimientos de tierra y desplomes para acopios de más de 1,5 m de altura. Considerándose que este umbral es el recogido en el estudio de impacto ambiental, y que éstos se ubicarán fueran de zonas excluidas, incluyendo zonas de policía y de flujo preferente de los cauces próximos a las obras, la probabilidad del riesgo es baja y la severidad de la amenaza en caso de producirse (corrimientos de tierras) no se considera significativa.

En cuanto a la realización de **voladuras**, en el caso de que éstas fuesen precisas, se parte de la base de que no estará permitido el almacenamiento de explosivos en la obra, y de que las voladuras se realizarán de forma controlada, por lo que el riesgo es asumible.

Por último, las obras que se ejecutan en **superficie**, al realizarse trabajos que pueden dar lugar a la generación de chispas, suponen un riesgo en las zonas de alto peligro de incendio.

De este modo, el nivel del riesgo global se refleja en la tabla siguiente, según los criterios establecidos previamente, partiendo de la consideración de que éste resulta del sumatorio de los diferentes niveles de riesgo considerados individualmente.

Tanto la severidad como la probabilidad se consideran MEDIA / BAJA, salvo en el caso de las zonas de alto riesgo de incendios. Los riesgos se consideran asumibles en términos generales, teniendo en cuenta la ubicación de las zonas de instalaciones y el diseño conceptual de los almacenamientos, y acopios de materiales y tierras, dentro del perímetro de la obra.

NIVEL DEL RIESGO GLOBAL		PROBABILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SEVERIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

De acuerdo con este análisis y las consideraciones de partida, el riesgo global de las afecciones ambientales y socioeconómicas derivadas de accidentes graves durante la ejecución de la obra, se considera asumible.

5.1.2.2. Vulnerabilidad del proyecto

La vulnerabilidad de la infraestructura en esta fase depende del grado de avance de la misma y del momento y lugar en el que se produzca el accidente. No se consideran aquí los riesgos derivados del diseño, por considerarse que éstos se minimizan mediante los criterios adoptados en proyecto, no existiendo ningún elemento vulnerable frente al riesgo de accidente debido al proceso constructivo.

Solo frente a riesgos derivados de explosiones (voladuras o almacenamientos de sustancias explosivas) la infraestructura que se esté ejecutando es vulnerable, debido a la destrucción de las

partes afectadas. El diseño y planificación de las primeras, reducen la probabilidad del riesgo a prácticamente cero. En el caso de almacenamiento de sustancias explosivas en la obra, cabe destacar que esto no está permitido, por lo que se descarta cualquier riesgo ligado a este aspecto.

En el caso de vertidos de sustancias contaminantes, no se estima que la infraestructura sea especialmente vulnerable, y los posibles efectos ambientales o sociales serán los generados por el accidente en sí.

Por todo ello, se considera que la infraestructura analizada no es vulnerable frente a este tipo de accidentes graves en fase de obra.

5.1.3. *Análisis de impactos sobre el medio ambiente y el medio social*

Aunque el nivel de riesgo es puntualmente ALTO en las zonas de alto riesgo de incendio, puesto que la vulnerabilidad del proyecto es NULA frente a accidentes graves en la fase de obra, el riesgo es asumible, no produciéndose impactos significativos.

5.1.4. *Definición de medidas adicionales*

Las medidas de prevención y corrección frente a accidentes graves que se resumen a continuación, son las establecidas en el estudio de impacto ambiental, que se desarrollarán y concretarán en fases posteriores, no requiriéndose medidas adicionales.

Las medidas a adoptar durante la fase de obras, serán principalmente preventivas, y se centrarán en los siguientes aspectos:

- Correcta ubicación de las zonas de instalaciones auxiliares, alejadas de los lugares con mayor valor ambiental, y de las zonas con alto riesgo de incendio.
- Adopción de buenas prácticas ambientales durante la ejecución de los trabajos con mayor riesgo de incendio.
- Correcto almacenamiento de las sustancias peligrosas, en superficies impermeabilizadas, y en contenedores estancos.

En caso de ocurrir un accidente durante las obras, se pondrán en marcha los protocolos correspondientes frente a incendios o a vertidos accidentales.

Para ello, los proyectos de construcción incorporarán las líneas básicas de acción en materia de incendios y vertidos accidentales, de acuerdo con la legislación vigente, que serán desarrolladas por el adjudicatario de las obras.

Medidas de prevención y extinción de incendios

El proyecto de construcción definirá e incorporará un plan de prevención y extinción de incendios, que deberá ser aprobado y convalidado por el organismo competente del Gobierno de Cantabria y de la Junta de Castilla y León, a la hora de establecer los períodos de mayor riesgo en el ámbito de la obra.

El plan de prevención y extinción de incendios será desarrollado por el plan de aseguramiento de la calidad del adjudicatario de las obras.

En este plan se determinarán, como mínimo, las medidas a adoptar en relación con la siega de los márgenes de caminos de obra, la eliminación de los restos vegetales de las operaciones de mantenimiento, y la limpieza de restos y basuras, especialmente los restos de vidrio.

Durante la construcción de las obras se prestará especial atención a las actividades potencialmente más peligrosas, como los desbroces y soldaduras. En cualquier caso, el plan incluirá el establecimiento de dispositivos de extinción a pie de obra.

Se estima que el radio de propagación de un incendio puede ser de como máximo 1 km a partir del foco. En el ámbito estricto de la obra, se adoptarán las medidas recogidas en el plan de prevención y extinción de incendios, pero más allá de este entorno, se activará el protocolo de emergencia correspondiente, el Plan Especial de Emergencias por riesgo de Incendios Forestales de Cantabria y de Castilla y León.

Medidas de control de los vertidos

Las zonas de instalaciones auxiliares de obra, principalmente donde tenga lugar el acopio de materiales o productos peligrosos, serán debidamente acondicionadas mediante la impermeabilización de las superficies de ocupación con soleras de hormigón.

El acopio de productos peligrosos se realizará, además, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, en condiciones de seguridad. Para ello, se tendrán en cuenta las especificaciones técnicas del producto.

Durante la ejecución de las obras en ningún caso se verterán aceites, combustibles, restos de hormigonado, escombros, etc., directamente al terreno o a los cursos de agua. Los productos residuales se gestionarán de acuerdo con la normativa vigente.

El mantenimiento de vehículos y maquinaria se realizará en talleres debidamente acreditados.

Protocolo de actuación en caso de vertidos accidentales

En los casos de accidentes con sustancias o productos peligrosos y tóxicos que afecten directamente al suelo se adoptarán, en el mismo momento del vertido, las medidas siguientes.

- Delimitar la zona afectada por el suelo.
- Construir una barrera de contención con el fin de evitar la dispersión del vertido por la superficie del suelo.
- Se adoptarán las medidas de seguridad necesarias para evitar perjuicios en la salud de las personas implicadas en las tareas de descontaminación: utilización de guantes, mascarillas, indumentaria adecuada.

- El suelo contaminado, siempre que no pueda ser tratado "in situ", será gestionado como residuo peligroso, procediéndose a su retirada a planta de tratamiento o depósito de seguridad.
- Por último, se procederá a la limpieza y retirada de residuos y escombros en todas aquellas superficies en las que se haya acopiado temporalmente, principalmente en las áreas de instalaciones auxiliares de obra, y en aquellas que resulten alteradas por las excavaciones.

Los suelos contaminados serán caracterizados y tratados según lo dispuesto en el *Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados*.

5.2. FASE DE EXPLOTACIÓN

5.2.1. Análisis de riesgos derivados de accidentes con mercancías peligrosas

En fase de funcionamiento, se procede a identificar los tráficos de mercancías peligrosas que se asocian a la explotación de la infraestructura, y se analizan los riesgos de accidentes de este tipo de transporte, clasificándose el nivel de riesgo en función del tipo de mercancía y del daño, conforme a la siguiente tabla.

Cabe indicar que la Directiva SEVESO excluye de su ámbito de aplicación este tipo de transporte.

	RIESGOS	TIPO MERCANCÍA	DAÑO
ACCIDENTES GRAVES	Accidentes con sustancias peligrosas	TÓXICAS INFLAMABLES EXPLOSIVAS CONTAMINANTE M.A.	Nube tóxica Charco fuego Nube inflamable Fuego jet Expansión explosiva (BLEVE) Sobrepresión

Como componentes del análisis y evaluación del riesgo, se tendrá en cuenta:

- Accidentes con mercancías peligrosas en los últimos años en la línea férrea analizada
- Tipo de mercancía que se transporta
- Daño potencial que podría generar el accidente
- Planes de emergencia vigentes del gestor de la infraestructura, Comunidad Autónoma, Protección Civil, etc.

5.2.1.1. Identificación de zonas de riesgo de accidentes con mercancías peligrosas

Dentro del marco que establecen el Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR 2003) y el reglamento de Transporte por Ferrocarril (RID 2003), se publicó a nivel estatal, el 1 de Marzo de 1996 el Real Decreto 387/1996 por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en

los transportes de mercancías peligrosas (en adelante MMPP) por carretera y ferrocarril. En el ámbito de Castilla y León, enmarcado en el contexto del mencionado Real Decreto, se elaboró en 2008 el “Plan especial de protección civil ante emergencias por accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril en la comunidad Autónoma de Castilla y León”.

El citado Plan se centra en el estudio de los flujos de Mercancías Peligrosas efectuados por carretera y ferrocarril que transcurren total o parcialmente dentro de los límites administrativos de Castilla y León. A partir de los flujos de MMPP en carreteras y ferrocarriles se ha calculado el riesgo que suponen tanto para la población como para el medio natural.

Dentro del Plan Especial de Protección Civil de Castilla y León ante Emergencias por Accidentes con Mercancías Peligrosas, se incluyen aquellas infraestructuras que presentan una concentración elevada de transporte de mercancías peligrosas.

TRAMOS	ZONA	TIPO	PK INICIAL	PK FINAL	ÍNDICE RIESGO
A-11/1	Tudela de Duero-Valladolid	Autovía	0	358	Medio
A-11/2	Tordesillas-Zamora	Autovía	0	60,864	Bajo
N-631	Entre N-630 y A-52	Nacional JCL	0	56,096	Bajo
N-630	Benavente-Zamora-Norte	Nacional JCL	218	275	Bajo
N-234	Ciria-Soria	Nacional JCL	304	360,757	Bajo
N-122	Zamora-Alcañices	Nacional JCL	458,559	538,2	Bajo
N-122	Soria-Tudela de Duero	Nacional JCL	158,6	343,6	Medio
N-111/A-15	Medinacelli-Almazán	Nacional JCL	150,803	202,999	Medio
AP-71	León-Astorga	Autopista	0	38	Medio
AP-66	Sena de Luna-Valverde de la Virgen-N120	Autopista	84	142	Medio
AP-61	AP-6 San Rafael-Segovia	Autopista	61	88,6	Bajo
AP-6	El Espinar-Villacastín	Autopista	54	87,276	Medio
A-6/2	Villacastín-Arévalo	Autovía	109	128,324	Medio
AP-51	Ávila-A6-Villacastín	Autopista	1	23	Bajo
AP-1	Burgos-Miranda de Ebro	Autopista	3,284	77	Alto
A-67/2	Palencia-Osorno	Autovía	5,927	56,337	Bajo
A-67/1	Osorno-Aguilar de Campoo-Santander	Autovía	56,191	117	Medio
A-66/3	Fuentes de Béjar-Salamanca	Autovía	339,782	393,7	Alto
A-66/2	Cubillos-Villares de la Reina	Autovía	267,5	337,182	Medio
A-66/1	León-N120-Villabrázaro	Autovía	142,1	205,7	Medio
A-65	Palencia-Enlace-N-610	Nacional JCL	1	5	No calculado
A-62/5	Venta de Baños-Burgos	Autovía	3,7	87,751	Alto
A-62/4	Valladolid-Venta de Baños	Autovía	87,751	121,984	Alto
A-62/3	Tordesillas-Valladolid	Autovía	120,95	151,7	Alto
A-62/2	Salamanca-Tordesillas	Autovía	154,7	235	Medio
A-62/1	Fuentes de Oñoro-Salamanca	Autovía	252,2	350,7	Alto
A-610	Palencia-Magaz-A62	Básica	0	7,6	No calculado
A-601	Valladolid-Segovia	Autovía	0	108,7	No calculado
A-6/7	Ponferrada-Vega de Valcarce	Autovía	392,397	431	Alto
A-6/6	Astorga-Ponferrada	Autovía	330,429	392,397	Medio
A-6/5	Benavente-Astorga	Autovía	266,062	330,429	Medio
A-6/4	Tordesillas-Benavente	Autovía	189,562	266,062	Medio
A-6/3	Arévalo-Tordesillas	Autovía	119,961	189,562	Alto

TRAMOS	ZONA	TIPO	PK INICIAL	PK FINAL	ÍNDICE RIESGO
A-52	Benavente-Lubián	Autovía	0	112,5	Medio
A-50	Ávila-Arapiles	Autovía	0	101,5	Medio
A-231/3	Sahagún-Onzonilla-A66	Básica	0	48,253	Medio
A-231/2	Osorno la Mayor-Sahagún	Básica	48,253	105,469	Bajo
A-231/1	Villalbilla de Burgos-Osorno la Mayor	Básica	105,469	157	Medio
A-2	Medinacelli-Zaragoza	Autovía	139,5	180,923	Medio
A-15	Almazán-Soria	Autovía	44,3	72,3	Medio
A-1/2	Aranda de Duero-Burgos	Autovía	155,342	235,2	Alto
A-1/1	Sto Tomé del Puerto-Aranda de Duero	Autovía	93	155,334	Bajo

Zonas de riesgo por transporte de mercancías peligrosas por carretera. Fuente: Junta de Castilla y León y elaboración propia.

