



Máster Universitario en  
Sistemas Ferroviarios

**ESTUDIOS DE SEGURIDAD PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA VIA  
DERECHA ENTRE LOS PK 616+675 Y 618+274 DE LA LINEA MADRID-HENDAYA**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO: 2023/2024

Master Universitario en Sistemas Ferroviarios  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA ICAI

Autor: ARIANNY ALVARADO RODRIGUEZ

Directora: VICTORIA GARCÍA GÓMEZ



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

**ESTUDIOS DE SEGURIDAD PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA VIA  
DERECHA ENTRE LOS PK 616+675 Y 618+274 DE LA LINEA MADRID-HENDAYA**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico 2023/2024 es de mi autoría, original e inédito y  
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total  
ni parcialmente y la información que ha sido tomada  
de otros documentos está debidamente referenciada.

*Arianny*

Fdo.: Arianny Alvarado Rodríguez

Fecha: 04 / 07 / 2024

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

GARCIA  
GOMEZ MARIA  
VICTORIA -  
11831421Z

Firmado  
digitalmente por  
GARCIA GOMEZ  
MARIA VICTORIA -  
11831421Z  
Fecha: 2024.07.02  
08:18:01 +02'00'

Fdo.: Victoria García Gómez

**TÍTULO:**

“Estudios de Seguridad para la Puesta en Servicio de la Vía Derecha entre los PK 616+675 y 618+274 de la Línea Madrid-Hendaya”

**AUTOR:** Arianny Alvarado Rodríguez

Firma: *Arianny*

**DIRECTORA:** Victoria García Gómez

Firma:

GARCIA  
GOMEZ MARIA  
VICTORIA -  
11831421Z

Firmado digitalmente  
por GARCIA GOMEZ  
MARIA VICTORIA -  
11831421Z  
Fecha: 2024.07.02  
08:18:14 +02'00'

## FICHA TÉCNICA

<b>Autor</b>	Arianny Alvarado Rodríguez
<b>Director</b>	Victoria García Gómez
<b>Programa y Curso Académico</b>	Máster en Sistemas Ferroviarios. Curso 2023/2024
<b>Título del Trabajo</b>	ESTUDIOS DE SEGURIDAD PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA VÍA DERECHA ENTRE LOS PK 616+675 Y 618+274 DE LA LÍNEA MADRID-HENDAYA
<b>Resumen</b>	<p>En el marco del proyecto de la línea de Alta Velocidad en el País Vasco se realiza la <b>“CONSTRUCCIÓN PLATAFORMA NRFPV. TRAMO HERNANI-ASTIGARRAGA”</b>, la cual ejecuta la reposición de los subsistemas de Infraestructura, Energía y CMS de la Vía Derecha (Vía 2).</p> <p>La Directiva (UE) 2016/798 de Seguridad Ferroviaria, transpuesta al Ordenamiento Jurídico español, por el Real Decreto 929/2020, requiere que los administradores de infraestructura controlen los riesgos derivados de su actividad, a la vez que prevé la aplicación de los Métodos comunes de Seguridad (Reglamento de Ejecución (EU) 402/2013) para regular las tareas que suponen un cambio técnico, de explotación u organizativo.</p> <p>El Reglamento de Ejecución (EU) 402/2013, y sus modificaciones, aplica a cualquier cambio del sistema ferroviario en un Estado Miembro de la Unión Europea. Por tanto, es necesario realizar el proceso de gestión de riesgo según lo contemplado en el anexo I del citado reglamento.</p> <p>Con todo esto, con la documentación técnica y de seguridad del proyecto y siguiendo los formatos del Administrador de Infraestructura, se llevará a cabo el proceso de evaluación y gestión del riesgo, el cual constituye el primer paso hacia la evaluación de un AsBo y la aprobación del proyecto en términos de seguridad.</p>

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. OBJETIVOS .....	2
3. PLANIFICACIÓN DE TAREAS .....	5
4. GENERALIDADES.....	6
<b>4.1. Definiciones y Conceptos</b> .....	6
<b>4.2. Contexto Histórico de RAMS</b> .....	8
<b>4.3. Importancia de RAM</b> .....	8
5. PLANIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL REGLAMENTO 402/2013 .....	9
6. DEFINICIÓN DEL CAMBIO TÉCNICO .....	32
7. DEFINICIÓN DE LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD.....	33
8. ELABORACIÓN DEL REGISTRO ESPECÍFICO DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS SUBSISTEMAS INFRAESTRUCTURA, ENERGÍA Y CMS .....	37
9. CONCLUSIÓN .....	42
10. BIBLIOGRAFÍA.....	43
11. ANEXO A.....	44
12. ANEXO B .....	72

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Planificación de Tareas.....	5
Ilustración 2. “Gestión de la Seguridad Basada en Eventos” [11] .....	7
Ilustración 3. “Gestión de la Seguridad Basada en Riesgos” [11].....	7
Ilustración 4. Interfaces y Fronteras [11] .....	24
Ilustración 5. Definición de un Sistema de Freno Eléctrico a Través de un Diagrama de Bloques [11] .....	25
Ilustración 6. Representación del ciclo en V de acuerdo con UNE-EN 50126-1:2018 [4] .....	30
Ilustración 7. Estructura del Caso de Seguridad [7] .....	32
Ilustración 8. Registro de Peligros, Evaluación de Riesgo y Requisitos de Seguridad [11] .....	33
Ilustración 9. Esquema del Estudio de Riesgos [16] .....	34
Ilustración 10. Parte de una hoja de FMEA para un vagón de mercancías [15].....	36
Ilustración 11. Representación Gráfica del Análisis de Riesgos [16].....	38

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Plan de Aplicación de Reglamento 402.....	23
Tabla 2. Categorías de aceptación de riesgos [4] .....	39

# 1. INTRODUCCIÓN

El artículo 3, letra i) de la ya derogada Directiva 2004/49/CE [1] define el término “sistema de gestión de la seguridad” como “la organización y las medidas establecidas por un administrador de la infraestructura o una empresa ferroviaria para garantizar la gestión en condiciones de seguridad de sus operaciones”.

