

Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Autovía A-52. Tramo: O Porriño - Vigo. Provincia de Pontevedra.

Anexo IX. Estudio de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes

Índice

1.	Introducción	1	6.	Conclusiones	17
2.	Definiciones.....	1			
3.	Metodología.....	2			
4.	Identificación de riesgos.....	3			
4.1.	Amenazas externas	3			
4.1.1.	Riesgo de inundación	3			
4.1.2.	Riesgos por tormentas eléctricas	5			
4.1.3.	Riesgos de precipitaciones intensas	5			
4.1.4.	Riesgos ligados a procesos geodinámicos internos	6			
4.1.5.	Riesgos ligados a procesos geomorfológicos.....	7			
4.1.6.	Riesgos ligados a la litología de los materiales	8			
4.1.7.	Riesgos erosivos	9			
4.1.8.	Evaluación de riesgos derivados de las amenazas externas.....	11			
4.2.	Amenazas internas	12			
4.2.1.	Riesgo de incendios forestales.....	12			
4.2.2.	Riesgo de vertido de contaminantes.....	15			
4.2.3.	Evaluación de riesgos asociados a las amenazas internas	16			
5.	Gestión del riesgo	16			

1. Introducción

El artículo 35 del texto consolidado de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, establece en su apartado d) la obligatoriedad de incluir un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra c) del mismo artículo, derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.

El presente documento responde a dicha exigencia analizándose la vulnerabilidad del proyecto, entendiéndose por vulnerabilidad lo siguiente:

"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 un accidente grave o una catástrofe"

"Propensión o predisposición a resultar afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una serie de elementos que incluyen la sensibilidad, o susceptibilidad al daño, y la falta de capacidad para hacer frente a o adaptarse a los daños"

El presente estudio tiene como objeto el desarrollo del análisis de los posibles efectos significativos del proyecto sobre el medio ambiente derivados de accidentes graves o catástrofes.

En el estudio de impacto ambiental se incluye una descripción detallada del proyecto y de las alternativas, razón por la que se obvia su repetición en este documento.

2. 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.

De acuerdo con el texto consolidado de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, se entiende por riesgo a la combinación de la probabilidad de que se desencadene un determinado fenómeno o suceso, junto a las consecuencias de su propia naturaleza o intensidad y la vulnerabilidad de los elementos expuestos que podrían producir efectos perjudiciales en el medio ambiente en caso de ocurrencia.

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, 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 de este, 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 análisis conceptual del análisis del riesgo se desarrolla en el apartado siguiente.

3. Metodología

Se analizará la vulnerabilidad del proyecto en su conjunto frente a accidentes graves o catástrofes. Para dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ley 9/2018, se realizará una evaluación de las posibles amenazas tanto de origen externo (catástrofes) como de origen interno (accidentes graves). Para ello se han seguido los siguientes pasos:

1. Identificación de las amenazas potenciales (internas y externas).
2. Evaluación preliminar de si las amenazas identificadas desencadenan en catástrofes o accidentes graves.
3. Análisis, en su caso, de los efectos adversos sobre los factores ambientales que puedan causar las catástrofes o accidentes graves identificados en la fase anterior.

Se determinará el riesgo o probabilidad de ocurrencia de que dichas amenazas puedan desencadenar una catástrofe en el sentido que marca la Ley 9/2018 y recogido en el apartado de definiciones. En este caso, se procederá a realizar un análisis cualitativo, si bien éste estará basado en datos estadísticos representativos y otros análisis de riesgos realizados en el EsIA y/o por organismos oficiales. Si de este análisis se concluye que alguna de las amenazas externas puede dar lugar a una catástrofe, se evaluarán los efectos adversos de la misma sobre los factores ambientales enumerados en la letra c) del Art 35.1 de la Ley 9/2018.

Cabe señalar que los sucesos accidentales no son en ningún caso actividades propias del proyecto conjunto propuesto y, por lo tanto, en circunstancias normales de operación no ocurrirán. Los sucesos accidentales tienen una probabilidad de ocurrencia asociada, de forma que para su valoración se considera más apropiado hablar de riesgos ambientales (y sus efectos/consecuencias potenciales) y la metodología más adecuada para su evaluación sería un enfoque de análisis de riesgos ambientales, que se centra en establecer el nivel de riesgo del "peor escenario posible" de entre los sucesos accidentales.

El objetivo principal del enfoque de análisis de riesgos ambientales durante la fase de planificación de un proyecto es reducir mediante la implementación de medidas preventivas y correctoras el nivel de riesgo identificado a niveles aceptables, lo que supone reducir el nivel de riesgo al más bajo como razonablemente sea posible.

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

Grado de exposición: longitud del tramo que atraviesa las diferentes zonas de riesgo. Se clasificará de acuerdo con 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: determinada a partir de los elementos vulnerables presentes en las zonas identificadas. Los niveles de fragilidad oscilarán entre nula y alta, 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:

VULNERABILIDAD DEL PROYECTO		GRADO DE EXPOSICION		
		ALTA	MEDIA	BAJA
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.

- Viaductos
- Estructuras
- Terraplenes/desmontes (en función de su altura y pendiente)
- Depósitos de sobrantes de tierras

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)

El riesgo se define como:

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Magnitud}$$

Para valorar el riesgo se emplea la siguiente escala, que relaciona la severidad con la probabilidad de afección:

		PROBABILIDAD AFECTACIÓN				
		Muy improbable 1	Improbable 2	Posible 3	Probable 4	Muy probable 5
SEVERIDAD AFECTACIÓN	Inexistente 0	0	0	0	0	0
	Reducida 1	1	2	3	4	5
	Moderada baja 2	2	4	6	8	10
	Moderada alta 3	3	6	9	12	15
	Notable 4	4	8	12	16	20
	Importante 5	5	10	15	20	25
		Riesgo despreciable <8	Riesgo bajo 8-9	Riesgo medio 10-11	Riesgo alto 12-16	Riesgo muy alto >16

4. Identificación de riesgos

4.1. Amenazas externas

Se pueden presentar elementos perturbadores como son los fenómenos naturales en el área de influencia, los cuales podrían llegar a generar emergencias. Los riesgos naturales, potencialmente incrementados por el cambio climático, estarían asociados a eventos meteorológicos extremos tales como lluvias torrenciales, que pueden desencadenar inundaciones o incomunicación de otro tipo de infraestructuras presentes en la zona o desprendimientos, rayos, que pueden provocar incendios o derrumbamientos, y otros.

Otros tipos de accidentes o catástrofes debidos a agentes externos, tales como caídas de aeronaves, sabotajes o atentados terroristas no se han tenido en cuenta en el análisis por considerarse fuera del alcance de este estudio en base a la redacción del texto de la Ley 9/2018.

A continuación, se analizan y evalúan de forma cualitativa los peligros y amenazas de carácter externo y natural que se considera que podrían llegar a afectar a la zona del emplazamiento del proyecto, en caso de producirse.

4.1.1. Riesgo de inundación

Se denomina inundación la sumersión temporal de terrenos normalmente secos, como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que es habitual en una zona determinada.

- Inundaciones por precipitaciones "in situ". En la zona de estudio se da en aquellas zonas donde la presencia de materiales poco permeables aparece de manera superficial, en combinación con una escasa pendiente.
- Inundaciones por escorrentía, avenida o desbordamiento de cauces. En la zona de estudio se han registrado algunas situaciones de desbordamiento y fenómenos de erosión activa, principalmente asociado a los cauces del Louro y Perral.

Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Autovía A-52. Tramo: O Porriño - Vigo. Provincia de Pontevedra.

Dada la alta precipitación es frecuente la presencia de zonas encharcables, que se originan en áreas de escaso relieve donde afloran materiales arcillosos, y donde se combina la falta de escorrentía superficial con la impermeabilidad del terreno. Estos encharcamientos se pueden ver potenciados por la obstrucción ejercida por la acción antrópica, como son las infraestructuras hidráulicas (canales, encauzamientos, muros) y de comunicación existentes en la zona.

El trazado de las alternativas atraviesa numerosos cursos de agua estacionarios y permanentes. Dentro del ámbito de estudio, en el río Louro y en el rego Perral se identifican zonas inundables. También se encuentra otra zona inundable asociada al río Lagares, pero ésta se encuentra a una distancia de unos 530 m del enlace de Baruxáns.