TRAMOS	IR	RIESGO
LEÓN-ASTURIAS	MEDIO	MEDIO -(LEÓN-ASTURIAS)
FUENTES DE OÑORO-SALAMANCA	MEDIO	MEDIO -(FUENTES DE OÑORO-SALAMANCA)
SALAMANCA -MEDINA DEL CAMPO	BAJO	BAJO -(SALAMANCA -MEDINA DEL CAMPO)
VENTA DE BAÑOS-BURGOS	MEDIO	MEDIO -(VENTA DE BAÑOS-BURGOS)
BURGOS-MIRANDA DE EBRO	ALTO	ALTO -(BURGOS-MIRANDA DE EBRO)
MADRID-ÁVILA	BAJO	BAJO -(MADRID-ÁVILA)
ÁVILA -MEDINA DEL CAMPO	MEDIO	MEDIO -(ÁVILA -MEDINA DEL CAMPO)
MEDINA DEL CAMPO-VENTA DE BAÑOS	ALTO	ALTO -(MEDINA DEL CAMPO-VENTA DE BAÑOS)
VENTA DE BAÑOS-PALENCIA	ALTO	ALTO -(VENTA DE BAÑOS-PALENCIA)
PALENCIA-LEÓN	ALTO	ALTO -(PALENCIA-LEÓN)
PALENCIA-SANTANDER	BAJO	BAJO -(PALENCIA-SANTANDER)
LEÓN-GALICIA	ALTO	ALTO -(LEÓN-GALICIA)
TORRALBA-ARIZA	BAJO	BAJO -(TORRALBA-ARIZA)

Zonas de riesgo por transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril. Fuente: Junta de Castilla y León y elaboración propia

En las tablas anteriores vienen recogidas las zonas de riesgo por transporte de mercancías peligrosas catalogadas en Castilla y León, estando resaltadas en rojo aquellas que cruzan en algún momento con los trazados de la LAV planteados en el estudio informativo.

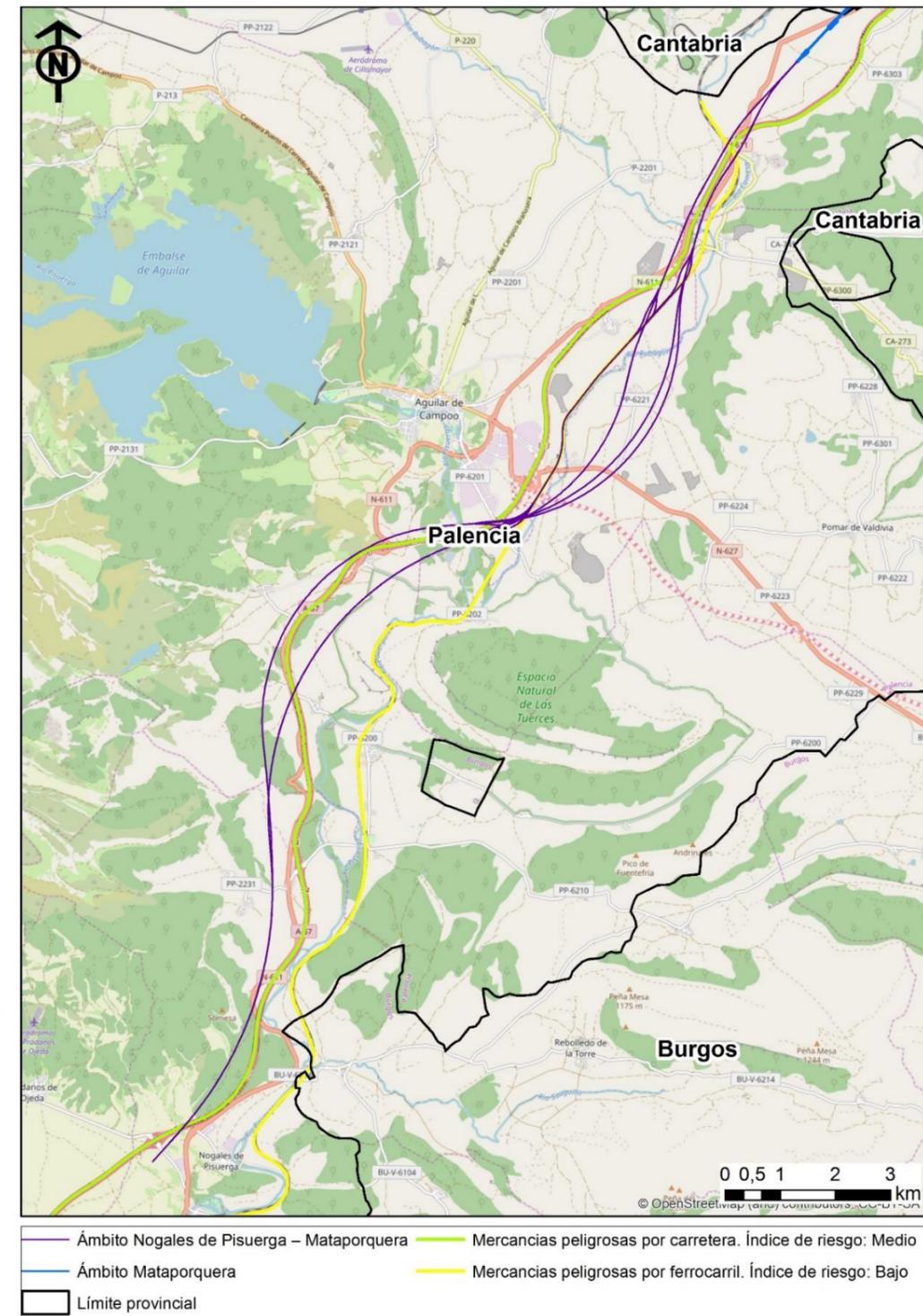
En la comunidad Autónoma de Cantabria, lo relativo al transporte de mercancías peligrosas viene condicionado por el Decreto 17/2007, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Cantabria sobre Transporte de Mercancías Peligrosas por carretera y ferrocarril (TRANSCANT).

La clasificación de los tramos según su grado de riesgo se encontrará sujeta a las modificaciones que en su caso sean técnicamente pertinentes, en función de la actualización de los datos y de la propia metodología de análisis del riesgo, todo ello en virtud de lo establecido en el punto 6.2 del TRANSCANT. Esta clasificación se recoge en la tabla siguiente.

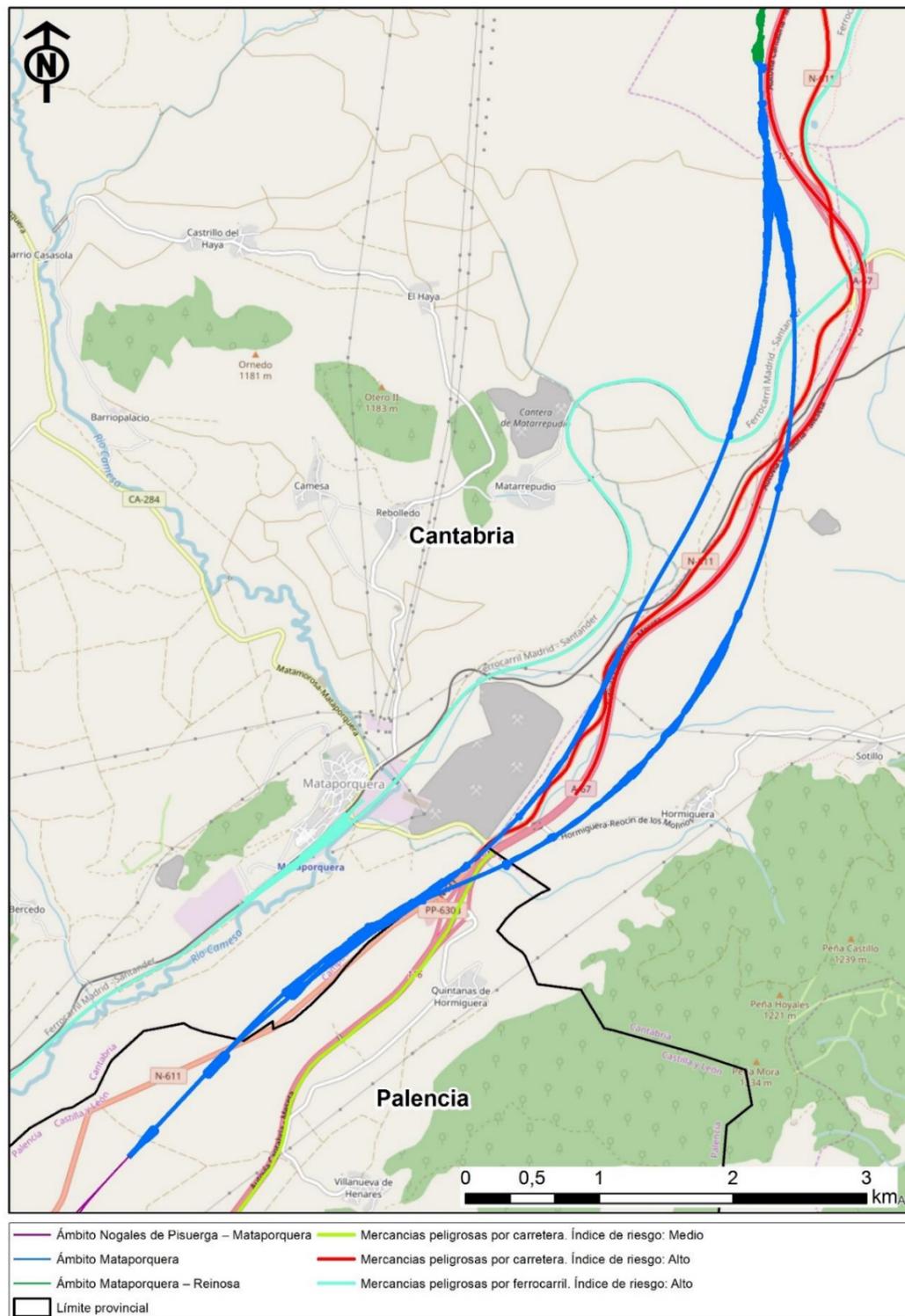
Nº TRAMO	ZONA	NOMBRE	ÍNDICE RIESGO
3	Castro Urdiales-Treto	A-8	Alto
6	Astillero-Santander	S-10	Alto
7	Autovía Cantabria-Meseta	A-67	Alto
13	Torrelavega-Palencia	N-611	Alto
26	Torrelavega (enlace tramos 10, 7 y 11)	Var. N-634	Alto
27	Torrelavega-Límite Asturias	A-8	Alto
51	Torrelavega-Límite Palencia	RENFE	Alto
52	Torrelavega-Solvay	RENFE	Alto
1	Vizcaya-Ontón	A-8	Medio-alto
	Ontón-Castro Urdiales	A-8	Medio-alto
4	Treto-Solares	A-8	Medio-alto
5	Solares-Astillero	A-8	Medio-alto
9	Solares-Vargas	N-634	Medio-alto
11	Torrelavega-Asturias	A-8	Medio-alto
21	Astillero-Gajano	CA-141	Medio-alto
10	Vargas-Torrelavega	N-634	Medio-bajo
12	Requejada-Torrelavega	N-611	Medio-bajo
22	Barreda-Suances	CA-132	Medio-bajo
25	Torrelavega (enlace tramos 10 y 13)	N-611	Medio-bajo
50	Santander-Torrelavega	RENFE	Medio-bajo
8	Treto-Ambrosero	N-634	Bajo
14	Santander-Vargas	N-623	Bajo
15	Vargas- Burgos	N-623	Bajo
16	Unquera-Potes	N-621	Bajo
17	Santoña-Gama	CA-148	Bajo
18	Colindres-Burgos	N-629	Bajo
19	Barreda-La Revilla	CA-131	Bajo
20	Argoños-Gajano	CA-141	Bajo
23	Sarón-Villacarriedo	CA-142	Bajo
24	Pesués-Puentenansa	CA-181	Bajo

Zonas de riesgo por transporte de mercancías peligrosas por carretera. Fuente: Junta de Castilla y León y elaboración propia