Según el anexo III, apartado 2, letra d) de la misma Directiva, uno de los elementos básicos del sistema de gestión de la seguridad comprende “procedimientos y métodos para llevar a cabo la evaluación de riesgos y para aplicar las medidas de control de riesgo siempre que un cambio de las condiciones de funcionamiento o un nuevo material suponga nuevos riesgos en la infraestructura o en los servicios”.

En ese momento, dichos “métodos” carecían de armonización a nivel europeo y dependían de las normativas nacionales de los Estados miembros, por lo que la directiva ordena la elaboración de “métodos comunes de seguridad”, los cuales explicarán cómo se evalúan los niveles de seguridad, así como la consecución de los objetivos de seguridad y el cumplimiento de otros requisitos de seguridad.

Es por ello por lo que el 30 de abril de 2013 entra en vigor el Reglamento UE 402/2013, en adelante MCS, [2] relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo.

Siendo el Reglamento UE 402/2013 [2] y su modificación Reglamento EU 2015/1136 [3] de obligado cumplimiento en toda la Unión Europea para los Administradores de Infraestructura y Empresas Ferroviarias, el mismo representa la base para la evaluación de riesgos de nuevos proyectos y modificaciones del sistema ferroviario, por lo que es la normativa de la que parten los estudios de seguridad relativos a la Puesta en Servicio de la Vía Derecha de la Línea Madrid-Hendaya, objeto del presente Trabajo Fin de Máster.

Cabe destacar que el proceso de evaluación de riesgos toma en cuenta otros códigos prácticos y normativas que sirven como referencia para definir procedimientos que los MCS [2] no han cubierto. Dicha normativa incluye principalmente:

- UNE-EN 50126-1:2018 APLICACIONES FERROVIARIAS. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS) Parte 1: Procesos RAMS genéricos [4].
- UNE-EN 50126-2:2018 APLICACIONES FERROVIARIAS. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS) Parte 2: Aproximación sistemática para la seguridad [5]
- UNE-EN 50128:2012 APLICACIONES FERROVIARIAS. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril [6].
- UNE-EN 50129:2020 APLICACIONES FERROVIARIAS. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización [7].

Aunque esta normativa no es de obligado cumplimiento en el contexto de desarrollo del proyecto objeto de este Trabajo Fin de Máster, se tomará como referencia y apoyo para los estudios de seguridad.

## 2. OBJETIVOS

A continuación, se describen y detallan los objetivos planteados para la consecución del presente Trabajo Fin de Máster:

- Realización del Proceso de Gestión de Riesgo: El principal objetivo a alcanzar es la evaluación de riesgos del proyecto de Puesta en Servicio de la Vía Derecha de la Línea Madrid-Hendaya. Para el alcance de este objetivo se han establecido subobjetivos como sigue:
  - Planificación de la Aplicación del Reglamento de Ejecución (EU) 402/2013 [1]:

Teniendo en cuenta los requerimientos del Reglamento de Ejecución (EU) 402/2013 [1], se usará un “Checklist del Cumplimiento del Reglamento 402/2013” que brinde al autor la información relativa a la conformidad o no del proyecto de cada uno de los apartados de los MCS. Dicha información permitirá plantear cómo se logrará su cumplimiento para su posterior demostración en el Caso de Seguridad [ANEXO A/ANEXO B] relativo al proyecto o a través de evidencias.
  - Definición del Cambio Técnico del proyecto:

El Anexo I, apartado 1.1.1 de los MCS [1] indica que el proceso de gestión del riesgo debe iniciarse con la definición del sistema sometido a evaluación. Es por ello que se creará un apartado en el Caso de Seguridad [ANEXO A] que describa el objetivo sistema y detalle sus elementos, funciones, subsistemas afectados, así como las fronteras, interfaces, límites, entorno y demás información que permita tener una idea clara del impacto del sistema.
  - Definición de los Requisitos de Seguridad del proyecto.

El Reglamento de Ejecución (EU) 402/2013 [1] define “requisitos de seguridad” como “las características de seguridad (cualitativas o cuantitativas) de un sistema y su explotación (incluidas las normas de explotación) y mantenimiento necesarias para cumplir objetivos de seguridad legales o de la empresa”. Los requisitos de seguridad del proyecto estarán trazados en el Registro Específico de Peligros mitigando la probabilidad de ocurrencia de todos los eventos. Es por ello que el autor deberá definir todos los requisitos de seguridad y especificarlos en el Caso de Seguridad [ANEXO A] y en el Registro Específico de Peligros [ANEXO B] del proyecto.
  - Evaluación del Riesgo del Subsistema Infraestructura.

La evaluación del riesgo del subsistema infraestructura se llevará a cabo definiendo las mitigaciones y requisitos de seguridad necesarios para cada uno de los peligros detectados en el Registro Específico de Peligros [ANEXO B] y su demostración en el Caso de Seguridad [ANEXO A].
  - Evaluación del Riesgo del Subsistema Energía.

Similar al resto de los subsistemas, la evaluación del riesgo del subsistema energía se llevará a cabo definiendo las mitigaciones y requisitos de seguridad necesarios para cada uno de los peligros detectados en el Registro Específico de Peligros [ANEXO B] y reuniéndolos en el Caso de Seguridad [ANEXO A].
  - Evaluación del Riesgo del Subsistema CMS.

Los riesgos derivados de la modificación del subsistema Control, Mando y Señalización también serán trazados en el Registro Específico de Peligros [ANEXO B] y mitigados a través de requisitos de seguridad.

- Elaboración del Registro Específico de Peligros que comprende los subsistemas afectados por el cambio (Infraestructura, Energía y CMS).

El Registro Específico de Peligros es el documento en que se consignan y se recopilan los peligros determinados, las medidas relacionadas con los mismos, su origen y la referencia a la organización que debe gestionarlos. El autor deberá elaborar el Registro Específico de Peligros del proyecto [ANEXO B] y definir los riesgos de la modificación del subsistema infraestructura, energía y CMS.

- Redacción de Memoria del TFM con el propósito de documentar los apartados anteriores.

A lo largo del desarrollo del proyecto, se alimentará la Memoria del Trabajo Fin de Máster describiendo cómo se llevaron a cabo las tareas planteadas y plasmando formalmente el trabajo para su entrega final.