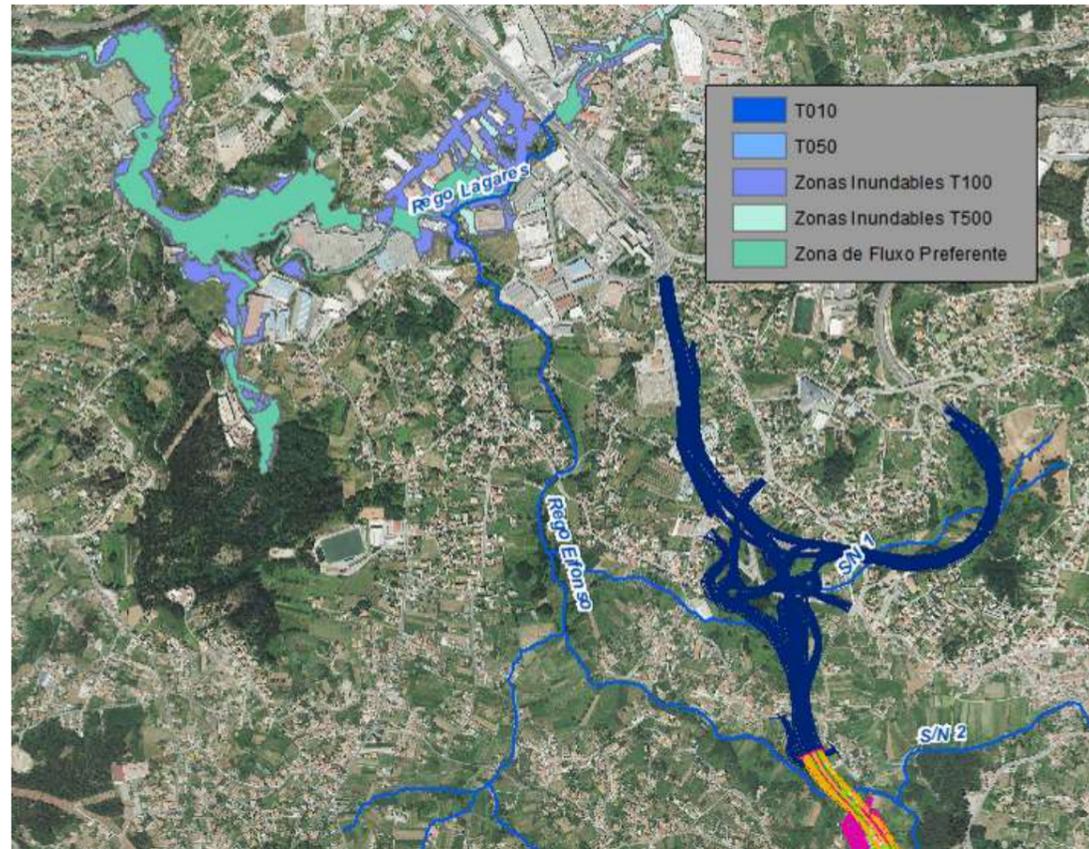


Figura 2: Zonas inundables en el entorno del río Lagares. Fuente: MITERD.

Fuera de estas zonas, dada la alta precipitación existente en todo el ámbito de estudio, es frecuente la presencia de zonas encharcables que se originan en zonas de escasa topografía donde afloran materiales arcillosos, donde se combina la falta de escorrentía superficial con la impermeabilidad del terreno.

Estos encharcamientos se pueden ver potenciados por la obstrucción ejercida por la acción antrópica sobre el medio, como son las infraestructuras hidráulicas (canales, encauzamientos, muros) y de comunicación existentes en la zona.

La presencia de la carretera puede dar lugar a un aumento del riesgo de inundación, por el efecto barrera de sus taludes cuando discurre en terraplén, o por una reducción en la capacidad de desagüe natural de los cauces en las obras de drenaje previstas.

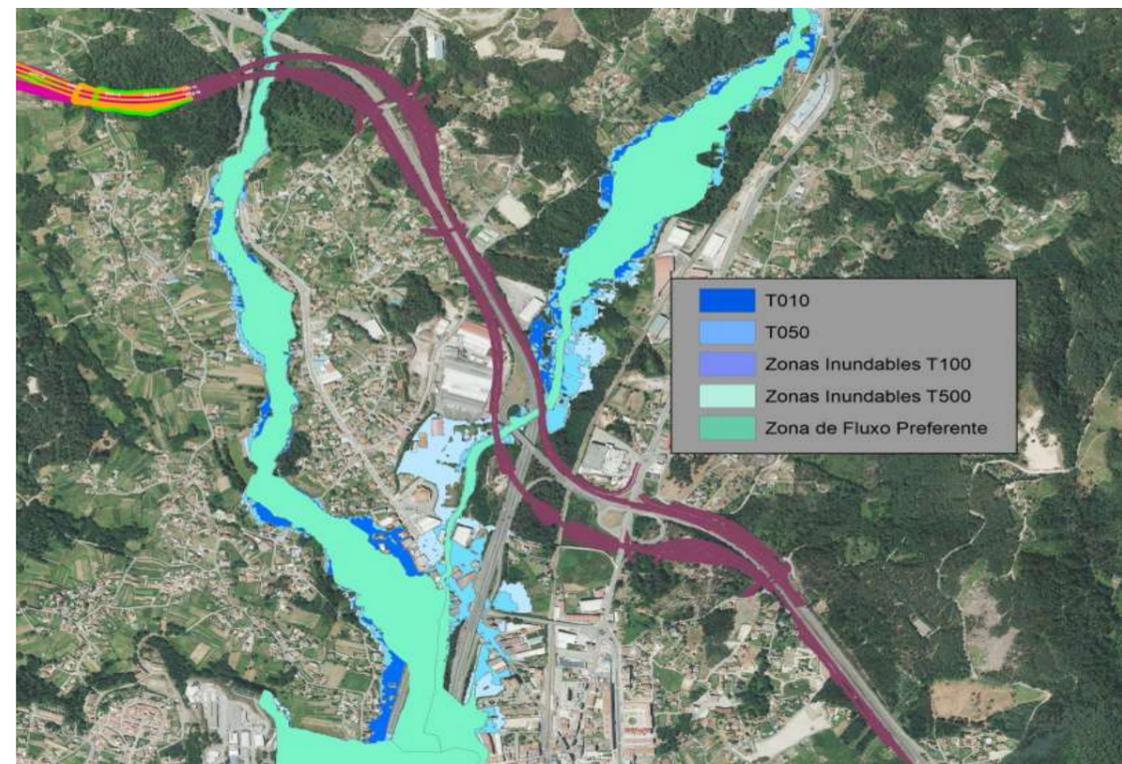


Figura 1: Zonas inundables en torno al río Louro. Fuente: MITERD.

El área de inundación del río Lagares está próxima al ámbito de estudio, pero no aparece afectada por el trazado del enlace de Baruxáns:

Solo es un efecto significativo cuando se cruzan zonas potencialmente inundables, donde estas modificaciones pueden alterar la situación preoperacional.

Analizada la cartografía nacional de zonas inundables, y en concreto los mapas de riesgo de inundación fluvial con periodo de retorno de 500 años, existen únicamente dos zonas cruzadas por las alternativas, ambas en su zona común, en los ramales de Porriño:

Zonas con riesgo de inundación			
Alternativa	Zona	Tramo	Tipo de paso
Todas	Río Louro	Ramal izdo. 1+640	Viaducto
		Ramal dcho. 0+380	Viaducto
	Rego Perral	Ramal izdo. 0+220	Viaducto
		Ramal dcho. 1+300	Viaducto

El adecuado diseño de las estructuras y de los sistemas de drenaje transversal garantiza que no se produzcan impactos respecto a este factor. Como norma general, es conveniente sobredimensionar estos drenajes, de forma que se minimicen los riesgos de inundación y sirvan, además, como pasos para la fauna, al coincidir con zonas naturales para los movimientos de la misma. Todas estas cuestiones son relativas al diseño básico del trazado y han sido tenidas en cuenta en los correspondientes anejos, con lo cual no es previsible un incremento del riesgo de inundabilidad con respecto a la situación preoperacional, salvo por la eliminación de la vegetación de los márgenes de los cauces mencionados, que fija las riberas evitando desbordamientos.

Durante la fase de explotación, pueden aumentar los riesgos de inundación a consecuencia de la obstrucción de las obras de drenaje. Para ello, es importante que se incluya la revisión de estos elementos en la conservación y mantenimiento de la vía.

Las dos zonas inundables existentes, el río Louro y el rego Perral, se cruzan en viaducto, por lo que el impacto residual será mínimo, limitado a la presencia de las pilas de los viaductos. Por ello, el riesgo se considera moderado, con una magnitud muy baja, y similar en las tres alternativas.

4.1.2. Riesgos por tormentas eléctricas

En España, según las normativas de medición legales y técnicas existentes (CTE, Documento básico DB-SUA8 y UNE-21186), la media está en torno a 2 rayos por km²/año, es decir en torno a un millón de rayos al año. En la zona del proyecto el valor se sitúa en 1,5 (densidad de impactos sobre el terreno, nº impactos/año, km²), por lo que la probabilidad de ocurrencia baja es menor que la media. Se adjunta el mapa de densidad de impactos que aporta el Código Técnico de Edificación (CTE, R.D. 314/2006).

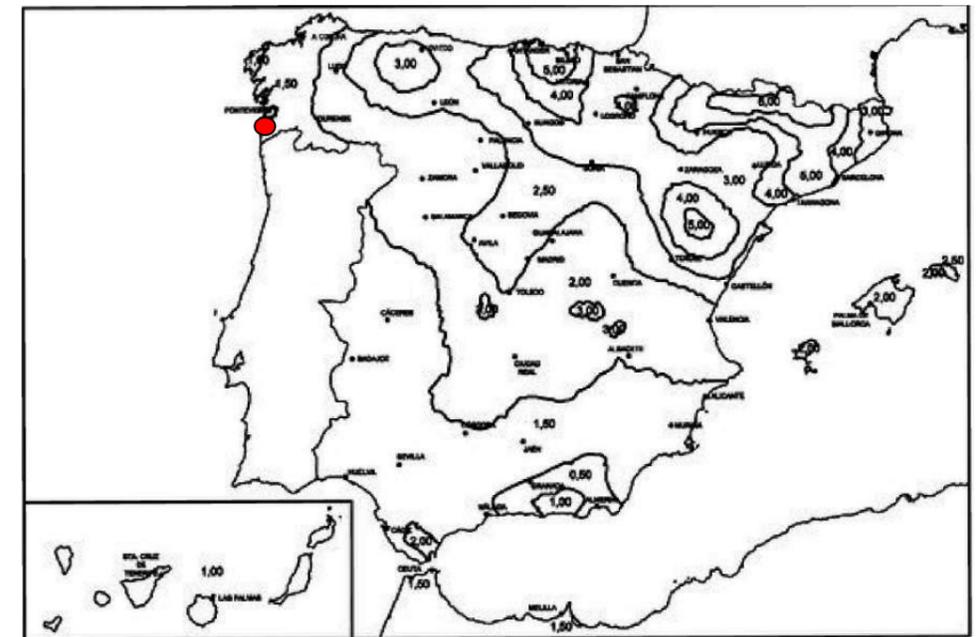


Figura 3: Mapa de densidad de impactos que aporta el Código Técnico de Edificación (R.D.314/2006).