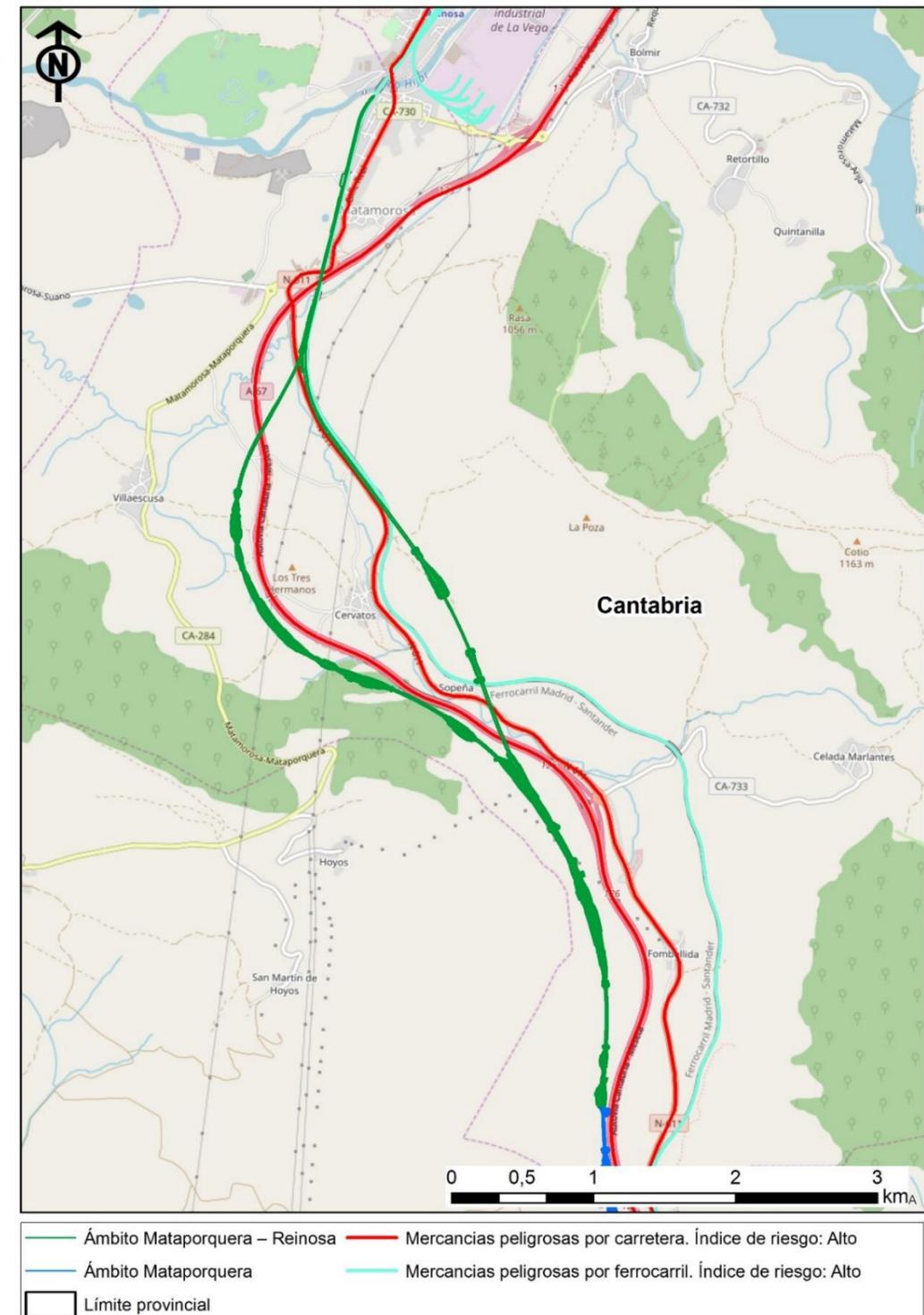
En la tabla anterior vienen recogidas las zonas de riesgo por transporte de mercancías peligrosas catalogadas por el Gobierno de Cantabria, estando resaltadas en rojo las zonas que cruzan en algún momento con las alternativas analizadas.



Zonas de riesgo por transporte de mercancías peligrosas. Fuente: Junta de Castilla y León y elaboración propia



Zonas de riesgo por transporte de mercancías peligrosas. Fuente: Junta de Castilla y León y Gobierno de Cantabria y elaboración propia



Zonas de riesgo por transporte de mercancías peligrosas. Fuente: Gobierno de Cantabria y elaboración propia

5.2.1.2. Valoración del riesgo

De cara a la valoración del riesgo, cabe destacar que el tráfico futuro de la LAV Nogales de Pisuegra – Reinoso es exclusivo de viajeros, habiéndose previsto circulaciones de mercancías únicamente por el by-pass de Aguilar, por lo que el riesgo de ocurrencia de un accidente en fase de explotación con sustancias peligrosas se encuentra ligado únicamente a las alternativas del Ámbito 1.

No se tienen en cuenta en la valoración del riesgo los potenciales accidentes con mercancías peligrosas en las carreteras y ferrocarriles atravesados por la futura LAV, e indicadas en el apartado anterior, puesto que ya disponen de protocolos de actuación en caso de accidentes, en los que la nueva infraestructura es únicamente un elemento afectado.

5.2.1.2.1. Nivel de riesgo

Se considera que la probabilidad de materializarse el riesgo de ocurrencia de un accidente grave con sustancias peligrosas es BAJA en el Ámbito 1 Nogales –Mataporquera, y NULA en los Ámbitos 2 Mataporquera y 3 Mataporquera-Reinoso, dado que las previsiones de transporte de mercancías peligrosas a lo largo de la nueva infraestructura se ciñen únicamente al tramo del by-pass de Aguilar.

En cuanto a la severidad del daño causado en caso de llegar a producirse un accidente grave, se estima que ésta sería MEDIA, al generarse impactos significativos, pero reversibles a corto-medio plazo.

De este modo, el nivel del riesgo se considera BAJO en el Ámbito Nogales –Mataporquera y NULO en los Ámbitos Mataporquera y Mataporquera-Reinoso, según los criterios establecidos previamente, y reflejados en la tabla siguiente.

NIVEL DEL RIESGO		PROBABILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SEVERIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

5.2.1.2.2. Vulnerabilidad del proyecto

La infraestructura no es vulnerable frente a accidentes producidos con sustancias peligrosas.

5.2.1.3. Análisis de impactos sobre el medio ambiente y el medio social

Dado que el nivel de riesgo es BAJO en el Ámbito Nogales –Mataporquera y NULO en los Ámbitos Mataporquera y Mataporquera - Reinoso, y que la vulnerabilidad del proyecto es NULA frente a accidentes graves en la fase de explotación, el riesgo es asumible, no produciéndose impactos significativos.

5.2.1.4. Definición de medidas adicionales

Puesto que no se esperan impactos significativos derivados de accidentes graves en la fase de explotación, no es preciso aplicar medidas adicionales.

5.2.2. Análisis de riesgos derivados de terceros

Se procede a identificar, en el ámbito de cada alternativa, otras posibles zonas de riesgo de accidentes graves, no asociadas a la infraestructura, pero próximas a ella y que, en caso de generarse, sus daños sí podrían repercutir directamente en su integridad. Estos terceros a identificar son aquellas actividades, principalmente industriales, a las que aplica la Directiva SEVESO y que, por tanto, tendrán sus protocolos y planes de emergencia aprobados en caso de accidentes.

La Unión Europea promulgó en el año 1982 la denominada Directiva SEVESO, relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas instalaciones industriales. Esta Directiva, modificada sustancialmente en 2 ocasiones, 1987 y 2012, es finalmente sustituida por la denominada Directiva SEVESO III (Directiva europea 2012/18/UE) que se traspone al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre.

Según esta normativa, deben contar con Planes de Emergencia Exterior aquellos establecimientos que almacenan, procesan o producen un volumen determinado de sustancias que, por sus características fisicoquímicas, pudieran entrañar un riesgo de accidente grave.

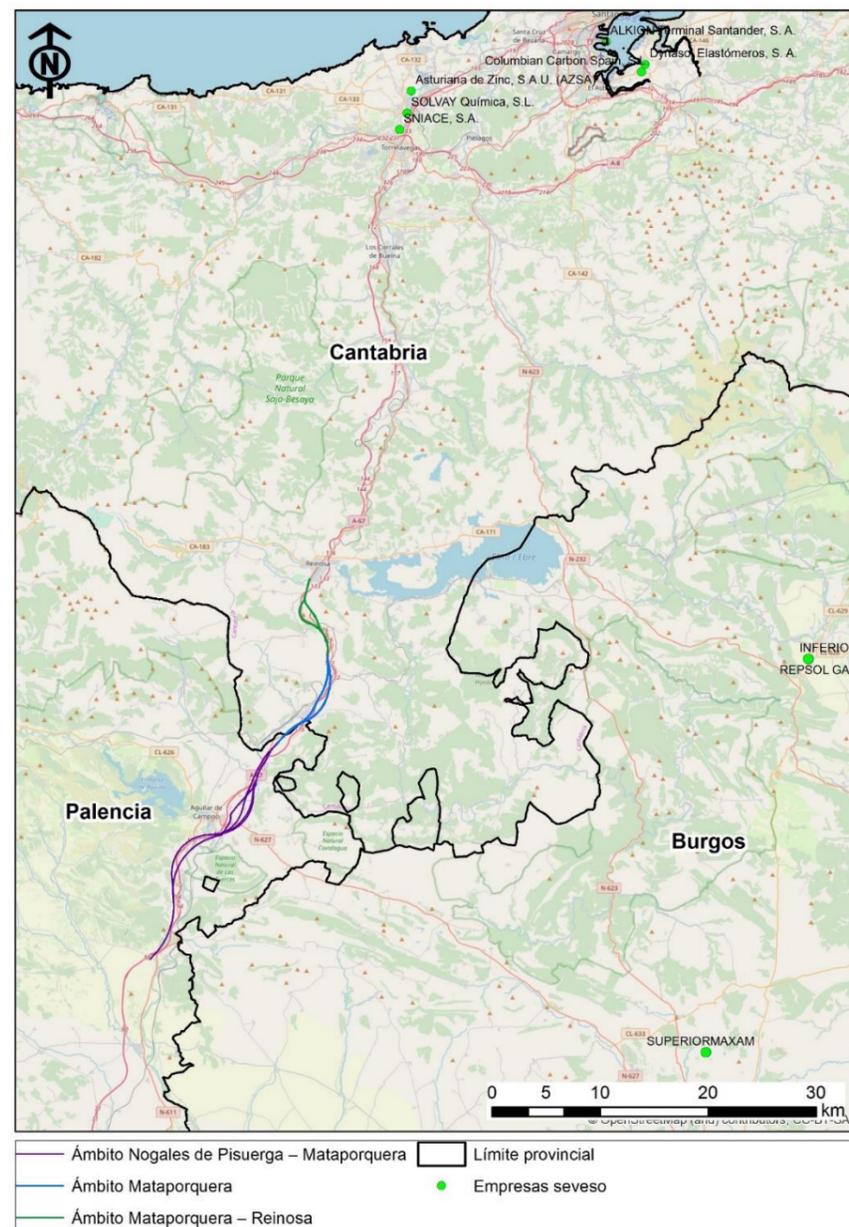
El Plan de Emergencia Exterior (PEE) de cada empresa es el marco orgánico y funcional, pensado para prevenir y, llegado el caso, mitigar las consecuencias de accidentes graves de carácter químico que puedan suceder en las empresas. Se establecen las funciones y el esquema de coordinación de las autoridades y los servicios de intervención, así como los recursos humanos y materiales necesarios para aplicarlo y las medidas de protección idóneas.

En el ámbito de las alternativas planteadas, se localizan varias instalaciones afectadas por la Directiva SEVESO. En la tabla siguiente se recoge su distancia mínima a la nueva infraestructura. Una de ellas se encuentra al este, y el resto al norte de la LAV objeto de estudio.

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN SEVESO	DISTANCIA (km)
MAXAM (Iruña de Oca)	47.7
SNIACE	42.4
SOLVAY	44
ASTURIANA DE ZINC	46.1
DYNASOL ELASTOMEROS	56.8
COLUMBIAN CARBON SPAIN	56

El presente proyecto no es vulnerable frente a los riesgos derivados de las instalaciones SEVESO, a excepción del de explosión, que podría provocar la destrucción de parte de la infraestructura.

Los impactos derivados de accidentes en estos elementos de riesgo sobre la infraestructura no son objeto de análisis, por considerarse que éstos deben contemplarse en los respectivos planes o protocolos de emergencia que las actividades o proyectos SEVESO han de tener para su puesta en explotación. Por tanto, dichos planes deberán ser actualizados para recoger la presencia de un nuevo desarrollo ferroviario. Los potenciales impactos inducidos por la infraestructura, en caso de ser afectada por un accidente provocado por terceros, no son responsabilidad del gestor de la misma y, por tanto, las medidas adicionales que pudiera ser necesario adoptar, en su caso, deberán estar recogidas en los planes y protocolos de emergencia de la actividad o proyecto causante del accidente.