### 3. PLANIFICACIÓN DE TAREAS

La planificación de tareas se realizó durante la definición de la temática a tratar por el Trabajo Fin de Máster y se desglosa en 20 semanas totales que se dividen en 9 tareas que dan respuesta a los objetivos descritos previamente, tal como se describe en el siguiente diagrama:



Ilustración 1. Planificación de Tareas

## 4. GENERALIDADES

Antes de describir en detalle cómo se llevaron a cabo las tareas del Trabajo Fin de Máster, es necesario definir el contexto en el que se desarrolla la presente evaluación de riesgos y brindar una serie de conceptos de vital importancia para seguir adelante.

### 4.1. Definiciones y Conceptos

- **RAMS:** El proceso de gestión de RAMS comprende las actividades y procedimientos que se siguen para permitir la identificación y el cumplimiento de los requisitos de RAMS para un producto o una explotación. Las siglas se refieren a los términos “Reliability”, “Availability”, “Maintainability” y “Safety”. Siendo ésta última de especial interés para el desarrollo de este Trabajo Fin de Máster.
- **Seguridad:** Se puede definir el término como la ausencia de riesgo inaceptable de daño.

La seguridad en la ingeniería de diseño inicia al identificar los estados del sistema que pueden conducir a un accidente o incidente. Este proceso se realiza típicamente a través de una serie de sesiones colaborativas de análisis de amenazas. Expertos calificados en representación de todas las áreas relevantes del sistema diseñado deben participar en estas sesiones. Normalmente, un análisis de causas se lleva a cabo en donde se identifican las diferentes secuencias causa-efecto de eventos peligrosos que pudiesen combinarse para causar los riesgos ya identificados. Posteriormente, se realiza un análisis de efectos que identifica las secuencias de eventos que pudiesen conducir de un riesgo a un accidente o incidente.

Este proceso de trabajo e iteración da como resultado un Caso de Seguridad en relación al aseguramiento de que un sistema es relativamente seguro. Es importante entender que ningún Caso de Seguridad garantiza que un sistema sea completamente seguro [9]

- **Evaluación del Riesgo:** el proceso global que comprende un análisis del riesgo y una valoración del riesgo. La idea detrás de un sistema de gestión de seguridad basado en el riesgo es controlar el nivel de riesgo.

Anteriormente, tal como se muestra en la Ilustración 2. “Gestión de la Seguridad Basada en Eventos [11], los departamentos de seguridad en una organización implementaban procedimientos o soluciones técnicas una vez ocurría un accidente. Evidentemente, conforme pasaba el tiempo el sistema se volvía más propenso a que ocurriese un accidente, hasta que realmente pasaba.



Ilustración 2. "Gestión de la Seguridad Basada en Eventos" [11]

Actualmente, bajo un sistema de gestión de la seguridad basado en riesgos, todos los accidentes son previstos en el Registro de Peligros junto a sus acciones mitigadoras que son implementadas por el departamento de seguridad antes que un accidente ocurra.



Ilustración 3. "Gestión de la Seguridad Basada en Riesgos" [11]

- Condiciones de Aplicación Relacionadas con la Seguridad (SRACs): Son condiciones que es necesario cumplir para que un sistema pueda integrarse y funcionar con seguridad.
- Organismo de Evaluación: Persona, organización o entidad independiente y competente, interna o externa, que procede a una investigación que le permita emitir un juicio, basado en pruebas, sobre la idoneidad de un sistema para cumplir sus requisitos de seguridad.

- Caso de Seguridad: Demostración documentada de que el producto (por ejemplo, un sistema, subsistema o equipo) cumple los requisitos de seguridad especificados.

## 4.2. Contexto Histórico de RAMS

RAMS tiene como punto de partida [10]:

- El análisis estadístico: En 1812 Laplace introdujo técnicas estadísticas y las aplicó a numerosos problemas (demográficos, estimación de población, seguros de vida).
- Comienzo de la industrialización y llegada de la producción en masa de elementos estándar e intercambiables.
  - Primera Revolución Industrial, hasta entre 1840 y 1870 y la Segunda Revolución Industrial, desde el periodo de 1840-1870 hasta principios del siglo XX.
  - Modelo T de Ford (1910).
  - Armamento para la Primera Guerra Mundial (1914).

Los hitos más relevantes son:

- Inicios militares: Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Se empieza a analizar las causas de fallo y como evitarlos.
- Hacia 1950 se inician numerosos programas de estudios estadísticos (Wallodi Weibull 1887-1979).
- En 1960 se pasa del análisis de la fiabilidad del componente a la fiabilidad del sistema. Aumenta la especialización, industria aeroespacial, nuclear, etc.
- Años 70. Software empieza a tomar importancia y empieza a analizarse su fiabilidad.
- Años 80 hasta la actualidad. Surge el concepto RAMS aplicado a sistema como la automoción y más tarde al ferrocarril con el desarrollo de la Alta Velocidad.

## 4.3. Importancia de RAM

Alcanzar niveles específicos RAM para un sistema es importante por muchas razones, especialmente por la aficción que tiene en la disponibilidad, seguridad y el éxito del sistema [12]:

- Disponibilidad: La disponibilidad es el estado de preparación de un sistema para cumplir su función. RAM tiene efectos directos en la disponibilidad aumentando el coste para alcanzar las funciones para las cuales fue diseñado un sistema. Un diagnóstico efectivo contribuye al aseguramiento tanto de la disponibilidad del sistema como de su reparación eficiente y retorno a un estado funcional.
- Seguridad: Una fiabilidad inadecuada o falsos indicadores de fallo de componentes críticos para la seguridad pueden poner en peligro a los usuarios de un sistema y resultar en pérdidas humanas. El estado seguro de un sistema es el resultado directo de que el sistema desempeñe sus funciones fiablemente según se planteó en el diseño.
- Éxito del sistema: Una fiabilidad inadecuada compromete el éxito del sistema y podría resultar en la repetición indeseada de funciones. La habilidad de un sistema para completar su función es directamente afectada positiva o negativamente en la medida en la que un equipo esté disponible y operativo adecuadamente cuando se necesite.