4.1.3. Riesgos de precipitaciones intensas

Las precipitaciones intensas, de agua o nieve, con valores muy superiores a lo habitual, suponen un factor de riesgo importante. En la zona de estudio la mayor parte de las precipitaciones se dan en forma de lluvia, presentado valores anuales de los más altos de toda Europa.

Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Autovía A-52. Tramo: O Porriño - Vigo. Provincia de Pontevedra.

Precipitación media anual		
Código	Nombre de la estación	Precipitación
1495	Vigo (Peinador)	1.855,5 mm
1723	Ponteareas Canedo	1.530,7 mm
1726	Paramos (Guillarei)	1.639,3 mm
1728	Porriño (Granxa do Louro)	1.782,2 mm

Tabla 1: Precipitación media mensual

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL	
1495	VIGO (PEINADOR)	253,5	207,8	180,5	145,2	130,5	68,7	39,5	46,4	104,4	203,4	220,8	252,0	154,6	1855,5
1723	PONTEAREAS CANEDO	204,4	178,1	147,7	113,8	117,4	54,2	28,2	38,2	94,8	167,5	187,8	216,4	128,4	1530,7
1726	PARAMOS (GUILLAREI)	224,1	173,1	143,7	132,2	119,0	58,6	31,9	36,6	95,0	196,3	197,7	227,5	136,1	1639,3
1728	PORRIÑO (GRANXA DO LOURO)	230,4	219,9	175,5	118,6	125,3	65,2	23,9	37,0	105,1	187,0	202,3	256,4	150,1	1782,2
Media		228,1	194,7	161,9	127,4	123,0	61,6	30,9	39,5	99,8	188,5	202,1	238,0	142,3	1701,9
Máxima		253,5	219,9	180,5	145,2	130,5	68,7	39,5	46,4	105,1	203,4	220,8	256,4	154,6	1855,5

La precipitación máxima en 24 horas se recoge en el siguiente cuadro, en el que se representan los valores máximos mensuales medios. Alcanza su valor más alto (52,4 mm) en el mes de octubre correspondiente a la estación de Páramos - Guillarei (1726).

Tabla 2: Precipitación máxima en 24 h. Medias mensuales

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL	
1495	VIGO (PEINADOR)	49,8	42,8	38,6	33,6	34,5	23,5	16,3	19,3	37,1	50,2	46,2	50,0	36,9	442,8
1723	PONTEAREAS CANEDO	38,5	36,2	30,3	28,8	27,2	20,6	11,7	17,9	33,1	44,2	41,2	41,4	31,0	372,4
1726	PARAMOS (GUILLAREI)	42,8	38,5	31,6	30,1	28,9	19,9	13,7	17,6	35,9	52,4	43,7	44,8	33,3	399,3
1728	PORRIÑO (GRANXA DO LOURO)	47,1	47,2	45,1	35,5	33,7	25,4	11,2	19,2	36,9	50,7	51,7	52,2	38,5	461,4
Media		44,5	41,2	36,4	32,0	31,1	22,4	13,2	18,5	35,7	49,4	45,7	47,1	34,9	419,0
Máxima		49,8	47,2	45,1	35,5	34,5	25,4	16,3	19,3	37,1	52,4	51,7	52,2	38,5	461,4

En términos de valores máximos históricos, la máxima precipitación en 24 horas se produjo en la estación 1728 Porriño - Granxa Do Louro (189,0 mm, correspondientes al mes de octubre).

Tabla 3: Precipitación máxima en 24 h (máximas históricas)

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL	
1495	VIGO (PEINADOR)	121,8	136,5	137,4	88,4	107,4	101,2	48,2	72,4	97,6	171,9	101,6	175,0	49,1	589,1
1723	PONTEAREAS CANEDO	91,2	89,0	90,3	72,2	64,0	91,3	41,3	56,0	120,5	171,2	83,5	150,0	44,2	530,8
1726	PARAMOS (GUILLAREI)	76,8	89,0	100,0	67,3	59,0	57,0	81,8	73,5	100,5	162,0	99,2	93,0	45,9	550,5
1728	PORRIÑO (GRANXA DO LOURO)	90,0	117,0	117,0	82,0	83,0	67,0	52,0	83,0	102,0	189,0	122,0	143,0	51,6	619,0
Media		95,0	107,9	111,2	77,5	78,4	79,1	55,8	71,2	105,2	173,5	101,6	140,3	47,7	572,4
Máxima		121,8	136,5	137,4	88,4	107,4	101,2	81,8	83,0	120,5	189,0	122,0	175,0	51,6	619,0

El número medio de días de lluvia al año oscila entre 154,8 días en la estación 1723 Ponteareas Canedo y 104,9 días en la 1728 Porriño (Granxa do Louro), lo que supone una media del 42,41 % al 28,73 % de días de lluvia al año. Los valores máximos mensuales medios son elevados, pero también la precipitación anual. En consecuencia, la agresividad de la lluvia es baja. Esto quiere decir que las precipitaciones son siempre intensas, pero bastante previsibles, aunque lógicamente en ocasiones se producen máximos extraordinarios. En la fase de construcción unas lluvias intensas pueden afectar al ritmo de las obras, y aumentar el riesgo de accidentes. En la fase de explotación pueden afectar a la seguridad vial, exigiendo una mayor cautela de los conductores. En todo caso, son unas condiciones habituales en la región.

4.1.4. Riesgos ligados a procesos geodinámicos internos

Mediante el mapa de peligrosidad sísmica podemos observar el valor de la aceleración sísmica básica a_b , un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un periodo de retorno de 475 años. Observando que la zona de estudio se encuentra afectada por actividad sísmica.

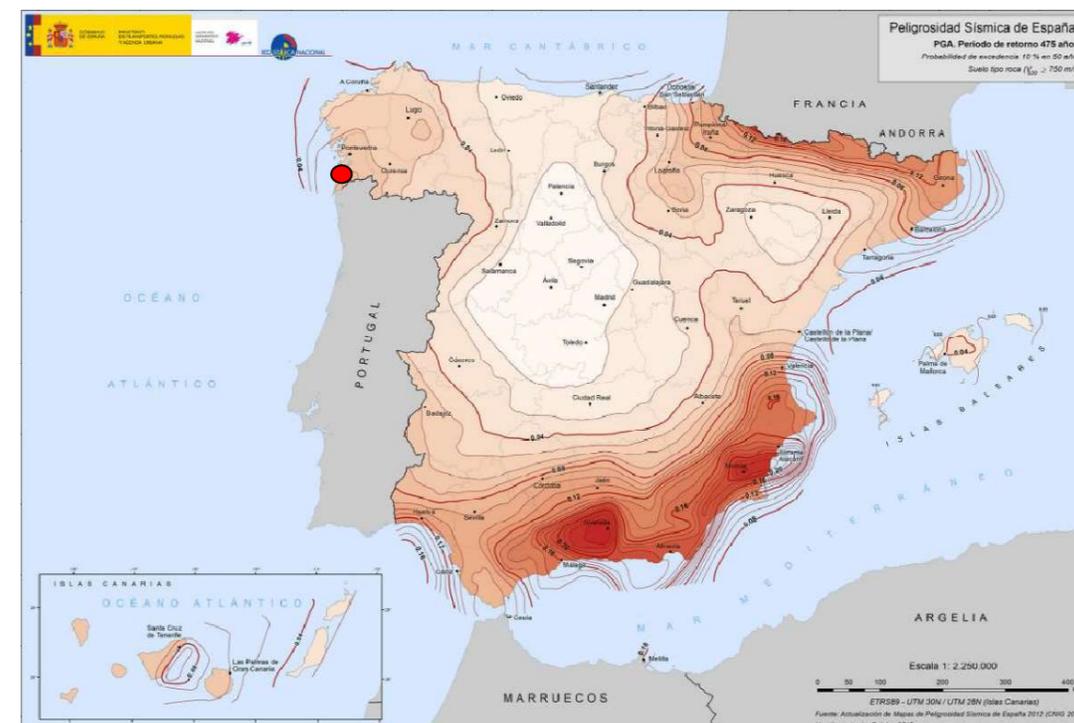


Figura 4: Mapa de peligrosidad sísmica de España 2015 (en valores de aceleración) IGN.

De acuerdo con el Eurocódigo 8 "Proyectos de estructuras sismorresistentes. Parte 1: Reglas generales, acciones sísmicas y reglas para edificación (UNE-EN 1998-1:2018)", la peligrosidad sísmica se define por medio de los siguientes parámetros:

- La aceleración horizontal en terreno tipo A, agR .
- El coeficiente de contribución K , que tiene en cuenta la distinta contribución de la sismicidad de la Península.

El valor de agR y K en un punto P del territorio, se define partir de las coordenadas geodésicas del emplazamiento. Así, para la zona de longitud $-8,7$ a $-8,6^\circ$ y latitud $42,2^\circ$, el valor de agR y K puede tomarse como $0,07$ y $1,0$ respectivamente. En base al documento el valor del parámetro que permite definir el umbral de las zonas de muy baja sismicidad es $agR < 0,04g$, por lo que es necesario considerar las especificaciones de la norma.

Abundando en lo anterior y constatada en la bibliografía existente la ocurrencia de fenómenos sísmicos en Galicia con terremotos como el del 21 de mayo de 1997 de magnitud 5.3 mbLg, resulta oportuno comprobar la validez de los parámetros sísmicos considerados más arriba.