Instalaciones SEVESO. Fuente: Gobierno de Cantabria y Junta de Castilla y León, elaboración propia

6. RIESGOS DERIVADOS DE CATÁSTROFES

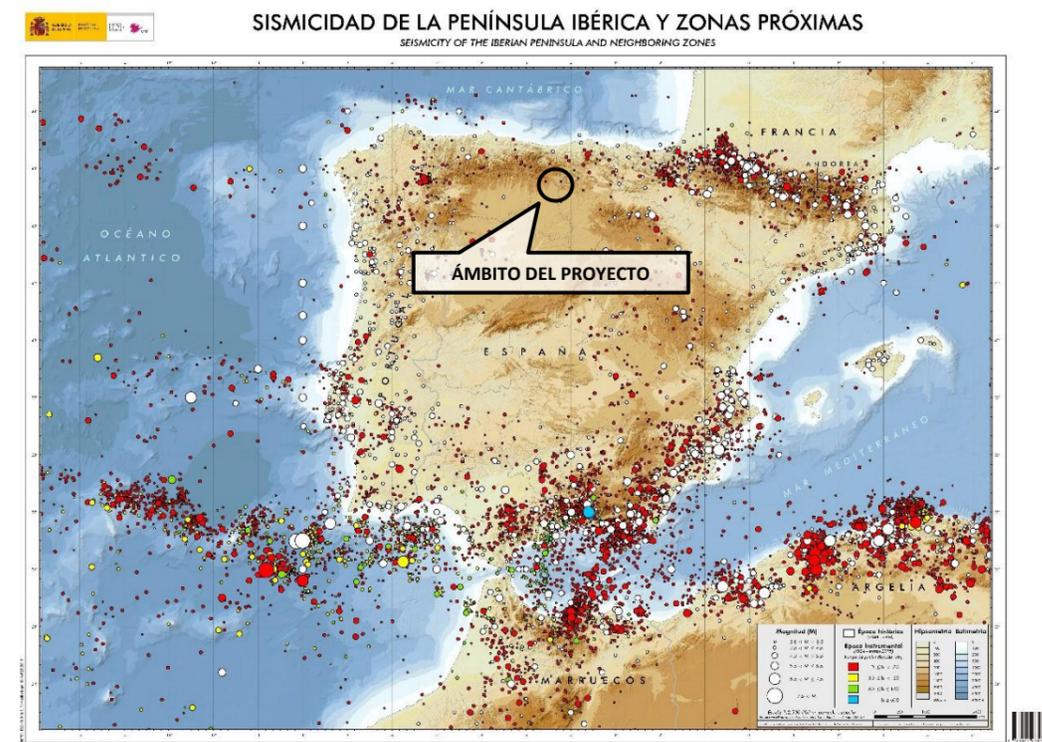
En este apartado se delimita cada una de las zonas de riesgo identificadas, caracterizándose el riesgo según las directrices y metodologías existentes aplicadas a cada una de estas áreas.

6.1. RIESGO SÍSMICO

La actividad sísmica es un reflejo de la inestabilidad y singularidad geológica de una zona de la corteza terrestre. Esta inestabilidad y singularidad va unida a otros fenómenos geológicos como formación de cordilleras recientes, emisiones volcánicas, manifestaciones termales y presencia de energía geotérmica.

La sismicidad es el conjunto de parámetros que definen totalmente el fenómeno sísmico en el foco, y se representa generalmente mediante distribuciones temporales, espaciales, de tamaño, de energía, etc. El estudio de la distribución espacial de terremotos ha sido uno de los factores más importantes a la hora de establecer la teoría de la tectónica de placas, según la cual la superficie de la litosfera está dividida en placas cuyos bordes coinciden con las zonas sísmicamente activas.

Los mapas de peligrosidad realizados por el IGN se utilizan en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico a la hora de definir las áreas de aplicación de dicha directriz.



Mapa de sismicidad de la Península Ibérica. Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Los terremotos son uno de los fenómenos naturales con mayor capacidad para producir consecuencias catastróficas sobre extensas áreas del territorio, pudiendo dar lugar a cuantiosos

daños en edificaciones, infraestructuras y otros bienes materiales, interrumpir gravemente el funcionamiento de servicios esenciales y ocasionar numerosas víctimas entre la población afectada.

España está situada en un área de actividad sísmica de relativa importancia y, en el pasado, determinadas zonas del país se han visto afectadas por terremotos de considerable intensidad.

Se define peligrosidad sísmica en una localización como la probabilidad de que un determinado parámetro representativo del movimiento del terreno, debido a la ocurrencia de terremotos, sobrepase en dicha localización un cierto valor en un determinado intervalo de tiempo.

La aceleración sísmica es una medida utilizada en terremotos que consiste en una medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo. Normalmente la unidad de aceleración utilizada es la intensidad del campo gravitatorio ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

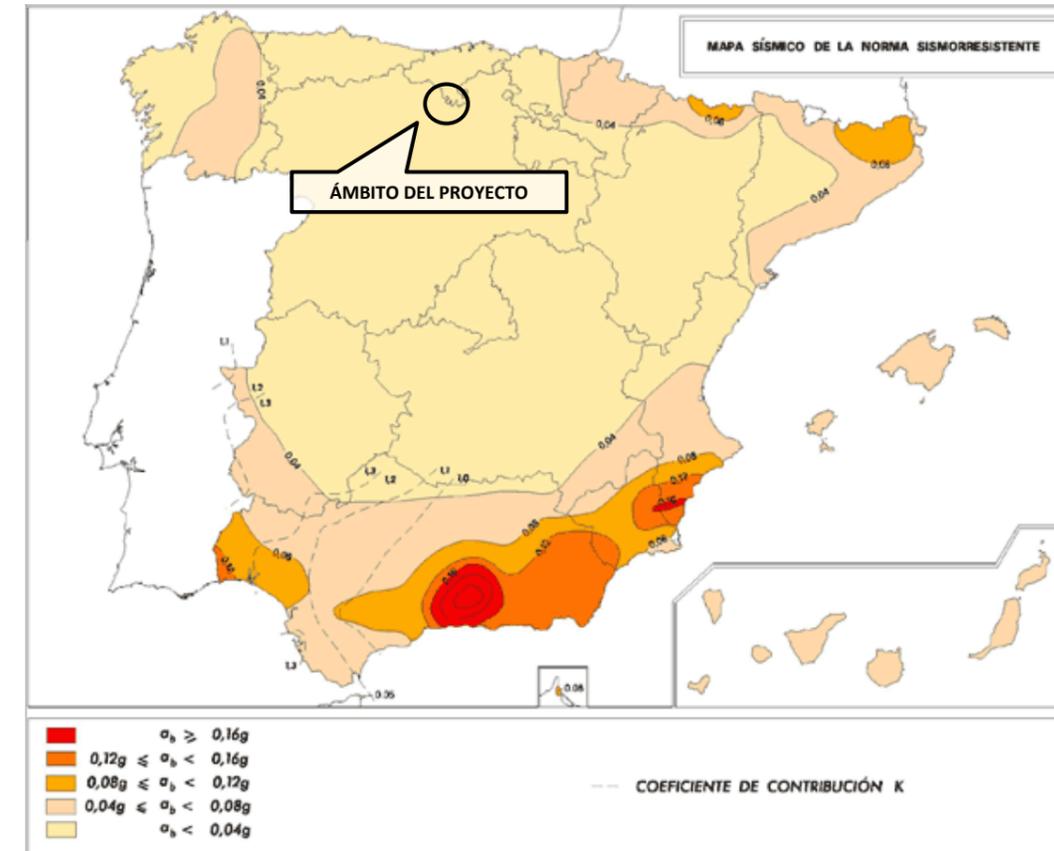
A diferencia de otras medidas que cuantifican terremotos, como la escala Richter o la escala de magnitud de momento, no es una medida de la energía total liberada del terremoto, por lo que no es una medida de magnitud sino de intensidad. Se puede medir con simples acelerómetros y es sencillo correlacionar la aceleración sísmica con la escala de Mercalli.

La aceleración sísmica es la medida de un terremoto más utilizada en ingeniería, y es el valor utilizado para establecer normativas sísmicas y zonas de riesgo sísmico. Durante un terremoto, el daño en los edificios y las infraestructuras está íntimamente relacionado con la velocidad y la aceleración sísmica, y no con la magnitud del temblor. En terremotos moderados, la aceleración es un indicador preciso del daño, mientras que en terremotos muy severos la velocidad sísmica adquiere una mayor importancia.

Se considera que una zona es de alta peligrosidad cuando los valores de aceleración se sitúan entre $2,4$ y $4,0 \text{ m/s}^2$, de peligrosidad sísmica moderada cuando los valores se sitúan entre $0,8$ y $2,4 \text{ m/s}^2$, y de baja peligrosidad sísmica, cuando el valor de la aceleración es menor que $0,8 \text{ m/s}^2$.

6.1.1. Identificación de zonas de riesgo sísmico

Tal y como se puede apreciar en la siguiente ilustración, que se corresponde con la cartografía de peligrosidad sísmica elaborada por el IGN, el proyecto se encuentra dentro del rango de aceleración inferior a $0,04g$, siendo por tanto una zona de baja peligrosidad sísmica.



Peligrosidad Sísmica de España 2015. Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

6.1.2. Valoración del riesgo

6.1.2.1. Nivel de riesgo

Se considera que la probabilidad de materializarse el riesgo de ocurrencia de un sismo es BAJA en el ámbito del proyecto, dado que se enmarca en una zona de baja peligrosidad sísmica.

Por otro lado, la severidad del daño causado, en caso de llegar a producirse un sismo, sería BAJA, puesto que, históricamente, la intensidad de los terremotos en el ámbito de estudio no es elevada, dando lugar a daños leves y reversibles a corto-medio plazo.

De este modo, el nivel del riesgo se considera BAJO, según los criterios establecidos previamente, y reflejados en la tabla siguiente.

NIVEL DEL RIESGO		PROBABILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SEVERIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

6.1.2.2. Vulnerabilidad del proyecto

Los elementos más vulnerables de la infraestructura en caso de producirse un terremoto, una vez se encuentre en funcionamiento la línea de alta velocidad Nogales de Pisuerga- Reinosa, son las estructuras (viaductos) y los túneles.

Para minimizar la vulnerabilidad de un proyecto frente a episodios sísmicos, se pueden adoptar medidas de diseño, según lo establecido en la norma sismorresistente. Se analiza a continuación la posible aplicación de la citada norma a la LAV objeto de estudio.

Influencia de la sismicidad en el diseño del proyecto

La consideración de la influencia de la sismicidad se ha realizado empleando la Norma de Construcción Sismorresistente. Parte general y Edificación (NCSR-02) aprobada por el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre.

Las normas sismorresistentes intentan evitar la pérdida de vidas humanas, y reducir el daño y el coste económico de los terremotos. Para ello, establecen unos criterios y recomendaciones, que han de ser tenidas en cuenta a la hora de construir los edificios o infraestructuras, con el objetivo de que sufran los menores daños posibles, y no se desplomen en caso de fuertes sacudidas.

En primer lugar, se muestra la clasificación que se realiza en la norma sobre las construcciones, en función de los daños que pueden ocasionarse en ellas; posteriormente, se indican los criterios de aplicación a construcciones y, finalmente, se determina si es aplicable la norma a la infraestructura que se proyecta.

Clasificación de las construcciones según la NCSR-02

A los efectos de aplicación de esta Norma, de acuerdo con el uso a que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción, e independientemente del tipo de obra de que se trate, las construcciones civiles se clasifican en varias categorías.

En función de la clasificación de las construcciones según la NCSR-02, las obras contempladas en este proyecto, se incluyen dentro de "Las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc. que estén clasificadas como de importancia especial en las normativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y de ferrocarril", por lo que se consideran de importancia especial.

Criterios de aplicación de la norma NCSR-02

La aplicación de la norma es obligatoria en todas las construcciones recogidas en ella excepto en:

- Construcciones de importancia moderada.
- Edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,08g. No obstante,

la norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo a_c es igual o superior a 0,08g.

Si la aceleración sísmica básica a_b es igual o mayor de 0,04g, deberán tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables.

Al tratarse de una obra calificada como de importancia especial en la que la aceleración sísmica básica a_b es inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad, **no es necesaria la aplicación de la "Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02"**.

Vulnerabilidad del proyecto

El grado de exposición del proyecto es BAJO, puesto que no atraviesa zonas de riesgo sísmico alto o medio.

Por otro lado, la fragilidad de los trazados planteados es NULA, ya que el diseño de todos sus elementos ha tenido en cuenta la influencia de la sismicidad, aunque en este caso, no es necesaria la aplicación de la "Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02".

Según todo lo expuesto, la vulnerabilidad del proyecto se considera NULA, por la combinación de estos dos factores, tal como se recoge en la tabla siguiente.

VULNERABILIDAD DEL PROYECTO		GRADO DE EXPOSICIÓN		
		ALTO	MEDIO	BAJO
FRAGILIDAD	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA
	MEDIA	ALTA	MEDIA	BAJA
	BAJA	MEDIA	BAJA	BAJA
	NULA	NULA	NULA	NULA

6.1.3. Análisis de impactos sobre el medio ambiente y el medio social

Dado que ninguna de las alternativas atraviesa zonas de riesgo sísmico alto, y que la vulnerabilidad del proyecto es NULA frente a estos fenómenos, en virtud de su correcto diseño, el riesgo es asumible, no produciéndose impactos significativos.

6.1.4. Definición de medidas adicionales

Puesto que no se espera la ocurrencia de sismos importantes en la zona de actuación, no es preciso establecer medidas adicionales más allá del correcto diseño de la infraestructura en los proyectos constructivos, considerando la influencia de la sismicidad.