## 5. PLANIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL REGLAMENTO 402/2013

A continuación, para verificar el cumplimiento de todos los apartados del Reglamento 402/2013 [1] se ha creado una tabla/checklist que enlista todos los requisitos y su nivel de cumplimiento en el proyecto. Además, en este apartado se desarrollará la demostración de los puntos más importante enumerados en la tabla a los que el autor dio cumplimiento a través del Trabajo Fin de Máster:

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
		<i>Definición del sistema</i>		
1	AI.1.1.1 Art2(1) AI.2.1.1.a AI.1.2.7	a) Debe definirse el "Sistema en evaluación" para el "Cambio" técnico/operativo/organizativo. b) Independientemente de la definición del sistema sometido a evaluación, el proponente será responsable de garantizar que la gestión del riesgo abarque el sistema propiamente dicho y su integración en el conjunto del sistema ferroviario.	Sí	Apartado 3 del Caso de Seguridad
2	AI.2.1.2.a AI.2.1.2.b AI.2.1.2.c AI.2.1.2.d AI.2.1.2.e AI.2.1.2.f AI.2.1.2.g	La definición del sistema debe incluir: a) objetivo del sistema (la finalidad prevista); b) funciones y elementos del sistema, en su caso (incluidos los elementos humanos, técnicos y operativos). c) frontera del sistema, incluidos otros sistemas que interactúen; d) interfaces físicas (sistemas que interactúen) y funcionales (p. einput y output funcionales); e) entorno del sistema (por ejemplo, flujo energético y térmico, choques, vibraciones, interferencias electromagnéticas, uso operativo); f) medidas de seguridad en vigor y, después de las iteraciones necesarias y pertinentes, definición de los requisitos de seguridad indicados en el proceso de evaluación del riesgo; g) hipótesis que acoten la evaluación del riesgo.	Sí	Apartado 3 del Caso de Seguridad
		<i>Organización de Proyecto</i>		
3	AI.1.1.6 AI.1.1.5 AI.1.2.1	a) La primera etapa del proceso de gestión del riesgo consistirá en indicar en un documento, que elaborará el proponente, el cometido de los diferentes agentes y sus actividades de gestión del riesgo. b) El proponente es responsable de la coordinación de la estrecha colaboración entre los diferentes agentes implicados, en función de sus tareas respectivas, con el fin de gestionar los peligros y las medidas de seguridad asociadas. c) Sin perjuicio de la responsabilidad civil de conformidad con los requisitos legales de los Estados miembros, la responsabilidad del proceso de evaluación del riesgo recaerá en el proponente. En particular, el proponente decidirá, con la conformidad de los agentes afectados, quién será responsable del cumplimiento de los requisitos de seguridad derivados de la evaluación del riesgo. d) Los requisitos de seguridad asignados por el proponente a tales agentes no irán más allá de su ámbito de responsabilidad y control. Esta decisión dependerá del tipo de medidas de seguridad seleccionadas	Sí	a) El proyecto cuenta con un documento en el que consta el nombramiento del equipo evaluador

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
		para reducir los riesgos a un nivel aceptable. La demostración del cumplimiento de los requisitos de seguridad se llevará a cabo con arreglo al punto 3. e) Para cada interfaz pertinente del sistema evaluado y sin perjuicio de las especificaciones de las interfaces definidas en las ETI pertinentes, los agentes del sector ferroviario concernidos cooperarán para determinar y gestionar conjuntamente los peligros y las medidas de seguridad asociadas que deben aplicarse en estas interfaces. El proponente se encargará de coordinar la gestión de los riesgos compartidos en las interfaces.		
4	AI.1.1.2 AI.1.1.7 AI.3.3	a) El proceso de gestión de riesgo será sometido a la evaluación independiente de uno o varios organismos de evaluación [CSM-ABs] b) El organismo de evaluación se encargará de evaluar la aplicación correcta del proceso de gestión del riesgo. c) El enfoque elegido para demostrar el cumplimiento de los requisitos de seguridad, así como la demostración propiamente dicha, serán objeto de una evaluación independiente por parte de un organismo de evaluación.	PTE	
5	Art5(2)	El proponente velará por que se gestionen también, de conformidad con el presente Reglamento, los riesgos introducidos por los proveedores y los prestadores de servicios, incluidos sus subcontratistas. Con este fin, el proponente podrá solicitar que, a través de acuerdos contractuales, los proveedores y los prestadores de servicios, incluidos sus subcontratistas, participen en el proceso de gestión del riesgo contemplado en el anexo I.	Sí	Registro Específico de Peligros
6	AI.1.2.3 AI.1.2.4	Por lo que se refiere al sistema objeto de evaluación, cualquier agente que descubra que una medida de seguridad no es conforme o adecuada será responsable de notificarlo al proponente, que, a su vez, informará al agente que iba a ejecutarla. El agente que iba a ejecutar la medida de seguridad informará a continuación a todos los agentes afectados por el problema detectado tanto en el sistema sometido a evaluación como, en la medida en que tenga conocimiento, en otros sistemas existentes que utilicen la misma medida de seguridad.	Sí	
7	AI.1.1.2	El proceso de gestión de riesgo (incluyendo actividades adecuadas de aseguramiento de la calidad) será ejecutado por personal competente.	Sí	