La actividad sísmica reciente en Galicia ha permitido realizar un estudio sobre el estado de esfuerzos y la geometría de las estructuras responsables de esta actividad. Como consecuencia de ello es posible determinar que el modelo sismotectónico de la zona oriental de Galicia se corresponde con una falla inversa de empuje con orientación NE-SO, en su parte más al norte y que en forma de arco se va doblando hasta acabar en su parte más al sur, en dirección NO-SE, siguiendo una traza más o menos paralela a la falla de Vivero.

Esta falla transcurre casi exclusivamente bajo el Manto de Mondoñedo situada a 15 km de profundidad, sin manifestaciones en superficie que permitan su cartografiado.

A partir del conocimiento del estado de esfuerzos deducido y la consideración de la distribución de la sismicidad revisada ha sido posible establecer una zonificación sismogénica del noroeste de la Península Ibérica (Figura 50). En este proceso, además de la sismicidad se ha tenido en cuenta la gravimetría de la zona con objeto de definir mejor esta compartimentación.

La nueva zonificación ha permitido distinguir dentro de Galicia unas zonas más peligrosas que otras, aunque dentro del valor indicado por la normativa.

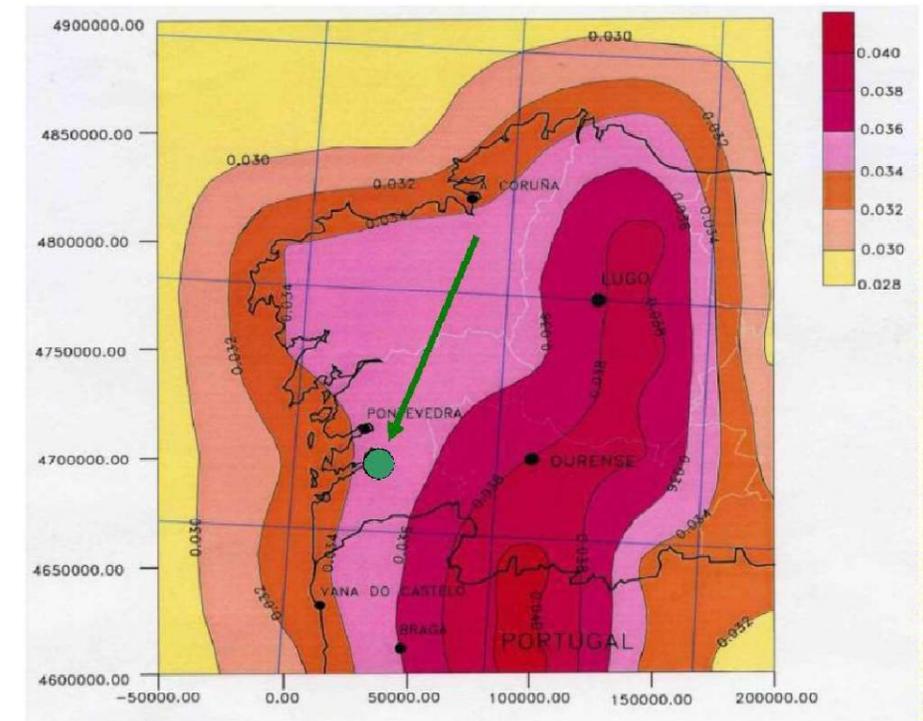


Figura 5: Zonificación sismogénica del noroeste de la Península Ibérica, indicando la aceleración sísmica en unidades de g.

4.1.5. Riesgos ligados a procesos geomorfológicos

Las principales inestabilidades naturales de las laderas de la zona de estudio que se pueden presentar son de tres tipos:

- Deslizamientos rotacionales en formaciones arcillosas y margosas
- Deslizamientos planares en algunas formaciones rocosas por disposición paralela de algún plano de discontinuidad estructural con la orientación de la ladera.
- Desprendimientos en las formaciones rocosas con un fuerte relieve. Este fenómeno puede verse incrementado en aquellas formaciones conformadas por una alternancia de capas competentes e incompetentes.

De acuerdo con la inspección realizada queda de manifiesto que hay tres unidades geológicas-geotécnicas susceptibles de sufrir deslizamientos de ladera en estado natural, únicamente se descarta las unidades cuaternarias aluviales, ya que se encuentran en zonas prácticamente planas, así como los suelos eluviales procedentes de la alteración de los granitos, que también afloran en zonas de baja pendiente.

- Unidad G, Granitos. Son susceptibles de sufrir fenómenos de desprendimiento y deslizamiento a favor de zonas de fracturación. Generando chineos y caída de pequeños bloques. Estos procesos se pueden desarrollar en los desmontes a efectuar en los ramales y tronco antes del rego Perral.
- Unidad P, Gneis. Igual que en el caso anterior, son susceptibles de sufrir fenómenos de pequeños desprendimientos en forma de chineos a favor de zonas de fracturación y/o alteración. Estos materiales afloran en los desmontes de ambos emboquilles, siendo estas zonas las susceptibles de desarrollar estas inestabilidades.
- Unidad suelo eluvial gneis, QPN. Aquellas zonas en las que aflore esta unidad y presenten cierta pendiente son susceptibles de sufrir fenómenos de deslizamiento, tanto a pequeña escala como a gran escala. A ello se le suma la facilidad de erosionarse formando pequeñas cárcavas. Como en el caso anterior, estos materiales aparecen en ambas zonas de emboquille, siendo estas zonas las susceptibles del desarrollo de estas patologías.

A continuación, se presenta un extracto del mapa de movimientos del terreno de España a escala 1:1.000.000 extraído del Visor IGME y en el que se muestran los diferentes tipos de movimientos horizontales ligados a los movimientos gravitacionales, en la zona de estudio, que se asocian a zonas de pendiente donde se ha detectado la presencia de suelos eluviales.

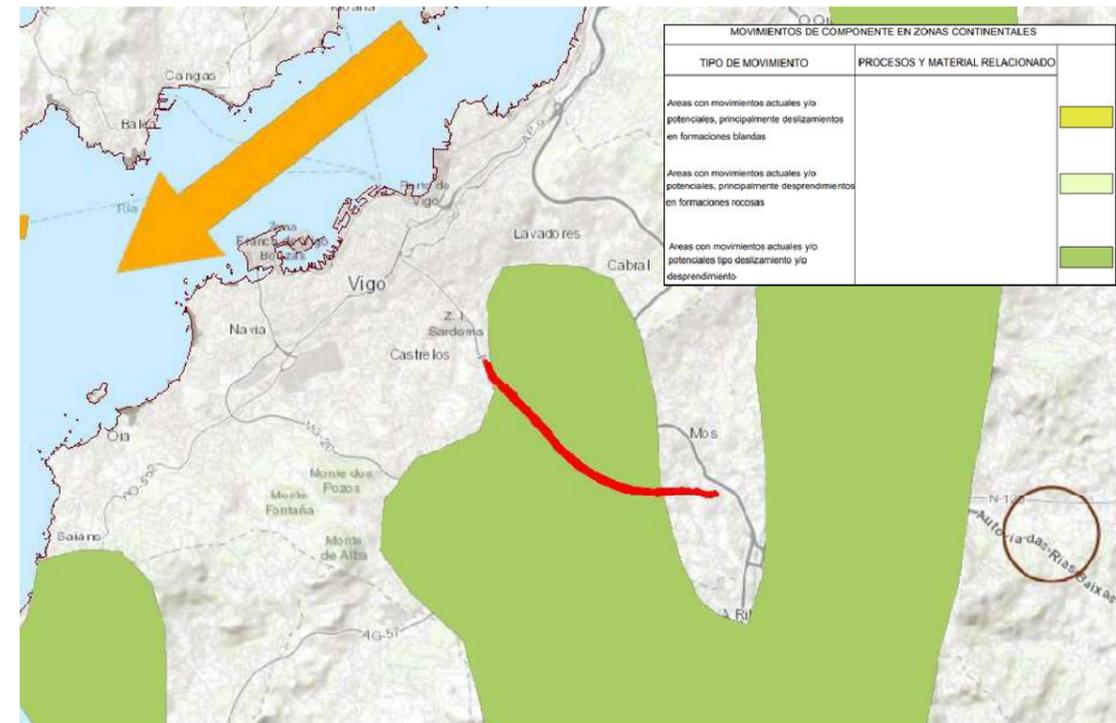


Figura 6: Mapa de movimientos del terreno de España en la zona del trazado. Fuente: Visor InfoIGME.

4.1.6. Riesgos ligados a la litología de los materiales

Los terrenos compresibles están organizados por capas de baja densidad y resistencia que se presentan frecuentemente saturadas, viéndose incrementada su compresibilidad por la presencia de materia orgánica. Los problemas que pueden causar estos tipos de terrenos están relacionados con la elevada deformabilidad que los caracteriza, dado que podrían dar lugar a importantes asentamientos de parte de los rellenos que se les superponen.

En relación con las características litológicas de las unidades y formaciones geológicas presentes en el área de estudio, desde el punto de vista de la compresibilidad de los materiales podemos considerar a las formaciones tipo suelo cuaternarias, en caso de que la fracción fina sea mayoritaria y se encuentre saturada, como es el caso de los depósitos de carácter mixto fluvial Unidad QFV, y las zonas donde aparece los vertidos de relleno antrópico QR.

La agresividad se refiere a la presencia de sustancias agresivas que puedan atacar los materiales con los que se realiza la infraestructura. En una primera aproximación no se ha considerado el riesgo de ataque químico por presencia de sulfatos.

4.1.7. Riegos erosivos

Los procesos de erosión son fenómenos ligados a la dinámica geológica y climática de una zona particular. Estos fenómenos de erosionabilidad están relacionados con las características de los sistemas morfogénéticos y morfoclimáticos en que se encuentran. El clima define la erosividad, mientras que el tipo de terreno condiciona la erosionabilidad. Las causas principales que favorecen la erosión son la pendiente (y el relieve) del terreno, el tipo de terreno y la cubierta vegetal.