6.2. RIESGO POR INUNDACIÓN

6.2.1. Identificación de zonas de riesgo de inundación

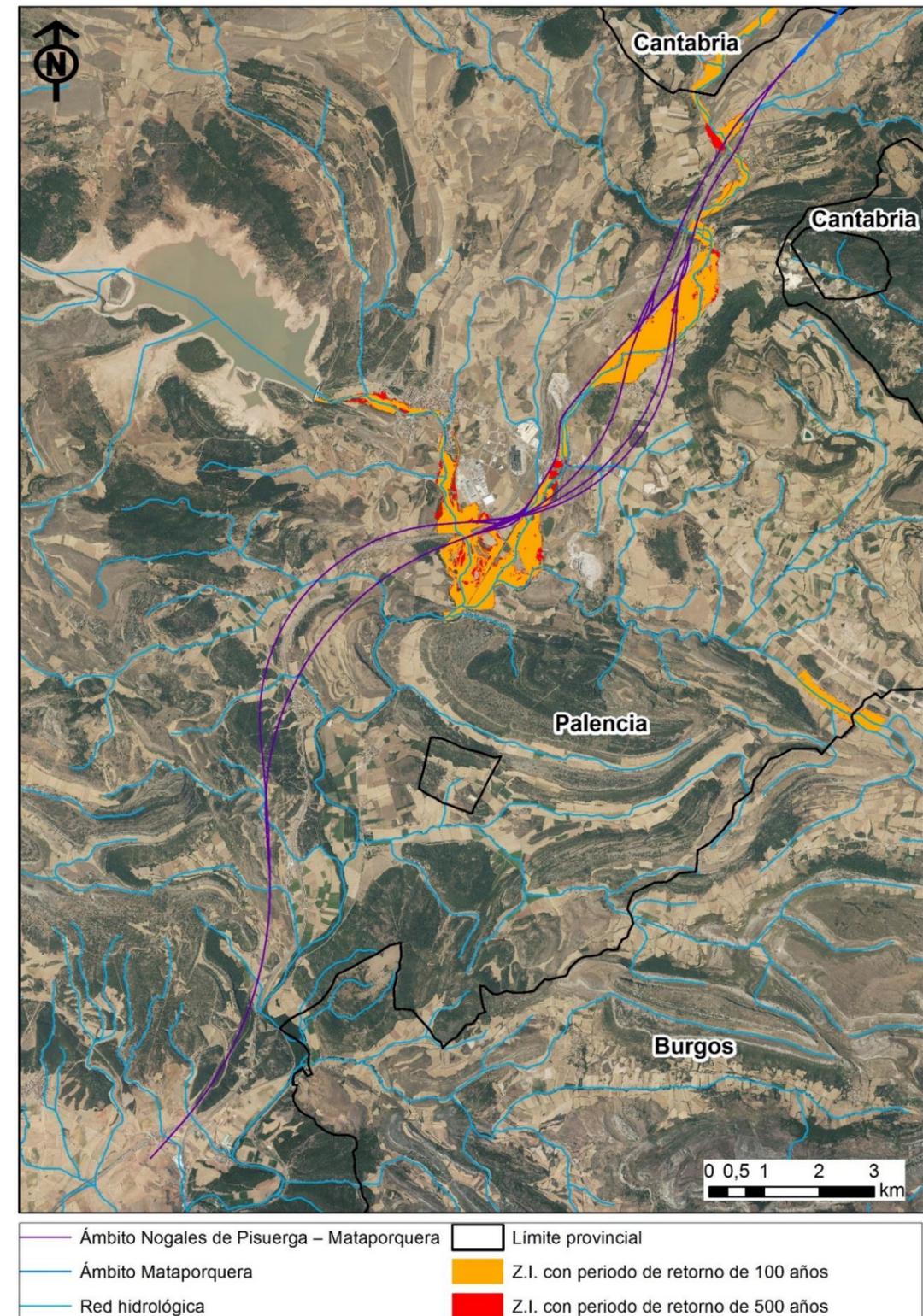
La Comisión Europea aprobó en noviembre de 2007 la *Directiva 2007/60, sobre la evaluación y gestión de las inundaciones*, la cual ha sido transpuesta a la legislación española mediante el *Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de riesgos de inundación*. Entre otros aspectos, con esta

Directiva y su transposición al ordenamiento español se pretende mejorar la coordinación de todas las administraciones a la hora de reducir los daños derivados de las inundaciones, centrándose fundamentalmente en las zonas con mayor riesgo de inundación, llamadas Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs).

Dentro de este contexto, el Ministerio para la Transición Ecológica, siguiendo los principios de la Directiva 2007/60 sobre evaluación y gestión de riesgos de inundación, puso en marcha el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), un instrumento de apoyo a la gestión del espacio fluvial, la prevención de riesgos, la planificación territorial y la transparencia administrativa.

Para las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) se han elaborado, por un lado, los mapas de peligrosidad por inundaciones que incluyen tres escenarios: Baja (eventos extremos o período de retorno mayor o igual a 500 años), Media (período de retorno mayor o igual a 100 años) y Alta probabilidad de inundación (período de retorno mayor o igual a 10 años), y por otro lado, los mapas de riesgo de inundación que delimitan las zonas inundables así como los calados del agua, e indican los daños potenciales que una inundación puede ocasionar a la población, a las actividades económicas y al medio ambiente.

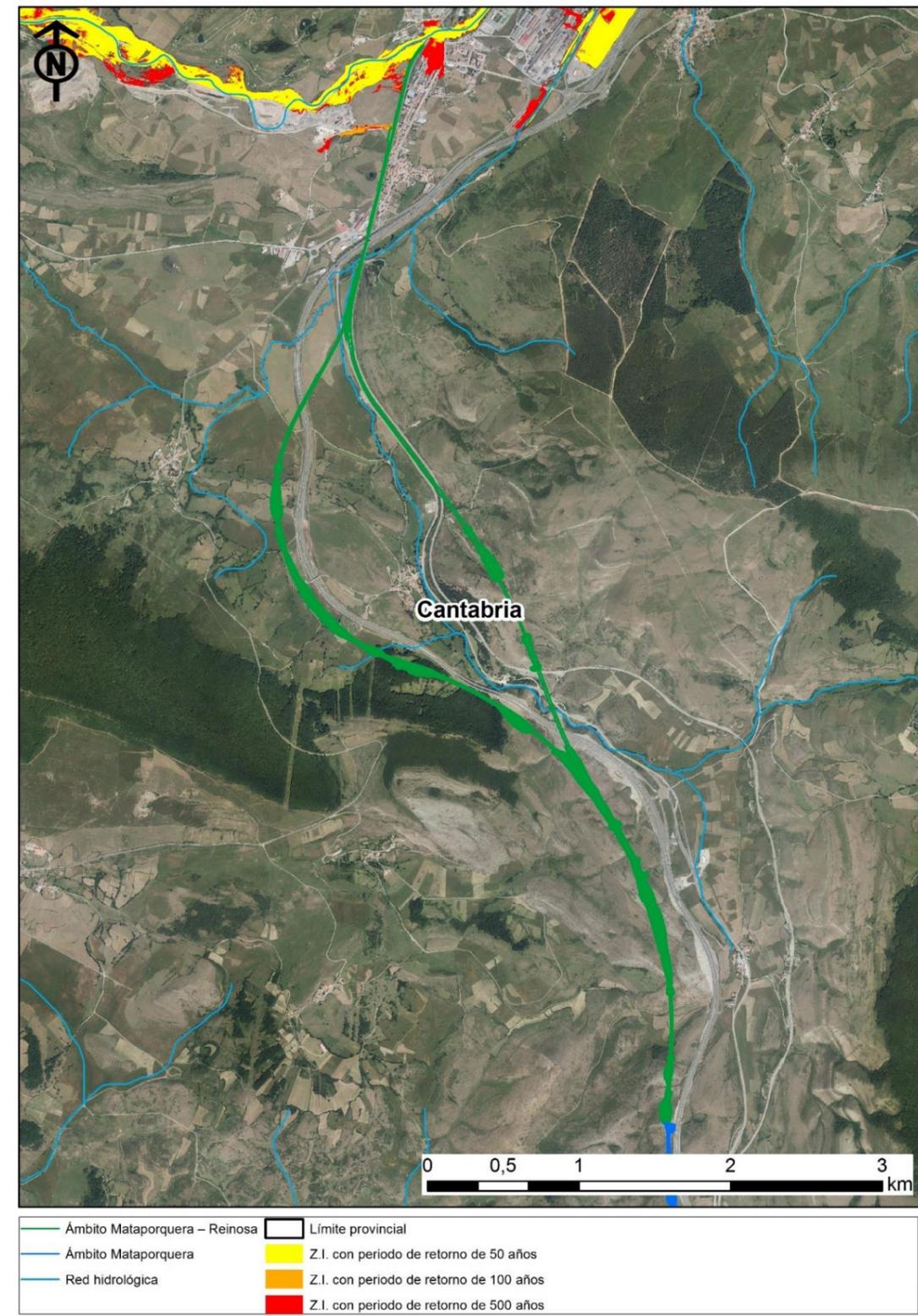
En la figura siguiente se observa la cartografía de Zonas Inundables para los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años en el ámbito en el que se desarrollan las alternativas planteadas.



Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) y elaboración propia



Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) y elaboración propia



Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) y elaboración propia

Por último, cabe destacar que los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Ebro y del Duero han sido aprobados mediante el Real Decreto 18/2016, de 15 de enero. Dichos Planes establecen, como medida de protección frente a inundaciones, la mejora del drenaje de infraestructuras lineales: carreteras, ferrocarriles (código 14.03.01), mediante la actualización de la normativa sobre diseño del drenaje transversal. En el presente estudio informativo, el drenaje de la infraestructura se ha diseñado de acuerdo con la normativa vigente.

6.2.2. Valoración del riesgo

6.2.2.1. Nivel de riesgo

Se considera que la probabilidad de materializarse el riesgo de ocurrencia de una inundación depende de la zona que se considere. Lo mismo ocurre con la severidad del daño causado, en caso de llegar a producirse una inundación. Se establecen los siguientes supuestos:

- En la mancha de Q10 la probabilidad de inundación es ALTA, y la severidad BAJA
- En la mancha de Q100 la probabilidad de inundación es MEDIA, y la severidad MEDIA
- En la mancha de Q500 la probabilidad de inundación es BAJA, y la severidad ALTA
- En el resto del territorio situado fuera de las zonas inundables cartografiadas, la probabilidad de inundación es BAJA, y la severidad BAJA

De este modo, el nivel del riesgo se considera MEDIO o BAJO, según los criterios establecidos previamente, y reflejados en la tabla siguiente.

NIVEL DEL RIESGO		PROBABILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SEVERIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

6.2.2.2. Vulnerabilidad del proyecto

Los elementos de vulnerabilidad del proyecto frente a las inundaciones son las obras de drenaje transversal y los viaductos que dan continuidad a los cauces y, especialmente, aquellas que se sitúan sobre las áreas de inundación más críticas (probabilidad alta). Asimismo, son vulnerables los tramos que se desarrollan en superficie sobre dichas áreas.

El grado de exposición se considera BAJO en los Ámbitos Nogales de Pisuerga – Mataporquera y Mataporquera - Reinos, puesto que atraviesan de forma puntual zonas de riesgo de inundación, y NULO en el Ámbito Mataporquera, ya que los trazados no atraviesan ninguna zona inundable cartografiada.

Por otro lado, la fragilidad se considera BAJA cuando las alternativas atraviesan zonas inundables en terraplén, siempre que el número de veces que este fenómeno se repite a lo largo del trazado

en cuestión sea inferior a 3, como es el caso de los trazados de los Ámbitos 1 y 3. Las alternativas del Ámbito 2 presentan una fragilidad NULA, por no atravesar ninguna zona con riesgo de inundación.

Según todo lo expuesto, la vulnerabilidad del proyecto se considera BAJA para los Ámbitos Nogales de Pisuerga – Mataporquera y Mataporquera - Reinos, y NULA para el Ámbito Mataporquera, por la combinación de estos dos factores, tal como se recoge en la tabla siguiente.

VULNERABILIDAD DEL PROYECTO		GRADO DE EXPOSICIÓN		
		ALTO	MEDIO	BAJO
FRAGILIDAD	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA
	MEDIA	ALTA	MEDIA	BAJA
	BAJA	MEDIA	BAJA	BAJA
	NULA	NULA	NULA	NULA

6.2.3. Análisis de impactos sobre el medio ambiente y el medio social

Dado que el nivel de riesgo se ha valorado como MEDIO o BAJO, y que la vulnerabilidad del proyecto es BAJA o NULA frente a estos fenómenos, en virtud de su correcto diseño, el riesgo es asumible, no produciéndose impactos significativos.

6.2.4. Definición de medidas adicionales

Puesto que no se espera la generación de impactos significativos derivados de inundaciones en la zona de actuación, no es preciso establecer medidas adicionales más allá del correcto diseño de la infraestructura en los proyectos constructivos, considerando las zonas inundables.

6.3. RIESGO DE INCENDIOS

6.3.1. Identificación de zonas de riesgo de incendios

Se entiende por riesgo la probabilidad de que se produzca un incendio forestal en una zona en un intervalo de tiempo determinado.

6.3.1.1. Problemática y legislación

Cabe destacar que los ferrocarriles son responsables del 0,77% de los incendios forestales (Datos del MITECO para el decenio 2004-2013), por causas asociadas a su funcionamiento (incendios provocados por chispazos y rozaduras derivadas de la propia actividad ferroviaria), o por actuaciones negligentes relacionadas con el mismo (colillas mal apagadas u otros objetos lanzados desde el tren).