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
8	AI.1.2.1 AI.1.2.2 AI.4.2	<p>a) Para cada interfaz pertinente del sistema evaluado y sin perjuicio de las especificaciones de las interfaces definidas en las ETI pertinentes, los agentes del sector ferroviario concernidos cooperarán para determinar y gestionar conjuntamente los peligros y las medidas de seguridad asociadas que deben aplicarse en estas interfaces. El proponente se encargará de coordinar la gestión de los riesgos compartidos en las interfaces.</p> <p>b) Cuando, para cumplir un requisito de seguridad, un agente considere necesaria una medida de seguridad que él mismo no pueda ejecutar, transferirá la gestión del peligro asociado a otro agente, previo acuerdo con el mismo, mediante el proceso contemplado en el punto 4.</p> <p>c) Todos los peligros y requisitos de seguridad asociados que no puedan ser controlados por un único agente se comunicarán a otro agente pertinente con el fin de buscar en común una solución adecuada. Únicamente serán considerados controlados los peligros consignados en el registro del agente que los transfiera cuando la valoración de los riesgos asociados a estos peligros sea realizada por el otro agente y la solución cuente con el beneplácito de todas las partes afectadas.</p>	Sí	Registro Específico de Peligros
9	AI.1.2.5 AI.1.2.6	<p>a) Cuando dos o más agentes no consigan llegar a un acuerdo, corresponderá al proponente encontrar una solución.</p> <p>b) Cuando un agente no pueda cumplir un requisito de una norma nacional notificada, el proponente pedirá asesoramiento a la autoridad competente en cuestión.</p>	Sí	
		<b><i>Definición de Tareas de Seguridad para el Proceso de Gestión de Riesgo</i></b>		
10	AI.1.1.1 AI.1.1.3 AI.1.1.6	<p>El Solicitante debe definir al menos las siguientes Tareas de Seguridad a realizar durante el Proceso de Gestión de Riesgos:</p> <p>a) La definición del sistema sometido a evaluación.</p> <p>b) La identificación de los diferentes agentes y sus tareas (incluyendo sus actividades de gestión de riesgo).</p> <p>c) El proceso de evaluación de riesgo, el cual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifica y gestiona los peligros determinados (a lo largo de todo el proyecto).</li> <li>- Evalúa los riesgos asociados a los peligros</li> <li>- Propone medidas de seguridad asociadas a controlar los riesgos.</li> <li>- Determinar los requisitos de seguridad resultantes para ser cumplidos por el sistema sometido a evaluación.</li> </ul>	Sí	<p>b) El proyecto cuenta con un documento en el que consta el nombramiento del equipo evaluador.</p> <p>a) c) e) Caso de Seguridad + Registro</p>

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
		d) El proponente responsable del proceso de gestión del riesgo deberá mantener un registro de peligros con arreglo al punto 4. e) la demostración de que el sistema cumple los requisitos de seguridad indicados		Específico de Peligros
11	AI.1.1.1	El proceso de gestión de riesgo es iterativo y se describe en el diagrama del Apéndice de 402/2013 (o 352/2009). El proceso finaliza cuando se demuestra que el sistema cumple todos los requisitos de seguridad necesarios para aceptar los riesgos asociados a los peligros determinados	Sí	
12	AI.1.1.2 Art6(2b)	El proceso de gestión de riesgo incluirá actividades adecuadas al aseguramiento de la calidad	Sí	Caso de Seguridad
13	AI.2.3.8	Cuando todos los peligros son controlados por códigos prácticos, el proceso de gestión del riesgo podrá limitarse a: a) la determinación de los peligros de conformidad con el punto 2.2.6 b) el registro del uso de los códigos prácticos en el registro de peligros de conformidad con el punto 2.3.5 c) la documentación de la aplicación del proceso de gestión del riesgo de conformidad con el punto 5 d) una evaluación independiente de conformidad con el artículo 6.	Sí	Registro Específico de Peligros
14	AI.1.1.4	Los agentes que ya dispongan de métodos o herramientas de evaluación del riesgo podrán continuar aplicándolos, siempre que sean compatibles con las disposiciones del presente Reglamento y a condición de que: a) se describan en un sistema de gestión de la seguridad aceptado por una autoridad nacional responsable de la seguridad, de conformidad con el artículo 10, apartado 2, letra a) de la Directiva 2008/110/CE, o el capítulo III, artículo 15, apartado 2, o b) sean obligatorios en virtud de una ETI o cumplan normas reconocidas, públicamente disponibles, especificadas en normas nacionales notificadas.	Sí	
		<b><i>Gestión de Registro de peligros</i></b>		

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
15	AI.4.1.1 AI.4.1.2 AI.2.2.1	<p>a) El proponente creará o actualizará (en caso de que ya exista) un registro de peligros durante el diseño y la aplicación hasta la aceptación del cambio o la entrega del informe de evaluación de la seguridad.</p> <p>b) Dicho registro dará cuenta de los progresos logrados en la supervisión de los riesgos asociados a los peligros determinados</p> <p>c) Una vez que el sistema haya sido aceptado y esté en funcionamiento, el administrador de la infraestructura o la empresa ferroviaria a cargo del funcionamiento del sistema objeto de evaluación seguirá manteniendo el registro de peligros como parte integrante de su sistema de gestión de la seguridad.</p> <p>En el registro de peligros se consignarán:</p> <p>d) todos los peligros (identificados)</p> <p>e) así como todas las medidas de seguridad asociadas y</p> <p>f) las hipótesis del sistema indicadas durante el proceso de evaluación del riesgo [estos supuestos pueden llevar a condiciones de operación/mantenimiento]</p> <p>g) referencia clara al origen de los peligros</p> <p>h) referencia clara a los principios elegidos de aceptación del riesgo</p> <p>i) identificación clara al agente o agentes responsables de controlar cada peligro</p>	Sí	Registro Específico de Peligros
<b><i>Identificación de peligros</i></b>				
16	AI.1.1.1.a+c AI.2.2.1 AI.2.2.5 AI.2.2.2	<p>El proponente:</p> <p>a) determinará sistemáticamente</p> <p>b) todos los peligros razonablemente previsibles</p> <p>c) utilizando los variados conocimientos de un equipo competente</p> <p>d) las funciones (en todos los modos de operación normal y degradado permitidos) y los interfaces de todo el sistema sometido a evaluación.</p> <p>e) La determinación de los peligros solamente debe llevarse a cabo a un nivel de detalle que permita definir dónde se espera que las medidas de seguridad controlen los riesgos, de conformidad con uno de los principios de aceptación del riesgo contemplados en el punto 2.1.4. Podrá ser necesaria la iteración entre las fases de análisis del riesgo y de valoración del riesgo hasta que se alcance un nivel suficiente de detalle para la determinación de los peligros.</p>	Sí	Registro Específico de Peligros