- Relieve.** Es el factor que más influye en los procesos erosivos, de manera que serán más fácilmente erosionables las áreas de pendientes longitudinales altas que las que presenten un perfil suave. La erosión crece cuanto mayor es la pendiente y la longitud de la ladera o talud, como consecuencia del incremento de la velocidad y de volumen de la escorrentía superficial. Sus efectos se hacen sentir más en los puntos bajos, ya que aquí se acumula un mayor volumen de escorrentía. En la siguiente figura se puede observar la influencia que tiene el ángulo de las laderas en la erosión:

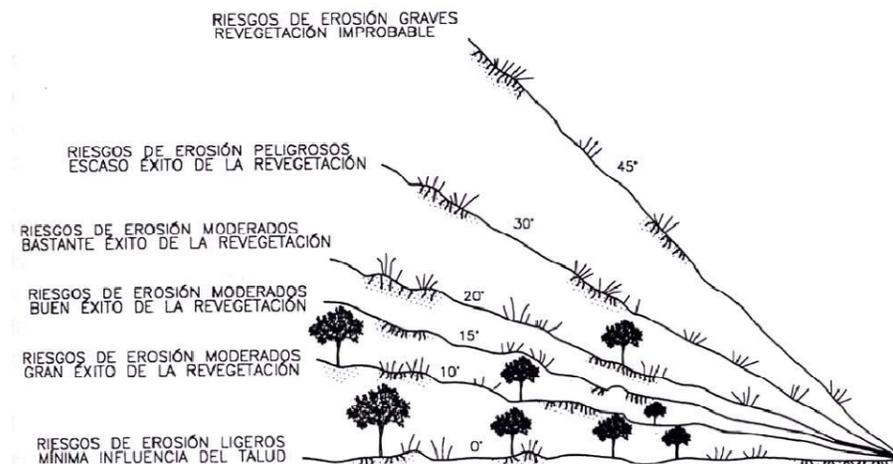


Figura 7: Influencia del ángulo del talud en la erosión (Departamento de Minerales y Energía de Western Australia, 1996).

- Tipo de terreno.** La erosión ataca con más fuerza los materiales sueltos, no consolidados (arcillas, arenas, limos) que los suelos consolidados, cementados o los materiales rocosos. En el caso de formaciones tipo suelo, como las que nos ocupan en este proyecto, la erosionabilidad depende de su textura y estructura, resistencia al corte (los terrenos más blandos y los que contienen mayor porcentaje de humedad son más fácilmente erosionables), la capacidad de infiltración (que condiciona la escorrentía), los componentes orgánicos y minerales del suelo y la proporción de arcilla dispersiva, que hace que el suelo sea muy erosionable. Por ejemplo, a partir de la textura se puede establecer la siguiente clasificación:

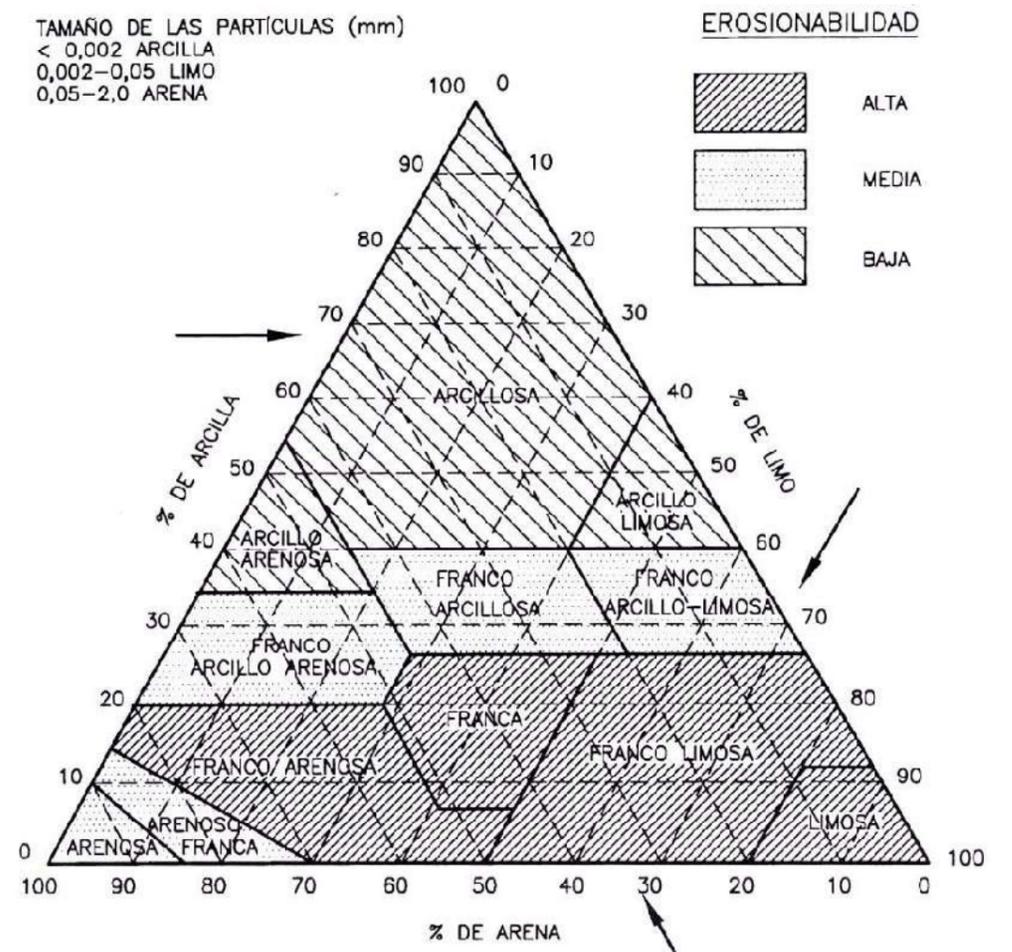


Figura 8: Erosionabilidad suelo en función de la textura (Soc. Americana de Ciencia del Suelo).

Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Autovía A-52. Tramo: O Porriño - Vigo. Provincia de Pontevedra.

- Cubierta vegetal.** La vegetación actúa como una capa protectora o amortiguadora entre la atmósfera y el suelo. Sus componentes aéreos, como hojas y tallos, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en movimiento y del viento, disminuyendo su efecto erosivo.

Para la estimación de los niveles erosivos en el ámbito de referencia se ha empleado el modelo RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*) una revisión realizada por Renard et al. (1991) sobre la ecuación universal de pérdidas de suelo (USLE) establecida por Wischmeyer & Smith (1978). Esta ecuación permite evaluar las pérdidas de suelo por erosión laminar y en regueros mediante la expresión:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

siendo los factores:

- A Pérdidas de suelo (t/ha/año)
- R Índice de erosión pluvial ($J \cdot m^{-2} \cdot cm \cdot hora^{-1}$)
- K Factor de erosionabilidad del suelo ($T \cdot m^2 \cdot hora/ha \cdot J \cdot cm$)
- L S Factor topográfico (m)
- C Factor cultivo (adimensional)
- P Prácticas de conservación (adimensional)

De acuerdo con el Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012, la RUSLE es la mejor metodología existente para la elaboración de cartografía de erosión. El Mapa de Estados Erosivos de España editado por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, clasifica la erosión según las pérdidas de suelo siguiendo la RUSLE y establece las siguientes categorías:

Tabla 4: Estado de erosión por nivel de pérdidas de suelo (Fuente: Mapa de Estados Erosivos)

Estado de erosión	Pérdidas de suelos (t / ha / año)
1	0-5
2	5-12
3	12-25
4	25 -50
5	50-100
6	100-200
7	>200

Según la fuente documental consultada, buena parte del territorio presenta unos valores de erosión altos, con valores situados en torno a 50-100 t/ha/año. En las zonas de la sierra atravesadas en túnel los niveles son moderados, perteneciendo al estado 3 (12 a 25 t/ha/año).

En las zonas de pendiente más suave, los niveles son de erosión ligera, entre 0 y 5 t/ha/año, si bien son tramos escasos.

Destaca una zona, atravesada en el tramo Porriño-Mos con niveles erosivos muy altos, superiores a 200 t/ha/año, si bien se trata de áreas puntuales en el conjunto del ámbito analizado.