La normativa vigente en materia de emergencias por incendios forestales estatal y autonómica (Cantabria y Castilla y León), se recoge a continuación:

- Real Decreto 893/2013, de 15 de noviembre, por el que se aprueba la Directriz básica de planificación de protección civil de emergencia por incendios forestales (normativa estatal)
- Orden MAM/851/2010, de 7 de junio, por la que se declaran zonas de alto riesgo de incendio en la Comunidad de Castilla y León
- Orden FYM/123/2013, de 15 febrero, por la que se modifica la Orden MAM/851/2010, de 7 de junio, por la que se declaran zonas de alto riesgo de incendio en la Comunidad de Castilla y León
- Orden FYM/ 534/2017, de 26 de junio, por la que se fija la época de peligro alto de incendios forestales en la Comunidad de Castilla y León
- Plan de protección civil ante emergencias por incendios forestales en Castilla y León (INFOCAL)
- Plan Especial de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Cantabria sobre incendios forestales (INFOCANT)

6.3.1.2. Zonificación del territorio

Castilla y León

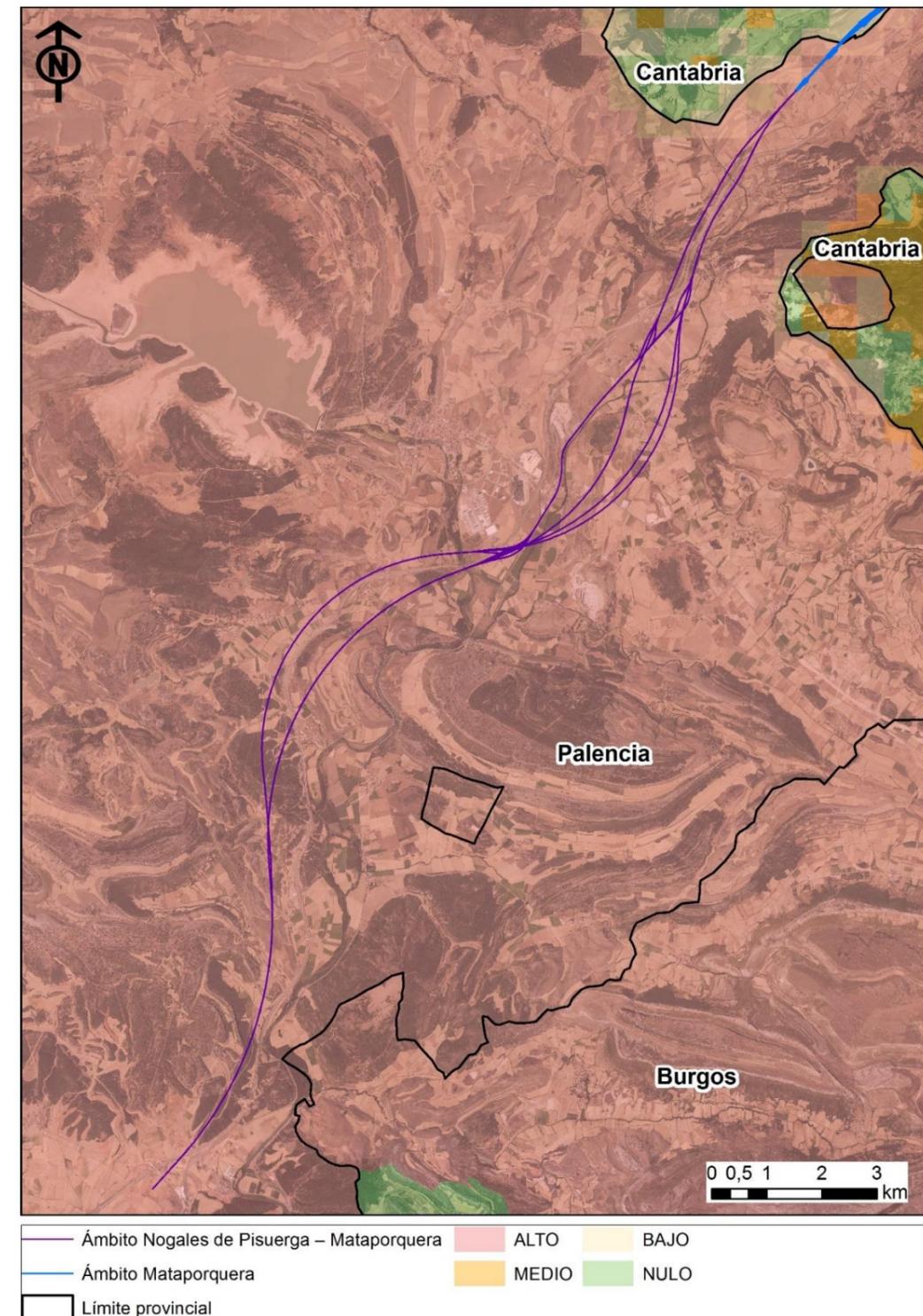
En Castilla y León son consideradas zonas de alto riesgo de incendio o de protección preferente, tal y como recoge el artículo 48 de la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, en su punto 1, aquellas áreas en las que la frecuencia o virulencia de los incendios forestales y la importancia de los valores amenazados hagan necesarias medidas especiales de protección contra los incendios.

Las zonas de alto riesgo de incendios forestales en la Comunidad de Castilla y León quedan declaradas por ORDEN MAM/1062/2005, de 5 de agosto y por ORDEN MAM/1111/2007, de 19 de junio.

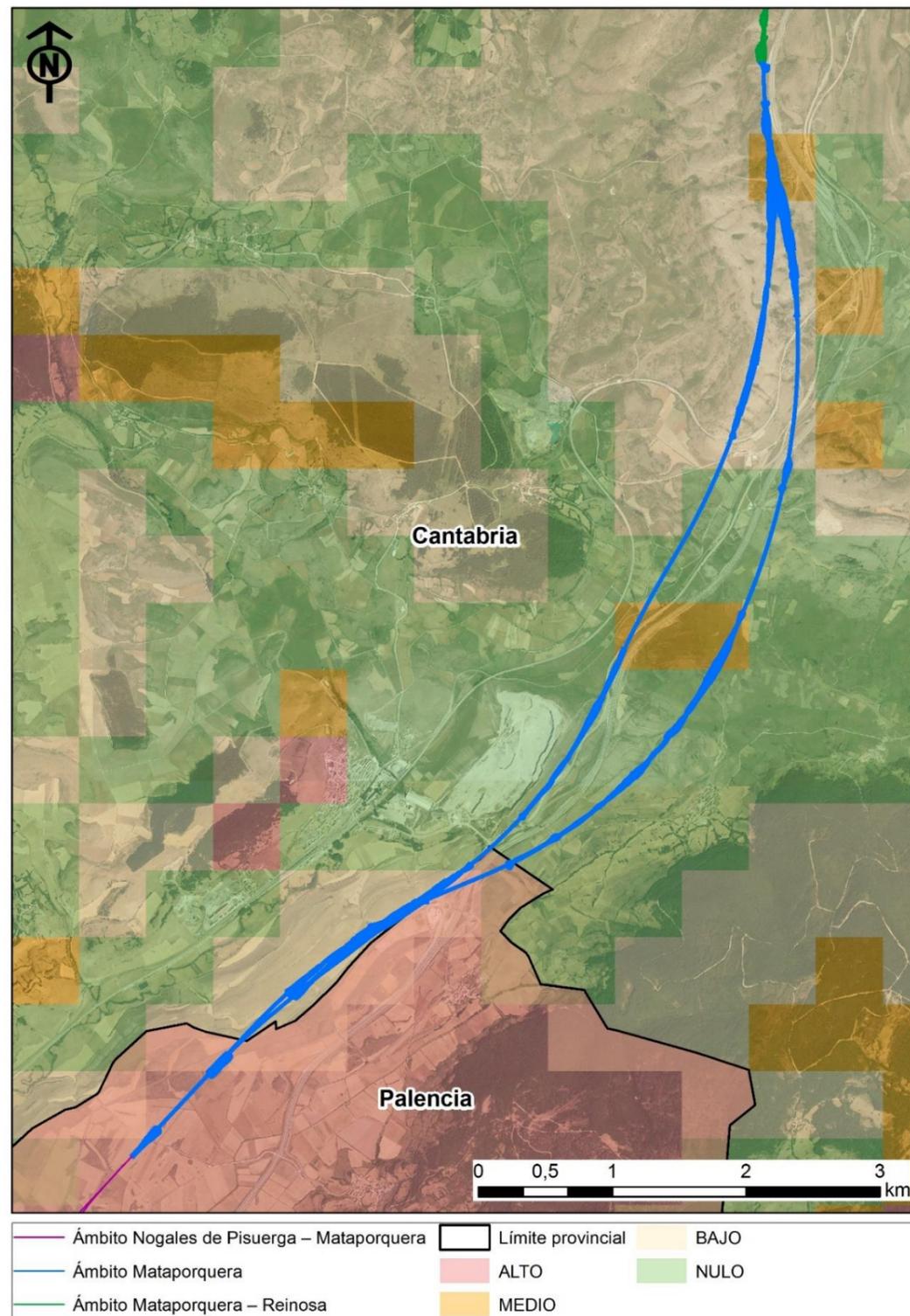
Cantabria

En lo concerniente a Cantabria, se aprobó el Plan Especial de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Cantabria sobre incendios forestales (INFOCANT), mediante el Decreto 61/2001, de 31 de julio, que materializó la previsión orgánico-funcional, así como los mecanismos de intervención eficaz y coordinada de los recursos y medios disponibles, con el fin de limitar las consecuencias de aquellos sobre las personas, los bienes y el medio ambiente. El análisis del riesgo constituye una parte fundamental del Plan, considerándose imprescindible la información relativa al riesgo de incendio forestal, la zonificación del territorio y la distribución temporal del riesgo.

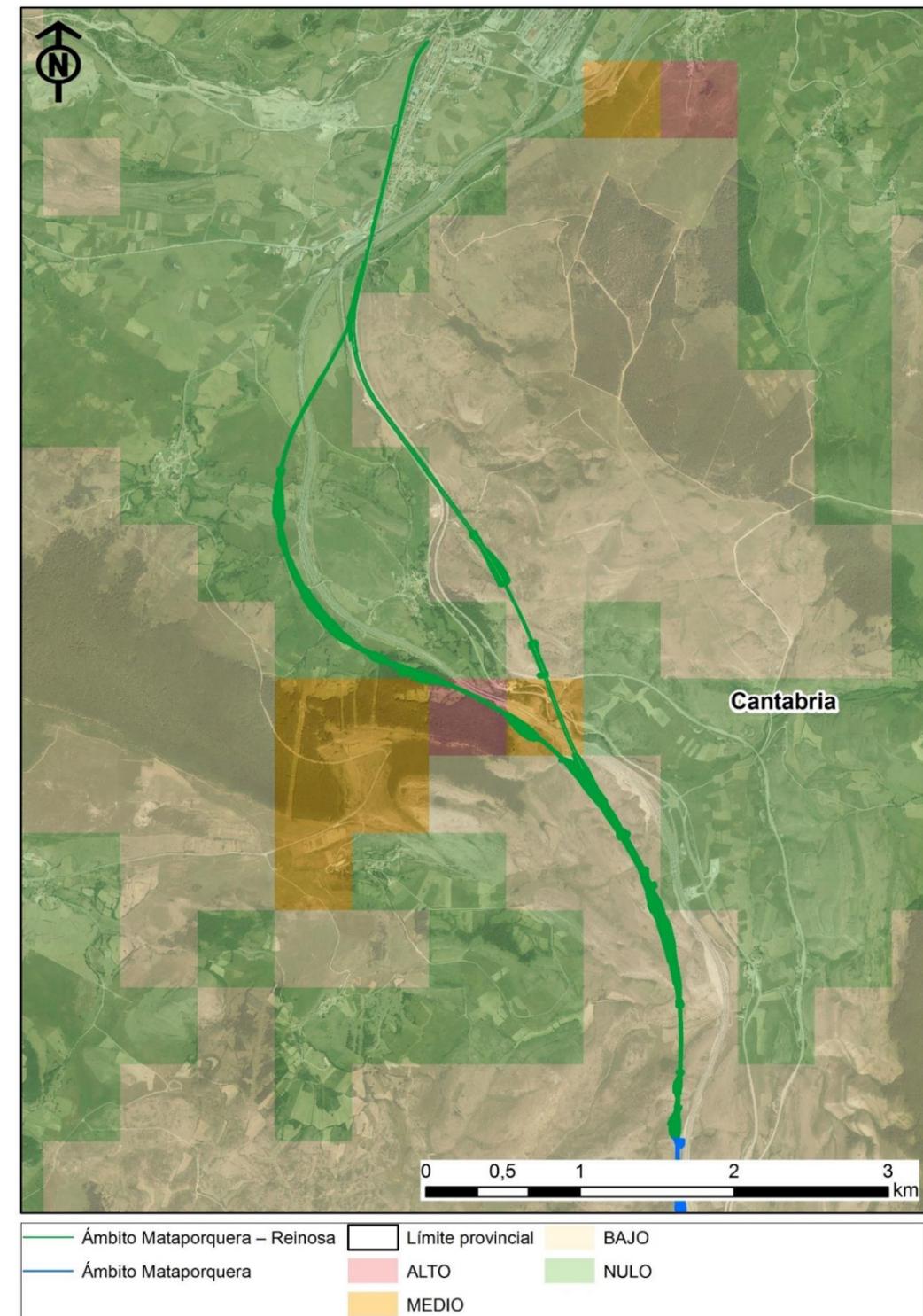
Teniendo en cuenta toda esta información se obtienen los siguientes mapas, donde se puede observar que el Ámbito Nogales –Mataporquera discurre íntegramente a través de zonas de alto riesgo, mientras que las alternativas de los Ámbitos Mataporquera y Mataporquera-Reinosa atraviesan principalmente zonas de riesgo bajo y nulo, y puntualmente, zonas de riesgo medio y alto.