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
		f) Para concentrar los esfuerzos de la evaluación del riesgo en los riesgos más importantes, los peligros se clasificarán según el riesgo estimado que se derive de ellos.		
17	AI.2.2.2 AI.2.2.3	Basándose en el juicio de expertos, no será necesario analizar más a fondo los peligros asociados a un riesgo aceptable en términos generales, pero se consignarán en el registro de peligros. Su clasificación deberá justificarse a fin de permitir una evaluación independiente por un organismo de evaluación. Como criterio, los riesgos derivados de peligros podrán clasificarse como aceptables en términos generales cuando el riesgo sea tan reducido que no resulte razonable aplicar una medida de seguridad adicional. La opinión de los expertos tendrá en cuenta que la contribución conjunta de los riesgos aceptables en términos generales no sea superior a una determinada proporción del riesgo global.	Sí	
18	AI.2.2.6	Siempre que para controlar el riesgo se utilice un código práctico o un sistema de referencia, la determinación de los peligros podrá limitarse a: a) la verificación de la pertinencia del código práctico o del Sistema de referencia; b) la determinación de las desviaciones del código práctico o del sistema de referencia.	Sí	Registro Específico de Peligros
19	AI.1.2.3 AI.1.2.4	Por lo que se refiere al sistema objeto de evaluación, cualquier agente que descubra que una medida de seguridad no es conforme o adecuada será responsable de notificarlo al proponente, que, a su vez, informará al agente que iba a ejecutarla. El agente que iba a ejecutar la medida de seguridad informará a continuación a todos los agentes afectados por el problema detectado tanto en el sistema sometido a evaluación como, en la medida en que tenga conocimiento, en otros sistemas existentes que utilicen la misma medida de seguridad.	Sí	
20	AI.2.1.7	El proceso iterativo de evaluación del riesgo se considerará finalizado cuando se demuestre que se cumplen todos los requisitos de seguridad y no sea necesario considerar ningún peligro adicional razonablemente previsible.	Sí	
<b><i>Evaluación de Riesgo:</i></b>				
21	AI.2.1.4	Se evaluará la aceptación del riesgo del sistema evaluado utilizando uno o varios de los siguientes principios de aceptación de riesgo: a) la aplicación de códigos prácticos (punto 2.3); b) una comparación con sistemas similares (punto 2.4); c1) una estimación explícita del riesgo - cualitativo (punto 2.5); c2) una estimación explícita del riesgo - cuantitativo (punto 2.5).	Sí	Registro Específico de Peligros

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
22	AI 2.1.5	En la valoración del riesgo el proponente demostrará que se aplica adecuadamente el principio elegido de aceptación del riesgo. Asimismo, el proponente comprobará que los principios elegidos de aceptación del riesgo se utilizan de forma coherente.	Sí	Registro Específico de Peligros
23	AI.3.4	En caso de que las medidas de seguridad que en principio deben cumplir los requisitos de seguridad no sean adecuadas o de que se descubran nuevos peligros durante la demostración del cumplimiento de los requisitos de seguridad, el proponente deberá proceder a una nueva evaluación y valoración de los riesgos asociados, con arreglo al punto 2. Los nuevos peligros determinados se consignarán en un registro de conformidad con el punto 4.	Sí	
<b><i>Evaluación de Riesgos en caso de uso de Códigos Prácticos:</i></b>				
24	AI.2.3.1 AI.2.3.2(a-c) AI.2.3.3 AI.2.3.4 AI.2.3.5 AI.2.3.6 AI.2.3.7	<p>El proponente, con el apoyo de otros agentes implicados, analizará si uno, varios o todos los peligros están debidamente cubiertos por la aplicación de los códigos prácticos pertinentes.</p> <p>Los códigos prácticos deberán satisfacer como mínimo los siguientes requisitos:</p> <p>a) deben gozar de amplio reconocimiento en el sector ferroviario; en caso contrario, los códigos prácticos deberán justificarse y ser aceptables para el organismo de evaluación;</p> <p>b) Cuando la Directiva 2008/57/CE exija el cumplimiento de ETI y en virtud de la ETI pertinente no sea obligatorio el proceso de gestión del riesgo establecido por el presente Reglamento, las ETI podrán considerarse códigos prácticos para controlar los peligros, a condición de que se cumpla el requisito de la letra b) del punto 2.3.2. Las normas nacionales notificadas de conformidad con el artículo 17, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE podrán considerarse códigos prácticos a condición de que cumplan los requisitos del punto 2.3.2.</p> <p>c) deben ser pertinentes para el control de los peligros considerados en el sistema objeto de evaluación; será suficiente para considerar pertinente un código práctico que se haya producido una aplicación acertada a casos similares a la hora de gestionar los cambios y controlar de forma efectiva los peligros determinados en un sistema, según el sentido del presente Reglamento;</p> <p>d) previa solicitud, deberán ponerse a disposición de los organismos de evaluación para que puedan evaluar o, en su caso, reconocer mutuamente, de conformidad con el artículo 15, apartado 5, la idoneidad tanto de la aplicación del proceso de gestión del riesgo como de sus resultados.</p>	Sí	Registro Específico de Peligros

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
		<p>e) Si uno o más peligros son controlados por códigos prácticos que cumplen los requisitos del punto 2.3.2, los riesgos asociados a estos peligros se considerarán aceptables. Ello significa que no será necesario analizar con mayor profundidad estos riesgos;</p> <p>f) el uso de los códigos prácticos se consignará en el registro de peligros como requisito de seguridad para los peligros pertinentes,</p> <p>g) En caso de que un enfoque alternativo no se ajuste plenamente al código práctico, el proponente deberá demostrar que el enfoque alternativo adoptado garantiza como mínimo el mismo nivel de seguridad.</p> <p>h) Si el riesgo asociado a un determinado peligro no puede convertirse en aceptable mediante la aplicación de códigos prácticos, se definirán medidas de seguridad adicionales aplicando uno de los otros dos principios de aceptación del riesgo.</p>		
		<i><b>Evaluación de riesgo en caso de uso de Sistema de Referencia</b></i>		
25	AI.2.4.1 AI.2.4.2(a-d)	<p>El proponente, con la asistencia de otros agentes implicados, analizará si uno, varios o todos los peligros están debidamente cubiertos por un sistema similar que pueda considerarse sistema de referencia.</p> <p>Un sistema de referencia deberá satisfacer al menos los siguientes requisitos:</p> <p>a) haber acreditado en la práctica un nivel aceptable de seguridad y seguir estando por ello autorizado en el Estado miembro donde se vaya a introducir el cambio;</p> <p>b) tener funciones e interfaces similares al sistema evaluado;</p> <p>c) utilizarse en condiciones de explotación similares al sistema evaluado;</p> <p>d) utilizarse en condiciones ambientales similares al sistema evaluado.</p>	N/A	
26	AI.2.4.3	<p>Si un sistema de referencia cumple los requisitos enumerados en el punto 2.4.2, por lo que respecta al sistema objeto de evaluación:</p> <p>a) los riesgos asociados a los peligros cubiertos por el sistema de referencia se considerarán aceptables;</p> <p>b) los requisitos de seguridad para los peligros cubiertos por el sistema de referencia podrán derivarse de los análisis de seguridad o de una evaluación de los documentos de seguridad del sistema de referencia;</p> <p>c) estos requisitos de seguridad se consignarán en el registro de peligros como requisitos de seguridad para los peligros pertinentes.</p>	N/A	