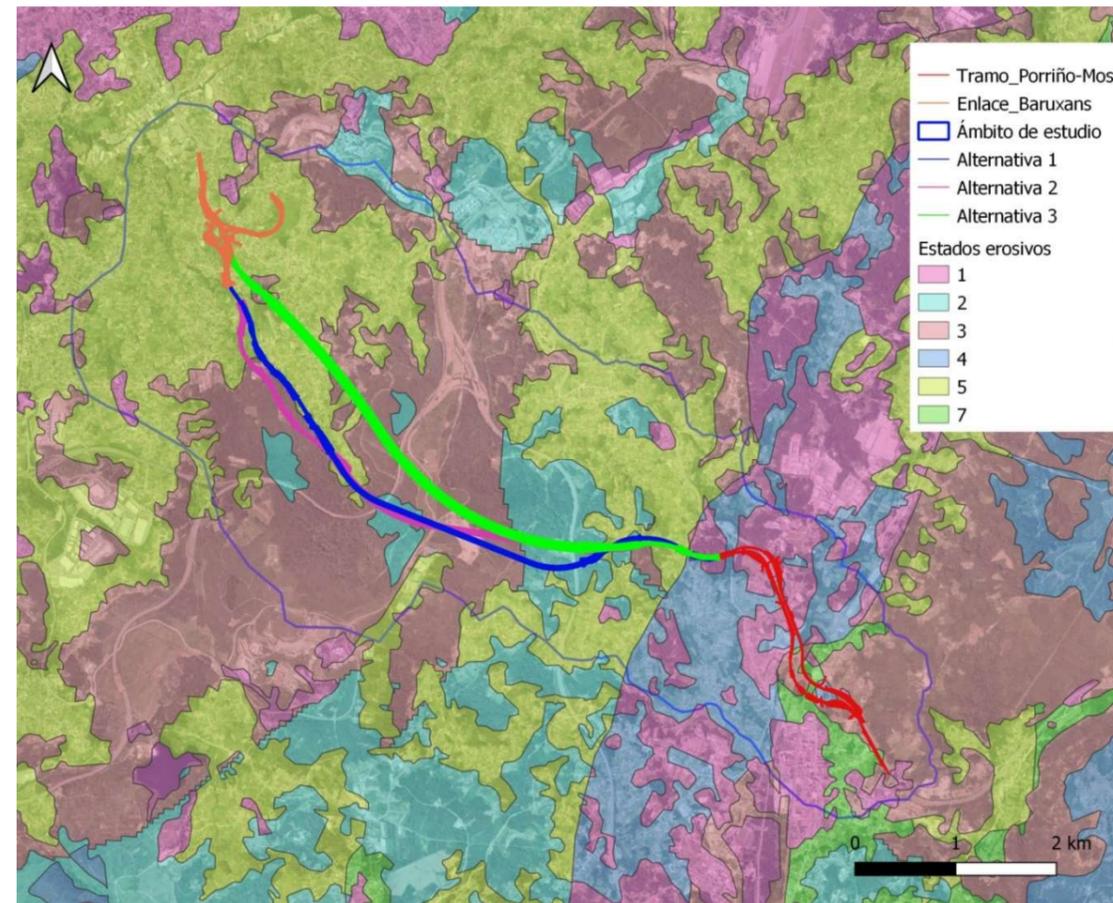


Figura 9: Mapa de estados erosivos. Fuente: MITERD

En el anejo 4 del documento técnico se realiza otra estimación de la erosionabilidad del terreno basada en la clasificación USCS que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5: Estimación de erosionabilidad basada en la clasificación USCS

Símbolo	Descripción del suelo	Erosionabilidad
GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.	Menos erosionables ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos	
SW	Arenas bien graduadas, arenas con gravas, con pocos finos o sin finos.	
GM	Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo	
CH	Arcillas inorgánicas muy plásticas, arcillas grasas.	
CL	Arcillas inorgánicas poco plásticas o de plasticidad media, Arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas poco plásticas	
MH	Limos inorgánicos, con mica o arena fina de diatomeas o suelos limosos.	
SC	Arenas arcillosas, mezcla de arena-arcilla	
SM	Arenas limosas, mezclas de arena-limo	
ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas. Polvo de roca, arenas limosas o arcillosas, Limos arcillosos poco plásticos.	

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, y considerando la climatología y la vegetación existente, los procesos erosivos del área donde se encuadra la zona de estudio son los propios de un clima oceánico y de los litotipos descritos en el apartado de estratigrafía. Por un lado, se produce una erosión física producto del agua de escorrentía que provoca el arranque y transporte de material desde las zonas elevadas a las deprimidas. Este tipo de erosión se hace más patente en aquellas unidades geotécnicas con un comportamiento geotécnico tipo suelo.

Además hay que considerar la existencia de otros tipos de erosión:

- Erosión remontante. Se trata de la erosión activa existente en los regueros erosivos y cárcavas existentes en las laderas dispuestas sobre los materiales de baja permeabilidad (arcillas y limos) que implica una red de drenaje bien jerarquizada. En las zonas en las que están sometidas a erosión remontante se produce un arrastre de materiales que son depositados al pie de las laderas y en las márgenes de los arroyos formando conos de deyección.

- Socavación. Se trata del riesgo de socavación de elementos de infraestructuras o del terreno sobre el que estas se encuentran. Está originado por las corrientes tractivas asociadas a los cursos de agua existentes en la zona de estudio.

4.1.8. Evaluación de riesgos derivados de las amenazas externas

En la siguiente tabla se resumen los principales riesgos, elementos vulnerables del proyecto, y las amenazas y riesgos potenciales.

RIESGOS	ELEMENTOS VULNERABLES DEL PROYECTO	AMENAZA	DAÑO
INUNDACIONES	OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL	SEGÚN ZONAS DE RIESGO	DESTRUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTOS ELEMENTOS
	ESTRUCTURAS		
	TERRAPLENES		
INCENDIOS	LA INFRAESTRUCTURA	SEGÚN ZONAS DE RIESGO	INUTILIZACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN E INSTALACIONES
FENOMENOS SISMICOS	ESTRUCTURAS	SEGÚN ZONAS DE RIESGO Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	DESTRUCCION DE ESTRUCTURA
	LA INFRAESTRUCTURA		DAÑOS GENERALIZADOS EN LA INFRAESTRUCTURA
GEOLOGICOS - GEOTÉCNICOS	TALUDES CON FUERTES PENDIENTES	SEGÚN ZONAS DE RIESGO Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	DESCALCE DE TERRAPLENES, DESPLÓMES DE DESMONTES
	ESTRUCTURAS		ARRASTRES EN VERTEDEROS
METEOROLÓGICOS (NIEVE, VIENTO, LLUVIAS TORRENCIALES, OLEAJE)	TALUDES CON FUERTES PENDIENTES	EN PROYECTOS AFECTADOS POR ESTE FENÓMENO, SEGÚN ZONAS DE RIESGO	DESCALCE DE TERRAPLENES, DESPLÓMES DE DESMONTES
	INSTALACIONES Y SEÑALIZACIÓN		INUTILIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES
	ESTRUCTURAS		DESTRUCCION DE ESTRUCTURAS
	CIRCULACION DE VEHICULOS		ACCIDENTES DE VEHICULOS

Una vez evaluada la probabilidad de ocurrencia y la vulnerabilidad del proyecto, se evalúan los riesgos derivados de las amenazas externas, según se indica en la siguiente tabla.

Evaluación de la vulnerabilidad del proyecto frente a amenazas externas				
Amenaza externa	Probabilidad ocurrencia	Severidad afección	Riesgo	Observaciones
Inundaciones	Improbable	Moderada-alta	Despreciable (6)	Las únicas zonas inundables se cruzan en viaducto, sin ningún riesgo para el proyecto, ni inducido por el mismo.
Tormentas eléctricas	Posible	Reducida	Despreciable (3)	La probabilidad es baja, y además no es un riesgo significativo en carreteras.
Precipitaciones intensas	Probable	Moderada-baja	Bajo (8)	La zona es muy lluviosa, por lo que son previsibles precipitaciones intensas. El mayor riesgo es para el tráfico rodado. La señalización de la carretera informa sobre estos riesgos.
Riesgos sísmicos	Posible	Moderada-alta	Bajo (9)	Se ha tenido en cuenta en el diseño del proyecto, en especial de túneles y estructuras. En todo caso, dada la intensidad potencial de estos fenómenos, siempre existe un cierto riesgo.
Riesgos geológicos	Improbable	Moderada-alta	Despreciable (6)	Se ha tenido en cuenta en el diseño del proyecto, en especial de taludes, túneles, y estructuras.
Riesgos erosivos	Probable	Reducida	Despreciable (5)	Se corrigen mediante la revegetación de los taludes, muy efectiva en este clima, por sus elevadas precipitaciones.

Una vez analizadas las amenazas externas, y considerando las medidas de protección que se incorporan en el proyecto, se deduce que la vulnerabilidad del mismo frente a amenazas externas es muy baja, concluyéndose que ninguna de ellas sería susceptible de dar lugar a una catástrofe, en el sentido establecido en la Ley 9/2018.

4.2. Amenazas internas

Dentro de las amenazas internas se incluyen los sucesos accidentales que podrían producirse durante la construcción y explotación del proyecto, con el fin de detectar si alguno de ellos puede dar lugar a un accidente grave en el sentido de la Ley 9/2018.

4.2.1. Riesgo de incendios forestales

Los incendios forestales constituyen un fenómeno capaz de transformar enormemente las características del medio. Aunque puede ser un riesgo natural, el porcentaje de incendios de este tipo es muy bajo, siendo generalmente, originados por descuidos o de forma intencionada. Según los datos del MITERD acerca de la frecuencia de incendios forestales (periodo 2006-2015), toda la provincia de Pontevedra tiene una alta frecuencia de incendios, de 101 a 500 para el periodo considerado, en su mayor parte con origen antrópico, bien de forma intencionada o por descuidos.

Con independencia de los factores socioeconómicos que inciden en el riesgo de incendio en la zona y que exceden del alcance del presente análisis, el riesgo de incendio y su propagación depende de multitud de factores pero fundamentalmente influyen la existencia de combustible, la cercanía de éste a los focos potenciales (como carreteras o vías de tren), la pendiente, las condiciones climáticas existentes en el momento del incendio y, por supuesto, la accesibilidad de la zona para proceder a las labores de extinción. A partir del estudio de vegetación, pueden diferenciarse varios modelos de combustibles, según la versión de modelos de combustible propuesta por Rothermel.

Grupo pastos

- Prados atlánticos. Los prados atlánticos se catalogan dentro del modelo 1, definido como pasto fino, relativamente seco y bajo que recubre completamente el suelo, en el que pueden aparecer algunas plantas leñosas dispersas que ocupan menos de un tercio de la superficie del suelo. La cantidad de combustible (materia seca) que se genera es de 1 a 2 t/ha. El comportamiento del fuego en el modelo 1 es una propagación rápida a través del pasto, debido a que su grado de inflamabilidad es alto, aunque éste depende de la humedad que contengan las especies herbáceas. Generalmente, los fuegos producidos en los prados son fácilmente extinguidos y no suelen presentar graves problemas en su extinción.