Riesgo de incendios en la zona de estudio. Fuente: Junta de Castilla y León y elaboración propia



Riesgo de incendios en la zona de estudio. Fuente: Gobierno de Cantabria, Junta de Castilla y León y elaboración propia



Riesgo de incendios en la zona de estudio. Fuente: Gobierno de Cantabria y elaboración propia

6.3.2. Valoración del riesgo

6.3.2.1. Nivel de riesgo

Se considera que la probabilidad de materializarse el riesgo de ocurrencia de un incendio es ALTA en las zonas de riesgo de incendio forestal alto cartografiadas, y BAJA en el resto del territorio.

Por otro lado, la severidad del daño causado, en caso de llegar a producirse un incendio, sería MEDIA, dadas las consecuencias graves pero reversibles a corto o medio plazo que éste podría tener sobre el medio natural o social.

De este modo, el nivel del riesgo se considera ALTO en las zonas de riesgo de incendio forestal alto cartografiadas, y BAJO en el resto del territorio, según los criterios establecidos previamente, y reflejados en la tabla siguiente.

NIVEL DEL RIESGO		PROBABILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
SEVERIDAD	ALTA	ALTO	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

6.3.2.2. Vulnerabilidad del proyecto

La vulnerabilidad de una infraestructura frente a la amenaza de un incendio, dependerá de la magnitud y gravedad del fuego ocasionado.

El grado de exposición del Ámbito Nogales – Mataporquera es ALTO, y de los Ámbitos Mataporquera y Mataporquera - Reinosa es MEDIO, puesto que los trazados atraviesan zonas de riesgo de incendio alto a lo largo de más del 20% de su longitud y de menos del 20% de su longitud, respectivamente.

Por otro lado, la fragilidad de los trazados planteados frente a la ocurrencia de un incendio es BAJA en el caso de los tramos que se desarrollan en superficie, y NULA en aquellos que se plantean en túnel.

Según todo lo expuesto, la vulnerabilidad del proyecto, cuando el trazado se desarrolla en superficie, se considera MEDIA en el Ámbito Nogales –Mataporquera y BAJA en los Ámbitos Mataporquera y Mataporquera - Reinosa, mientras que se estima NULA en los tramos en túnel, por la combinación de estos dos factores, tal como se recoge en la tabla siguiente.

VULNERABILIDAD DEL PROYECTO		GRADO DE EXPOSICIÓN		
		ALTO	MEDIO	BAJO
FRAGILIDAD	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA
	MEDIA	ALTA	MEDIA	BAJA
	BAJA	MEDIA	BAJA	BAJA
	NULA	NULA	NULA	NULA

6.3.3. Análisis de impactos sobre el medio ambiente y el medio social

Aunque el nivel de riesgo es puntualmente ALTO en las zonas de riesgo de incendio elevado, puesto que la vulnerabilidad del proyecto es MEDIA, BAJA o NULA frente a la ocurrencia de incendios, el riesgo es asumible, no produciéndose impactos significativos.

6.3.4. Definición de medidas adicionales

El gestor de la infraestructura dispondrá de un protocolo de emergencia frente a incendios para la fase de explotación de la infraestructura, teniendo en cuenta en todo caso la legislación vigente en la materia (Plan de protección civil ante emergencias por incendios forestales en Castilla y León (INFOCAL), y Plan Especial de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Cantabria sobre incendios forestales (INFOCANT)).

En la planificación de las medidas de lucha contra los incendios forestales, se tendrán en cuenta las épocas de peligro que establezca el organismo competente del Gobierno de Cantabria y de la Junta de Castilla y León.

6.4. RIESGOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

6.4.1. Identificación de zonas de riesgo geológico-geotécnico

La zona de estudio presenta una gran variedad de unidades geoestructurales. En función de la problemática potencial que podrían presentar, los riesgos considerados como de mayor importancia en la zona de estudio, y que podrían condicionar el trazado de la línea son los siguientes:

6.4.1.1. Riesgos debidos a la litología

Suelos, rocas y aguas agresivas

Como es sabido, los terrenos yesíferos son muy problemáticos por el ataque al hormigón de las obras de fábrica que produce el ion sulfato. Si existe además halita, las aguas salinas procedentes de su disolución pueden generar corrosión de las estructuras metálicas y las armaduras.

En la zona de estudio, la unidad T2, Keuper, puede contener yeso, además de otros minerales salinos como anhidrita y halita.

Suelos y rocas expansivos

La expansividad de las rocas y los suelos es un problema geológico que puede tener diversos orígenes. En la zona de estudio, pueden presentar expansividad las lutitas de la unidad C5, así como las arcillas de T2.

Karstificación

Este tipo de riesgo está asociado a los procesos de disolución de rocas o suelos que producen asentamientos o subsidencias del terreno, y un aumento enorme de la permeabilidad. Se da en litologías solubles, tales como rocas calcáreas, yeso o rocas salinas. En la zona de estudio hay importantes formas kársticas en las calizas del Jurásico. Además, y aunque no se dispone de referencias sobre ello, podría haber riesgo de karst en los yesos de la facies Keuper.

El riesgo de karstificación se da en las siguientes unidades: T2 (yeso), J2, J3.

Suelos blandos

Los suelos blandos se suelen dar en litologías arcillosas muy plásticas o que contienen abundante materia orgánica. Las unidades que pueden presentar estas características son:

- Limos arcillosos y arenosos de los rellenos de fondo de vaguada, QFV.
- Conglomerados, areniscas, calizas y margas con lutitas, J5.
- Dolomías, carniolas y calizas de la unidad J1, en sus zonas de alteración.
- Arcillas con yesos del Triásico. Facies Keuper T2, cuando están alteradas en superficie

Asientos diferenciales

Se pueden dar problemas de asientos diferenciales en aquellas unidades heterogéneas formadas por niveles rocosos en alternancia con niveles lutíticos, así como en las terrazas, por la existencia de tramos de finos intercalados entre las gravas, de mayor capacidad portante.

Esto puede suceder en las unidades QRE, QCL, QAL, QCDY,QTZ y C1.

6.4.1.2. Riesgos debidos a la estructura geológica

Fallas

La cartografía fotogeológica realizada, junto con la información recopilada, ha permitido dibujar las fallas más importantes. Se trata por tanto de fallas alpinas, que afectan a las formaciones más antiguas. Una de estas fallas afecta al Túnel 3.1. de la Alternativa Este del Ámbito Mataporquera – Reinosa, aproximadamente a la altura del pk 303+630.

Cabalgamientos

Los cabalgamientos son fallas inversas de gran salto, muchas veces con buzamiento bajo o incluso subhorizontales. Producen en la zona de estudio la superposición de unidades más antiguas (Jurásicas) sobre otras más modernas (cretácicas). El nivel de rotura suele ser la poco competente unidad Facies Keuper, T2, o T1. La presencia de las unidades T1 y T2, de pobres propiedades geotécnicas, junto con la fracturación de la roca cabalgante, hace que sean zonas con riesgo geológico, a estudiar en detalle en fases posteriores del proyecto.

Se han deducido en la zona de estudio, al menos, tres cabalgamientos no identificados ni en la cartografía MAGNA ni en proyectos anteriores. Uno de ellos, situado al norte de Hormiguera, en el Ámbito 2, afectará al trazado en una zona de desmonte sobre la unidad T1; otro de ellos, se localiza al oeste de Fombellida, en el Ámbito Mataporquera - Reinosa. Un tercer cabalgamiento se localiza al final del trazado, pero sin llegar a afectarlo. En principio, no se prevé la afección a ningún túnel por estos cabalgamientos.

6.4.1.3. Riesgos geomorfológicos

Deslizamientos y caídas de bloques

Son fenómenos de movimiento de masas de suelo o roca a favor de la gravedad, con diversos mecanismos. Generalmente son procesos rápidos del terreno, aunque también se incluyen en esta categoría los procesos lentos, como la reptación. Estos procesos se dan en vertientes naturales, generalmente con más de 35° de inclinación, o bien en taludes de desmontes.

Las litologías en las que principalmente se producen estos fenómenos son o bien macizos de roca competente fracturada, con las fracturas en posición desfavorable respecto del talud, o litologías de alternancia de estratos competentes e incompetentes, donde la socavación de los segundos por acaravamiento o socavación genera caída de planchones de las capas competentes.

En la zona de estudio, son susceptibles de ser afectadas, por sus características litológicas y geomorfológicas, las siguientes unidades: T1, J2, J4, C2, C3, C4, C5, y las unidades cuaternarias QCL, que suele presentar fuerte pendiente, y QD.

Erosión, acaravamiento y sifonamiento

Los procesos de erosión hídrica (acaravamiento o abarrancamiento) en suelos cohesivos o arenosos y sus modificaciones geomorfológicas asociadas, son importantes desde el punto de vista de la ingeniería, ya que están relacionados con la estabilidad de los taludes en desmontes y emboquilles de túneles, y pueden afectar a las obras de drenaje superficial, caminos de servicios y otros.

Se diferencian dos tipos de procesos: acaravamiento en laderas o taludes en suelos arcillosos, por escorrentía superficial; y acaravamiento en taludes excavados en litologías muy permeables por surgencia de agua y sifonamiento.

En la zona de estudio, este riesgo puede aparecer asociado a las unidades T1, T2 y C6.

6.4.2. *Valoración del riesgo*

6.4.2.1. Nivel de riesgo

El valor de este parámetro se obtiene en función de la probabilidad de materializarse el riesgo y de la severidad del daño causado, en caso de llegar a producirse la catástrofe.

Las zonas de riesgo geológico-geotécnico han sido caracterizadas y evaluadas dentro del ámbito del Estudio Informativo, en el Anejo 5 “Geología y geotecnia”, por lo que el nivel del riesgo viene determinado por el asignado en dicha evaluación.

De este modo, según el análisis realizado en el citado anejo, se ha asignado una peligrosidad o riesgo intrínseco a cada uno de los riesgos enumerados, tal como se recopila en la tabla siguiente.

TIPO DE RIESGO	DEFINICIÓN	PELIGROSIDAD	NIVEL DE RIESGO
Riesgo Litológico	Suelos/rocas agresivas	3	BAJO
	Suelos/rocas expansivas	2	BAJO
	Karstificación	3	BAJO
	Suelos blandos	1	BAJO
	Asientos diferenciales	1	BAJO
	Deslizamientos	2	BAJO
	Caída de bloques	1	BAJO
	Erosión/acarcavamiento/sifonamiento	1	BAJO
	Inundación	3	BAJO
	Explosividad formaciones lignitíferas	1	BAJO
Riesgos debidos a la Estructura Geológica en túneles	Fallas	5	MEDIO
	Cabalgamientos	10	ALTO

6.4.2.2. Vulnerabilidad del proyecto

Los elementos más vulnerables del proyecto frente a riesgos geológico-geotécnicos son, por un lado, los túneles, y por otro, los taludes en desmonte y las estructuras.

Se identifican a continuación las medidas de diseño adoptadas para minimizar la vulnerabilidad del proyecto frente a riesgos geológico-geotécnicos.

Los **taludes** de la infraestructura se han previsto con la pendiente aconsejada para cada unidad geotécnica atravesada, y su riesgo geológico asociado, al igual que las cimentaciones de las **estructuras**, tal como se recoge en la tabla siguiente. En fases posteriores de mayor detalle, se establecerán medidas adicionales en el caso de estimarse necesarias.