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
27	AI.2.4.4 AI.2.4.5	Si el sistema evaluado se desvía del sistema de referencia, la valoración del riesgo deberá demostrar que el sistema garantiza al menos el mismo nivel de seguridad que el sistema de referencia porque aplica otro sistema de referencia o uno de los otros dos principios de aceptación del riesgo. En ese caso, los riesgos asociados a los peligros cubiertos por el sistema de referencia se considerarán aceptables. Si no puede demostrarse un nivel de seguridad al menos igual al del sistema de referencia, se definirán medidas de seguridad adicionales para las desviaciones, aplicando uno de los otros dos principios de aceptación del riesgo.	N/A	
<b><i>Evaluación de Riesgo en caso de uso una Estimación Explícita de Riesgo:</i></b>				
28	AI.2.5.1 AI.2.5.12	1) Cuando los peligros no estén cubiertos por uno de los dos principios de aceptación del riesgo que se establecen en los puntos 2.3 y 2.4, la demostración de la aceptabilidad del riesgo llevará a cabo mediante una valoración y estimación explícita del riesgo. Los riesgos derivados de esos peligros serán estimados cuantitativa o cualitativamente, o llegado el caso tanto cuantitativa como cualitativamente, teniendo en cuenta las medidas de seguridad existentes. 2) La valoración y la estimación explícita del riesgo deberán satisfacer por lo menos los siguientes requisitos: a) los métodos utilizados para la estimación explícita del riesgo deberán reflejar correctamente el sistema evaluado y sus parámetros (incluidos todos los modos de explotación); b) los resultados deberán ser lo suficientemente exactos como para constituir una base sólida a efectos decisivos. Los pequeños cambios en las hipótesis o requisitos previos no deberán alterar de manera importante los requisitos.	N/A	
29	AI.2.5.2 AI.2.5.3 AI.2.5.4 AI.2.5.6 AI2.5.7	a) La aceptación de los riesgos estimados se evaluará utilizando criterios de aceptación del riesgo derivados de requisitos (o basados en los mismos) que figuren en la legislación de la Unión o en normas nacionales notificadas. En función de los criterios de aceptación del riesgo, la aceptación del riesgo podrá evaluarse individualmente para cada peligro asociado o para la combinación de todo el conjunto de peligros considerados en la estimación explícita del riesgo. b) Si el riesgo estimado no es aceptable, se definirán y ejecutarán medidas de seguridad adicionales a fin de reducir el riesgo a un nivel aceptable.	N/A	

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
		<p>c) Cuando el riesgo asociado a un peligro o a una combinación de peligros se considere aceptable, las medidas de seguridad definidas se consignarán en el registro de peligros.</p> <p>d) El proponente no estará obligado a efectuar una estimación explícita de los riesgos ya considerados aceptables mediante el uso de códigos de prácticas o sistemas de referencia.</p> <p>e) No obstante lo dispuesto en los puntos 2.5.1 y 2.5.4, los objetivos armonizados de diseño establecidos en el punto 2.5.5 se utilizarán para el diseño de los sistemas eléctricos, electrónicos y técnicos electrónicos programables. Dichos objetivos de diseño serán los más exigentes posibles para el reconocimiento mutuo.</p> <p>Los objetivos no se utilizarán ni como objetivos cuantitativos globales para la totalidad del sistema ferroviario de un Estado miembro, ni para el diseño de sistemas técnicos puramente mecánicos.</p> <p>En lo que se refiere a los sistemas técnicos mixtos con una parte puramente mecánica y otra parte eléctrica, electrónica y electrónica programable, la determinación de los peligros se efectuará de acuerdo con el punto 2.2.5. Los peligros derivados de la parte puramente mecánica no se controlarán utilizando los objetivos de diseño armonizados establecidos en el punto 2.5.5.</p> <p>f) El riesgo asociado con los fallos de funciones de sistemas técnicos a los que hace referencia el punto 2.5.5 se considerarán aceptables si también se cumplen los siguientes requisitos: (a) se ha demostrado la conformidad con los objetivos de diseño armonizados correspondientes; (b) los fallos sistemáticos asociados y los defectos sistemáticos se controlan de acuerdo con procesos de seguridad y calidad proporcionados al objetivo de diseño armonizado correspondiente al sistema técnico sometido a evaluación y definidos en las normas pertinentes comúnmente reconocidas; (c) las condiciones de aplicación para la integración segura en el sistema ferroviario del sistema técnico sometido a evaluación serán determinadas y consignadas en el registro de peligros con arreglo al punto 4. De conformidad con el punto 1.2.2, esas condiciones de aplicación se comunicarán al agente responsable de la demostración de la integración segura.».</p>		
30	AI.2.5.5 AI.2.5.6	<p>Crterios nacionales más o menos exigentes:</p> <p>a) Cuando los peligros surjan como consecuencia de fallos de funciones de un sistema técnico, no obstante lo dispuesto en los puntos 2.5.1 y 2.5.4, se aplicarán a dichos fallos los siguientes objetivos armonizados de diseño:</p>	N/A	