- Cultivos atlánticos. No se encuentran bien encajados en los modelos definidos. Podrían asemejarse al modelo 3. Los cultivos atlánticos suelen presentar un elevado grado de humedad, y por lo tanto no suponen el peligro de los cultivos de secano mediterráneos al presentar un grado de inflamabilidad menor. Presentarán mayor riesgo cuando los restos de la cosecha queden secos, o se abandonen las cosechas. Los fuegos que puedan originarse en estos cultivos son los de mayor intensidad dentro del grupo de pastos, cuando estos se encuentren muy secos. En general los fuegos de pastos no presentan grandes dificultades de extinción, a no ser que las condiciones meteorológicas sean desfavorables.

Grupo matorrales

Los matorrales presentes en la zona se englobarán dentro de los modelos 5 y 6 dependiendo de la densidad de arbolado que presenten. El modelo 5 corresponde a matorral denso y verde, de menos de 1 metro de altura. La cantidad de combustible que se genera va de 5 a 8 t/ha. El fuego se propagará por los combustibles superficiales integrados por la hojarasca, el pasto y otras herbáceas del sotobosque. Los fuegos no suelen ser muy intensos debido a la escasa altura del matorral, y a que las cargas de combustible son ligeras. El modelo 6, similar al 5, presenta especies con mayor inflamabilidad y de mayor porte. La cantidad de combustible generado estará entre 10 y 15 t/ha. Los fuegos serán de mayor intensidad a causa de la mayor cantidad de combustible. Los fuegos originados en los matorrales, aunque se propagan a menor velocidad, presentan una mayor dificultad de extinción que los fuegos de pastos.

Grupo bosques

- Eucaliptales. Debido a la densidad de estas masas se encajarán dentro del modelo 8, para bosques densos sin matorral, con una producción de combustible de 10 a 12 t/ha. Los fuegos se verán favorecidos por la abundancia de hojarasca. Cabe destacar las condiciones de pendiente en las que se encuentran los eucaliptales en las laderas de la sierra, favorecerán su propagación y dificultarán en gran medida su extinción. La propagación del fuego por las altas copas de los eucaliptales dificultará aún más las labores de extinción.
- Masas de pino. Quedarán incluidos dentro de la categoría del modelo 8, con la salvedad de que las especies de pino son más inflamables que los eucaliptos. Los incendios se propagarán más rápido a través de la hojarasca. Constituirán igualmente un problema los incendios propagados en las zonas de mayor pendiente.
- Masas de especies espontáneas. Estas masas pueden incluirse en el modelo 9. Las especies son de inflamabilidad moderada, pero presentarán un sotobosque muy desarrollado. Generan

una cantidad de combustible entre 7 y 9 t/ha. Los incendios se propagarán moderadamente por la hojarasca y el matorral presente, pero la posibilidad de alcanzar las copas es mayor que en las masas anteriores.

En conclusión, las principales zonas de riesgo son los bosques localizados en zonas con pendiente elevada y de difícil acceso. Los bosques densos con facilidad de alcanzar fuego de copas también presentarán un riesgo alto. Generalmente los fuegos originados en pastos y matorrales, dependiendo de la inflamabilidad de las especies, suponen un riesgo menor. Por el contrario, la alta velocidad de propagación del fuego en estas zonas, puede dar lugar a su propagación a zonas de mayor riesgo, donde el control del incendio podría complicarse.

Aunque el modelo de combustible, y las condiciones climáticas, son muy importantes para la generación de incendios forestales, mucho más lo es la acción humana. Buena muestra es que la mayor concentración de incendios en España tiene lugar en la región atlántica, la menos propensa climáticamente a sufrirlos. La zona con mayor concentración de incendios de España es Galicia, que es además la más lluviosa del país. Esto se debe a que la mayoría de incendios en España son intencionados (Vélez, 1990; Ganteaume et al., 2013), con una tasa de incendios provocados en Galicia superior al resto de España.

El riesgo de incendios es un factor que siempre está presente, pudiendo originar impactos severos sobre el medio y críticos en zonas habitadas, por el peligro de pérdida de vidas humanas. Por ello, es necesario adoptar las medidas protectoras oportunas para evitar su generación. Este riesgo viene determinado fundamentalmente por dos aspectos: la estructura y composición de la vegetación, que define la cantidad de combustible, la inflamabilidad, y el poder calorífico del mismo; y los factores de riesgo de inicio de un incendio existentes.

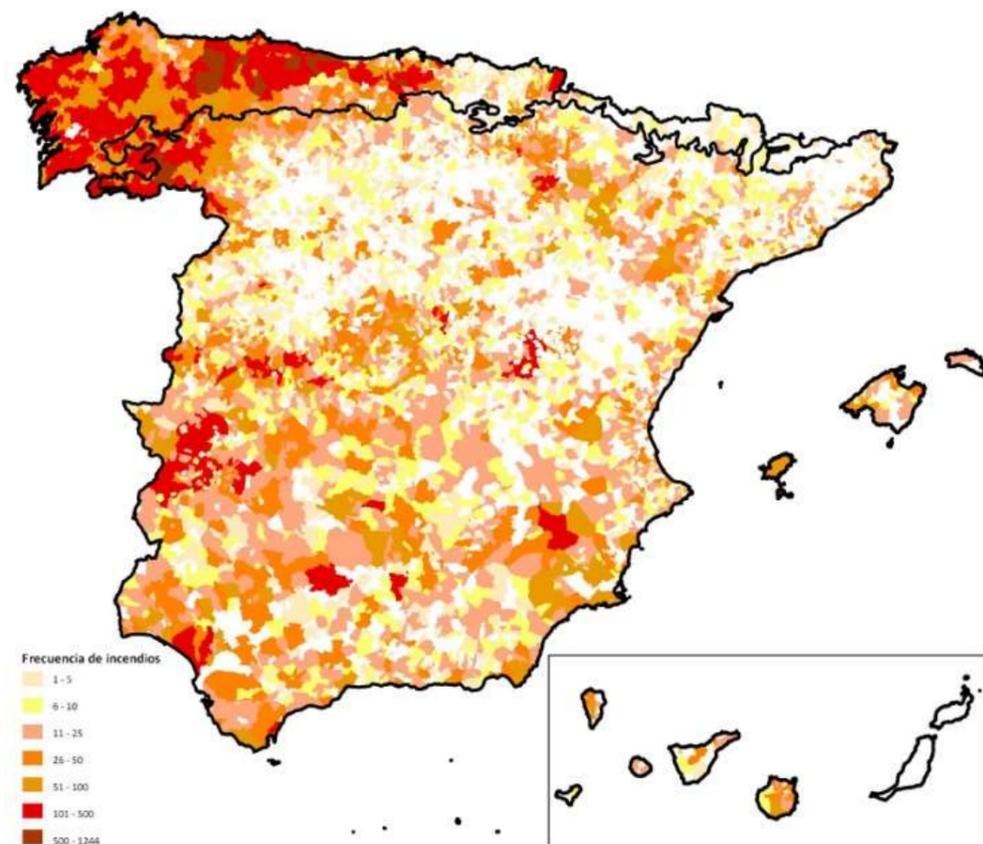


Figura 10: Frecuencia de incendios forestales en España (2006-2015). Fuente: MITECO (2022)

Durante la fase de construcción existen unos riesgos de generación de incendios derivados de la maquinaria y el personal ejecutante de la obra. Pueden generar incendios los siguientes factores: hogueras encendidas por el personal ejecutante de las obras; chispas que salten de la maquinaria empleada; cigarrillos mal apagados; y/o generación de residuos, que como el vidrio, pueden originar la formación de un incendio. Se trata de un efecto, negativo y acumulativo, ya que la aparición de nuevos factores de riesgo se une a los ya existentes, aumentando el riesgo final. Es permanente, irreversible y parcialmente recuperable, adoptando medidas protectoras.

En la fase de explotación los principales riesgos se derivan de los cigarrillos arrojados desde los vehículos que circularán por la nueva carretera y por accidentes de tráfico. Las características del efecto serán similares a las ya descritas anteriormente. En general, riesgo puntual en esta fase es menor, aunque se prolonga en el tiempo, mientras que los riesgos en la fase de construcción desaparecen con la finalización de las obras.

Los riesgos de incendios se incrementan con la menor accesibilidad de los terrenos, con el incremento del relieve y por la presencia de vegetación inflamable, reduciéndose en los casos opuestos. La entidad que alcanzaría un incendio en caso de generarse, vendrá definida por la cantidad de combustible. Así, aunque en matorrales el riesgo podría ser mayor que en pinares, valorando de forma conjunta el riesgo y la cantidad de combustible, un incendio en una masa de pino resultaría mucho más peligroso y devastador.

El riesgo de incendio no depende de la vegetación afectada por los trazados, sino por la vegetación que quede en el entorno de los trazados, y donde podría desencadenarse un incendio. Atendiendo a este criterio, y a las comunidades vegetales existente en esta comarca, se puede establecer el siguiente riesgo de incendio:

Riesgo de incendio por formaciones vegetales	
Vegetación	Riesgo de incendio
Matorrales y pinares jóvenes	Muy alto
Replantaciones forestales	Alto
Masas de frondosas	Medio
Prados y cultivos atlánticos	Muy bajo
Zonas urbanas e infraestructuras	No significativo

En los tramos en túnel no existe riesgo de incendio, y en los tramos en viaducto puede considerarse despreciable al no existir contacto con la vegetación adyacente. Atendiendo a este criterio, el trazado de las distintas alternativas se divide en las siguientes clases de riesgo:

Riesgo de incendios forestales por alternativas					
Alternativa	Muy alto	Alto	Medio	Muy bajo	No significativo
1	208 m	3.071 m	535 m	1.228 m	1.817 m
2	208 m	3.294 m	160 m	938 m	1.817 m
3	208 m	2.585 m	0 m	820 m	1.817 m

El indicador más evidente para valorar los riesgos de incendios son las superficies de vegetación atravesadas en función del riesgo de incendio que presentan. Así, resultarán más desfavorables aquellas alternativas que atraviesen una mayor superficie de zonas de riesgo.