EDAD	Denominación unidades 5.000	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS	RIESGO GEOLÓGICO		CIMENTACIONES	TALUD RECOMENDADO DESMONTE	
					RIESGO GEOLÓGICO	NIVEL RIESGO			
Triásico	T1	Areniscas, conglomerados y limolitas a techo (Facies Buntsandstein)	Roca	Permeabilidad secundaria fisural	Inestabilidades de bloques y cuñas tanto en desmontes como en túneles.Reptaciones y deslizamientos de ladera en zonas alteradas.	2	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	1H:1V	
	T2	Arcillas rojas ocasionalmente con yeso (Facies Keuper)	Suelo	Prácticamente impermeable. Drenaje insuficiente	Inestabilidad en desmontes, hinchamiento del sistema yeso-anhidrita; Karstificación por disolución de yeso-sales; expansividad arcillas; suelos blandos; erosión y acarreamiento; agresividad al hormigón	3	Capacidad portante media a baja. Asientos diferenciales inadmisibles en cimentación superficial. Hinchamiento, expansividad, agresividad al hormigón.	3H:2V	
	T3	Ofitas	Roca	Permeabilidad secundaria fisural	Extramadamente tenaces, alto coste de voladura	0	Capacidad portante alta. Cimentación superficial	1H:1V	
Jurásico	J1	Dolomías, carniolas y calizas	Roca	Nivel freático indeterminado, asociado a fisuras y karst	Roca cavernosa con baja capacidad portante si está alterada	1	Baja capacidad portante si está alterada	1H:1V	
	J2	Caliz bien estratificadas	Roca	Nivel freático indeterminado, asociado a fisuras y karst	Formación de cuñas y bloques; karstificación	3	Capacidad portante alta, asientos inexistentes o moderados. Cimentaciones superficiales. Caída de bloques. Posible karstificación	1H:1V	
	J3	Caliza microcristalina masiva y calizas bien estratificadas	Roca	Permeabilidad baja. Nivel freático indeterminado, en general profundo.	Formación de cuñas y bloques; karstificación	2	Capacidad portante alta, asientos inexistentes o moderados. Cimentaciones superficiales. Ligera karstificación	H:1V	
	J4	Alternancia de margas y calizas , con niveles de, margocalizas y calizas bioclásticas fosilíferas	Suelo con intercalaciones rocosas		Formación de cuñas y bloques	1	Caída de bloques de caliza por socavación de la marga.Baja capacidad portante si está alterada	3H:2V	
	J5	En la base lutitas anaranjadas con niveles de conglomerados y areniscas. En el techo niveles de calizas y margas con lutitas (Purbeck Inferior)	Suelo con intercalaciones rocosas		Suelos blandos en zonas de alteración	1	Capacidad portante media a baja, que mejora en los tramos con intercalaciones de areniscas, conglomerados y calizas	3H:2V	
Cretácico	Inferior	C1	Areniscas y conglomerados (Purbeck)	Suelo con intercalaciones rocosas	Nivel freático asociado a capas granulares	Erosión diferencial en desmontes con descalces de los niveles duros.	1	Capacidad portante media a baja. Asientos diferenciales.	3H:2V
		C2	Arcillas, lutitas, areniscas, conglomerados y margas con ostreidos (Purbeck)	Suelo con intercalaciones rocosas		Reptaciones y solifluxiones	2	Capacidad portante media a baja. Mejora en los tramos con intercalaciones de areniscas, conglomerados y calizas	3H:2V
		C3	Areniscas y conglomerados con intercalaciones arcillosas calcáreas (Weald)	Roca	Permeabilidad media. Drenaje aceptable	Reptaciones y solifluxiones	2	Capacidad portante media a baja. Reptaciones y solifluxiones	3H:2V
		C4	Lutitas rojas y verdes con niveles de areniscas (Weald)	Suelo con intercalaciones rocosas		Reptaciones y solifluxiones	2	Capacidad portante media a baja. Mejora en los tramos con intercalaciones de areniscas, conglomerados y calizas	3H:2V
		C5	Conglomerados y areniscas pardo rojizas con niveles de lutitas grises grises y rojas a techo	Suelo con intercalaciones rocosas		Reptaciones y solifluxiones. Expansividad	2	Capacidad portante media a baja. Mejora en los tramos con intercalaciones de areniscas, conglomerados y calizas	3H:2V
	Sup.	C6	Conglomerados, areniscas, lutitas y arenas. Facies Utrillas	Suelo	Permeabilidad media o localmente elevada.	Problemática excavación en túnel, saturada en agua y poco cohesiva: fluidificación	1	Capacidad portante baja a media.	3H:2V
Cuaternario	QAL	Aluviales recientes: Arcillas, limos, arenas y gravas redondeadas	Suelo	Nivel piezométrico superficial. Permeable. Drenaje aceptable-deficiente	Su estabilidad en desmonte dependerá de su granulometría, cohesión y saturación en agua. Nivel freático somero, y suelos blandos, afectando a rellenos y viaductos	3	Capacidad portante baja. Asientos inadmisibles en cimentación superficial	3H:2V	
	QCL	Coluviales: Arcillas y limos con algo de arena y grava subangulosa	Suelo	Nivel freático indeterminado, en general profundo.	Inestables en desmonte. Nivel freático somero, y suelos blandos, afectando a rellenos y viaductos	2	Capacidad portante media a baja. Puede sufrir asientos	3H:2V	
	QCDY	Conos de deyección: arenas, lutitas y cantos	Suelo	Nivel freático indeterminado, en general profundo.	Nivel freático somero y suelos blandos, afectando a rellenos y viaductos	2	Capacidad portante baja. Puede sufrir asientos	3H:2V	
	QTZ	Terrazas: Gravas redondeadas en matriz areno-arcillosa	Suelo	Nivel piezométrico superficial. Permeable. Drenaje aceptable-deficiente	Nivel freático somero y suelos blandos, afectando a rellenos y viaductos	1	Capacidad portante media a baja. Puede sufrir asientos	3H:2V	
	QFV	Rellenos de fondo de vaguada: limos arcillosos y arenosos	Suelo	Nivel piezométrico superficial. Permeable. Drenaje aceptable-deficiente	Nivel freático somero, afectando a rellenos y viaductos	1	Capacidad portante media a baja. Puede sufrir asientos	3H:2V	
	QRE	Cuaternario antrópico: rellenos, vertidos y canteras	Suelo	Nivel piezométrico superficial. Permeable. Drenaje aceptable-deficiente	Posibles asientos diferenciales	1	Capacidad portante media a baja. Puede sufrir asientos	3H:2V	

En cuanto a los **túneles**, la mitigación de los riesgos geológicos se consigue mediante la aplicación de medidas de diseño, y la puesta en marcha de tratamientos de diversa tipología, complicada ejecución y elevado coste económico. Se resumen a continuación las medidas a adoptar en los túneles, que se analizan detalladamente en el Anejo 12 “Túneles”.

- **Método constructivo:** Los túneles definidos están conformados por tramos en falso túnel y tramos excavados en mina.
- **Sostenimiento.** se proponen los siguientes sostenimientos tipo:

SECCIONES TIPO DE SOSTENIMIENTO								
SECCION TIPO	CALIDAD GEOTÉCNICA	RANGO APROXIMADO Q BARTON	RANGO APROXIMADO RMR	LONGITUD DE PASE	ESPESOR GUNITA	FIBRAS DE ACERO	CERCHA	BULONES
ST-I	FAVORABLE	Q > 2	RMR > 50	3,5 m	10 cm HMP-30	40 Kg/m ³		SWELLEX O SIMILAR 24 T 4 m de longitud en malla 1,75 m x 1,75 m
ST-II	MEDIA	2 > Q > 0,2	50 > RMR > 30	1,5 m	18 cm HMP-30	40 Kg/m ³	TH-29 a 1,5 m	
ST-III	DESFAVORABLE	Q < 0,2	RMR < 30	1,0 m	25 cm HMP-30	40 Kg/m ³	HEB-180 a 1,0 m	
ST-IV	EMBOQUILLES Y ZONAS SINGULARES			0,5 m	30 cm HMP-30	40 Kg/m ³	HEB-180 a 0,5 m	Paraguas de micropilotes de refuerzo: Øexc. 150 mm, Øext. tubo 114,3 mm, espesor 10 mm. Longitud 9 m, solape 3 m, espaciado entre tubo 30 cm. Bulones de fibra de vidrio en el frente. Malla 1,75 x 1,75 m, longitud 9, solape 3 m Sellado del frente 10 cm de HMP-30. Machón central.

- **Revestimiento:** Se propone un espesor de revestimiento de 30 cm de HM-30 reforzado con 2 kg de fibra de polipropileno por cada m³ de hormigón como medida de protección contra el fuego.
- **Tratamientos especiales:** Los tratamientos especiales se usan de forma puntual, con objeto de atravesar zonas muy concretas de terreno:
 - Paraguas de micropilotes
 - Gunita sobre-acelerada
 - Machón central
 - Bulones de fibra de vidrio.
- **Impermeabilización y drenaje:** Para proteger el revestimiento de la acción de las aguas subterráneas, y para evitar posibles goteos sobre la plataforma, así como aliviar las presiones intersticiales sobre aquel, se considera conveniente la impermeabilización completa de los túneles. El sistema que se considera más eficaz está constituido por una lámina porosa de protección, situada en contacto con el sostenimiento, lámina de tipo geotextil, y otra lámina de impermeabilización propiamente dicha colocada a continuación, ésta de tipo sintético (P.V.C. o P.E.).

Según todo lo expuesto, cabe destacar que la **fragilidad** de los trazados planteados es BAJA, ya que el diseño de todos sus elementos, y en especial de los túneles, estructuras y taludes, ha tenido en cuenta la minimización de los riesgos geológicos identificados.

Por otro lado, el **grado de exposición** de las distintas alternativas es MEDIO, puesto que todas ellas atraviesan zonas de riesgo alto en menos de un 20% de su longitud.

Finalmente, la **vulnerabilidad del proyecto** se considera BAJA, por la combinación de estos dos factores, tal como se recoge en la tabla siguiente.

VULNERABILIDAD DEL PROYECTO	GRADO DE EXPOSICIÓN		
	ALTO	MEDIO	BAJO
FRAGILIDAD	ALTA	ALTO	MEDIO
	MEDIA	ALTO	BAJO
	BAJA	MEDIO	BAJO
	NULA	NULA	NULA

6.4.3. Análisis de impactos sobre el medio ambiente y el medio social

Dado que el nivel de riesgo se ha valorado como BAJO en la mayoría del trazado y MEDIO y ALTO en zonas puntuales, y que la vulnerabilidad del proyecto es BAJA frente a estos fenómenos, en virtud de su correcto diseño, el riesgo es asumible, no produciéndose impactos significativos.

6.4.4. Definición de medidas adicionales

Puesto que no se espera la generación de impactos significativos derivados de riesgos geológico-geotécnicos en la zona de actuación, no es preciso establecer medidas adicionales más allá del correcto diseño de la infraestructura en los proyectos constructivos, considerando las zonas de riesgo geológico identificadas.

6.5. RIESGOS DE METEOROLÓGICOS

Dentro de los riesgos meteorológicos, se contemplan las amenazas que sobre el proyecto pueden tener los siguientes fenómenos:

- Lluvias torrenciales
- Oleaje

Las zonas de riesgo meteorológico son aquellas en las que existen datos obtenidos de organismos oficiales (AEMET), y registros locales en los últimos años, relacionados con sucesos como la “gota fría”, “ciclogénesis explosivas” y otros fenómenos meteorológicos con carácter catastrófico.

6.5.1. Lluvias torrenciales

El ámbito de estudio no se corresponde con ninguna de las zonas de la Península en las que se producen de manera frecuente lluvias torrenciales. No obstante, la zona tiene la peculiaridad de

poder presentar un fenómeno de acción sinérgica entre lluvias intensas y el deshielo procedente de Alto Campoo.

En cualquier caso, la amenaza generada por lluvias torrenciales se asocia a las zonas inundables identificadas en apartados anteriores, por lo que, la vulnerabilidad y los potenciales impactos serán equivalentes a los ya evaluados.

6.5.2. Oleaje

Estos eventos están ligados a zonas costeras, por lo que no son objeto de análisis en este proyecto, aunque parte del trazado atraviesa el dominio marítimo terrestre (río Urumea).

7. INCORPORACIÓN DE LA VALORACIÓN DE RIESGOS AL ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS

Del análisis realizado en el presente documento se deriva lo siguiente.

RIESGOS DERIVADOS DE ACCIDENTES GRAVES

- Con respecto a los **accidentes graves en la fase de obras** el nivel de riesgo es ALTO, MEDIO o BAJO, pero la vulnerabilidad del proyecto es NULA para todas las alternativas de trazado, por lo que el riesgo es asumible, no produciéndose impactos significativos.
- En cuanto a la **fase de explotación**, cabe destacar que el tráfico futuro de la LAV Nogales de Pisuerga – Reinoso es exclusivo de viajeros, habiéndose previsto circulaciones de mercancías únicamente por el by-pass de Aguilar, por lo que el riesgo de ocurrencia de un accidente en fase de explotación con sustancias peligrosas se encuentra ligado únicamente a las alternativas del Ámbito 1, en el que el nivel de riesgo es BAJO, y la vulnerabilidad del proyecto es NULA, por lo que el riesgo es asumible.
- En lo relativo a accidentes causados en fase de explotación por **instalaciones SEVESO**, cabe indicar que ninguna de las alternativas atraviesa zonas de incidencia de estas instalaciones, ya que todas ellas se encuentran a más de cinco kilómetros de distancia de los trazados planteados.

RIESGOS DERIVADOS DE CATÁSTROFES

- Los **efectos ambientales derivados de la vulnerabilidad del proyecto frente a fenómenos sísmicos, inundaciones, incendios forestales, riesgos geológico-geotécnicos y catástrofes meteorológicas**, no se consideran significativos, por lo que no se ha llevado a cabo su valoración.

CONCLUSIONES PARA EL ANÁLISIS MULTICRITERIO

- En caso de materializarse alguno de los riesgos identificados, los daños que provoquen sobre la infraestructura no dan lugar, en ningún caso, a impactos significativos sobre el medio ambiente.