Como se ha insistido, se trata siempre de un riesgo y por ello de una afección incierta. Atendiendo a este criterio se calculan los indicadores, en función del riesgo de los tramos atravesados. El impacto es en todos los casos moderado, con una magnitud baja.

Es preciso resaltar que la elevada incidencia de incendios forestales en la zona de proyecto no se debe a razones climáticas ni de la vegetación, sino a la actitud humana, como así ha sido puesto de manifiesto en numerosos estudios sobre incendios en España, y en Galicia en especial.

En todo caso, es necesario tomar toda suerte de precauciones para evitar la generación de un incendio, si bien y dado que la mayor parte del trazado discurre por zonas urbanas o dominio público ferroviario, lejos de vegetación natural, el riesgo se identifica como bajo.

El futuro proyecto de construcción deberá contener un plan de prevención y extinción de incendios forestales donde se incluyan con detalle todas las medidas a aplicar tanto en la construcción como en la explotación de la línea.

4.2.2. Riesgo de vertido de contaminantes

Existe un riesgo de vertido de sustancias contaminantes asociado a accidentes, tanto en la fase de construcción como en la de explotación.

Durante la construcción de las obras pueden producirse vertidos de aceites o combustibles, procedentes de la maquinaria empleada en la ejecución de las obras. Estos vertidos suelen ser más frecuentes en las zonas de instalaciones y parque de maquinaria, donde se procede a efectuar cambios de aceite y reparaciones de la misma. También pueden generarse en la ejecución de las obras más delicadas para el medio hídrico, como son las obras de paso y colocación de pilas de estructuras.

En caso de producirse, pueden originar efectos negativos y directos sobre las aguas, con un notable número de efectos indirectos sobre los suelos, al producir su contaminación, y sobre la fauna si llegan a ser arrastrados hasta los cauces. Como en el caso anterior, son efectos de carácter impredecible, si bien puede ser probable que ocurran. Por ello, resulta absolutamente necesaria la aplicación de medidas protectoras.

Existe un riesgo de accidentes, con vertidos que pudieran contaminar las aguas subterráneas, tanto en la fase de construcción como en la de explotación.

En la zona de estudio, al discurrir sobre materiales de baja permeabilidad y con flujos de agua subterránea limitados, el riesgo de extensión de la contaminación de las aguas subterráneas será más bajo, especialmente en los tramos situados sobre el sustrato gnéisico.

En la fase de explotación pueden producirse impactos por el vertido a los cauces de las aguas de drenaje de la carretera. Estas aguas arrastran los contaminantes depositados en la plataforma, tanto residuos sólidos como restos de aceites o combustibles. Estos impactos pueden tener una magnitud especialmente crítica en caso de accidentes con grandes vertidos de combustible y aceite, e incluso sustancias tóxicas transportadas por la carretera.

En efecto, el riesgo de accidentes de camiones de transporte de mercancías peligrosas es importante, si bien hay que tener en cuenta que la puesta en servicio de la autovía supondrá una reducción muy significativa del riesgo de accidentes en la A-55, debido a la reducción de su tráfico prácticamente a la mitad. La accidentalidad actual es un efecto cierto, como demuestra la estadística de accidentes registrados en este tramo de la A-55. Este efecto se mantendrá mientras esté en servicio la autovía, por lo que en la práctica se puede considerar permanente. El efecto es similar para cualquiera de las tres alternativas analizadas. Pero, gracias a la construcción de las obras, existe una reducción en la accidentalidad permanente y con un nivel de certeza muy alto en la A-55. Por ello, el efecto global de la actuación sobre la posible generación de vertidos de contaminantes por accidentes en la fase de explotación, con especial incidencia en el transporte de mercancías peligrosas, puede calificarse como positivo aunque, como se ha indicado, el riesgo es permanente.

En cualquier caso, y como en casos anteriores, son efectos de carácter impredecible, por lo que no pueden ser cuantificados. Evidentemente, y dada la seriedad de los efectos que conllevarían en caso de producirse, es necesario el establecimiento de una serie de medidas protectoras.

Todos los efectos señalados tienen un carácter impredecible, por lo que en realidad se debe hablar de riesgos y no de afecciones. Existen cuatro riesgos principales:

- Contaminación de aguas por vertidos de aceites y carburantes generados durante las obras, en las zonas de instalaciones. Se corrigen disponiendo balsas provisionales en estas zonas.
- Contaminación por aguas por vertidos accidentales en la fase de explotación. Se corrigen colocando balsas de retención definitivas bajo viaductos, en los cruces de los cauces principales.

Considerando las medidas protectoras y correctoras adoptadas, que cubren tanto la fase de construcción como la de explotación de la autovía, el impacto residual o, más correctamente, el riesgo residual de contaminación, será bajo.

4.2.3. Evaluación de riesgos asociados a las amenazas internas

Una vez evaluada la probabilidad de ocurrencia y la vulnerabilidad del proyecto, se evalúan los riesgos derivados de las amenazas internas:

Evaluación de la vulnerabilidad del proyecto frente a amenazas externas				
Amenaza externa	Probabilidad ocurrencia	Severidad afección	Riesgo	Observaciones
Incendios: construcción	Improbable	Moderada-alta	Despreciable (6)	Los mayores riesgos en la zona se deben a la acción humana (incendios provocados), dada la elevada pluviometría. El riesgo en la obra es bajo, y se articulará un plan de prevención y extinción de incendios.
Incendios: explotación	Improbable	Notable	Bajo (8)	Como en el caso anterior, los mayores riesgos en la zona se deben a la acción humana (incendios provocados), dada la elevada pluviometría, y no a las carreteras. Aún así, los incendios en Galicia provocan anualmente cortes frecuentes en carreteras, por lo que es un factor de riesgo evidente en la región.
Vertidos: construcción	Posible	Reducida	Despreciable (3)	En caso de producirse sería vertidos puntuales. Se prevén dispositivos de retención de contaminantes en las zonas de instalaciones.
Vertidos: explotación	Improbable	Moderada-alta	Despreciable (6)	Se prevén dispositivos de retención de contaminantes para recoger el agua de drenaje de la carretera, y cualquier vertido accidental.

5. Gestión del riesgo

El riesgo puede reducirse actuando sobre sus dos componentes:

- Reduciendo la probabilidad de ocurrencia. Esto es factible para las amenazas internas, aunque no para las externas, que no dependen de las actuaciones del proyecto ni de su funcionamiento.
- Reduciendo la severidad de los efectos, es decir reduciendo la vulnerabilidad del proyecto.

Para reducir los riesgos se plantean las siguientes medidas:

Medidas de gestión del riesgo		
Amenazas	Riesgos	Medidas aplicables
Externas	Inundación	Diseño de viaductos en zonas inundables. Adecuado dimensionamiento de obras de drenaje.
	Tormentas eléctricas	Suspensión de las obras si el riesgo es elevado. Aviso de riesgo en la carretera a los conductores.
	Sismicidad	Adecuado diseño de las obras de acuerdo con las normas.
	Geológicos	Adecuado diseño de las obras de acuerdo con las normas y los estudios geotécnicos.
	Erosivos	Revegetación de taludes y de zonas afectadas por las obras para reducir los niveles erosivos.
Internos	Incendios	Medidas de prevención en la fase de obras, y presencia de equipos de extinción. Aviso a los servicios de extinción en caso de conatos, en las obras o en la explotación. Aviso de riesgo en la carretera a los conductores en épocas de máxima peligrosidad. Cortes de la carretera en caso de incendios próximos.
	Vertidos	Medidas de prevención en la fase de obras: adecuación de zonas de instalaciones auxiliares, y vigilancia ambiental. Balsas de retención de contaminantes definitivas en los puntos de desagüe del drenaje longitudinal de la carretera.

6. Conclusiones

Del análisis llevado a cabo se obtienen las siguientes conclusiones:

- En el caso de las amenazas externas, el riesgo es despreciable en la mayoría de ellas. En dos aspectos, precipitaciones intensas y riesgos sísmicos, el riesgo es bajo, en el primer caso por una elevada probabilidad de ocurrencia, y en el segundo por su severidad. Por tanto, ninguno de estos riesgos tiene una probabilidad elevada de dar lugar a una catástrofe, en el sentido establecido en la Ley 9/2018.
- En el caso de las amenazas internas, el riesgo es también despreciable en la mayoría de ellas. Destaca el riesgo de incendios, que es bajo. La probabilidad de desencadenarse un incendio en la vía es baja, y asociada sobre todo a accidentes de tráfico. No obstante, dada la frecuencia de incendios forestales en la región, existe una probabilidad de que la carretera se vea afectada, con un impacto notable sobre el tráfico, ya que pondría en riesgo la seguridad vial. Este es un riesgo existente en todas las carreteras de la región, y no en esta específicamente. Afortunadamente, la eficacia de los servicios de extinción de incendios, de protección civil y de los cuerpos y fuerzas de seguridad del Estado limita mucho el riesgo para los usuarios de la carretera.
- Existen varias medidas que ayudan a minimizar los riesgos, sea actuando sobre la probabilidad de ocurrencia o reduciendo la vulnerabilidad del proyecto. Estas medidas se han aplicado en parte en la fase de diseño, otras se incorporan en el plan de mitigación del estudio de impacto ambiental y un último grupo de medidas son de aplicación a la gestión y explotación de la carretera.