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
		<p>(a) cuando el fallo pueda de forma verosímil provocar un accidente catastrófico, el riesgo asociado no debe reducirse más si se ha demostrado que la frecuencia del fallo de la función es muy improbable;</p> <p>(b) cuando el fallo pueda de forma verosímil provocar un accidente crítico, el riesgo asociado no debe reducirse más si se ha demostrado que la frecuencia de fallo de la función es improbable.</p> <p>La elección entre la definición 23 y la definición 35 depende de la consecuencia peligrosa más verosímil del fallo.</p> <p>b) No obstante, si el proponente puede demostrar que el nivel de seguridad nacional en el Estado miembro de aplicación se puede mantener con una tasa de fallo superior a <math>10^{-9}</math> por hora de funcionamiento, el proponente puede utilizar este criterio en ese Estado Miembro. (Nota: se supone que solo la NSA responsable puede decidir si este principio se puede usar en un proyecto específico. El CSM-AB solo puede confirmar que el proceso de demostrar el cumplimiento con la cifra más alta se realizó de acuerdo a buenas normas industriales.</p>		
31	AI2.5.8- 2.5.11	<p>a) En relación con los objetivos de diseño cuantitativos armonizados de los sistemas técnicos, serán de aplicación las siguientes definiciones específicas: (a) por “directamente” se entenderá que el fallo de la función podría provocar el tipo de accidente a que se hace referencia en el punto 2.5.5 sin necesidad de que ocurran fallos adicionales;(b) por “potencial” se entenderá que el fallo de la función podría provocar el tipo de accidente a que se hace referencia en el punto 2.5.5;</p> <p>b) Cuando el fallo de una función del sistema técnico sometido a evaluación no provoque directamente el riesgo considerado, se permitirá la aplicación de objetivos de diseño menos exigentes si el proponente puede demostrar que la utilización de barreras tal como se definen en el artículo 3, punto 34, permite alcanzar el mismo nivel de seguridad.</p> <p>c) No obstante lo dispuesto en el procedimiento especificado en el artículo 17, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (*), a través de una norma nacional notificada, puede pedirse para el sistema técnico sometido a evaluación un objetivo de diseño más exigente que los objetivos armonizados de diseño establecidos en el punto 2.5.5 con el fin de mantener el nivel de seguridad existente en el Estado miembro. En el caso de las autorizaciones adicionales para la entrada en servicio de vehículos, se aplicarán los procedimientos de los artículos 23 y 25 de la Directiva 2008/57/CE.</p>	N/A	

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
		d) Cuando un sistema técnico se desarrolle sobre la base de los requisitos establecidos en el punto 2.5.5, será aplicable el principio de reconocimiento mutuo de conformidad con el artículo 15, apartado 5. No obstante, si, en relación con un peligro específico, el proponente puede demostrar que el nivel de seguridad existente en el Estado miembro en que se utiliza el sistema se puede mantener con un objetivo de diseño menos exigente que el objetivo de diseño armonizado, este objetivo de diseño menos exigente puede utilizarse en lugar del armonizado.		
		<b><i>Identificación de Medidas de Seguridad</i></b>		
32	AI.2.2.4 AI.2.1.6	Identificación de Medidas de Seguridad: (a) Durante la determinación de los peligros, podrán definirse medidas de seguridad. Los peligros determinados se consignarán en un registro de conformidad con el punto 4. (b) La aplicación de estos principios de aceptación del riesgo indicará las posibles medidas de seguridad que convertirán el riesgo o riesgos del sistema evaluado en aceptables.	Sí	Registro Específico de Peligros
		<b><i>Especificación de Requisitos de Seguridad</i></b>		
33	Art2(4)	La aplicación del presente Reglamento en el caso contemplado en el apartado 3, letra b), del presente artículo no deberá suponer la imposición de requisitos que contradigan a los establecidos en las ETI pertinentes.	Sí	
34	AI.1.1.1 AI.2.1.6 Art2(1) AI.2.1.1.a AI.2.1.2.f	a) El proceso de evaluación de riesgo determinará los peligros, los riesgos, las medidas de seguridad asociadas a los requisitos de seguridad resultantes que deberá cumplir el sistema evaluado. b) La aplicación de estos principios de aceptación del riesgo indicará las posibles medidas de seguridad que convertirán el riesgo o riesgos del sistema evaluado en aceptables. Entre estas medidas de seguridad, las elegidas para controlar el riesgo o riesgos se convertirán en los requisitos de seguridad que debe cumplir el sistema. c) Considerar la definición del sistema y las medidas de seguridad existentes cuando se definen los requisitos de seguridad.	Sí	Registro Específico de Peligros
35	AI.2.3.5(b)	El uso de los códigos prácticos se consignará en el registro de peligros como requisito de seguridad para los peligros pertinentes.	Sí	Registro Específico de Peligros

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
36	AI.2.4.3(b)(c)	<p>a) Si un sistema de referencia cumple los requisitos enumerados en el punto 2.4.2, por lo que respecta al sistema objeto de evaluación:</p> <p>b) los requisitos de seguridad para los peligros cubiertos por el sistema de referencia podrán derivarse de los análisis de seguridad o de una evaluación de los documentos de seguridad del sistema de referencia;</p> <p>c) estos requisitos de seguridad se consignarán en el registro de peligros como requisitos de seguridad para los peligros pertinentes.</p>	N/A	
<b><i>Demostración de Cumplimiento de los Requisitos de Seguridad</i></b>				
37	AI.1.1.1.b AI.3.1 AI.3.2 AI.2.1.6	<p>a) Antes de la aceptación de la seguridad del cambio, se demostrará el cumplimiento de los requisitos de seguridad resultantes de la fase de evaluación del riesgo, bajo la supervisión del proponente.</p> <p>b) Esta demostración la llevará a cabo cada uno de los agentes responsables del cumplimiento de los requisitos de seguridad, según la decisión adoptada de conformidad con el punto 1.1.5.</p> <p>c) La aplicación de estos principios de aceptación del riesgo indicará las posibles medidas de seguridad que convertirán el riesgo o riesgos del sistema evaluado en aceptables. Entre estas medidas de seguridad, las elegidas para controlar el riesgo o riesgos se convertirán en los requisitos de seguridad que debe cumplir el sistema. El cumplimiento de estos requisitos de seguridad se demostrará de conformidad con el punto 3.</p>	Sí	Registro Específico de Peligros
38	AI.1.1.1.b AI.3.4 AI.2.1.7	<p>a) En caso de que las medidas de seguridad que en principio deben cumplir los requisitos de seguridad no sean adecuadas o de que se descubran nuevos peligros durante la demostración del cumplimiento de los requisitos de seguridad, el proponente deberá proceder a una nueva evaluación y valoración de los riesgos asociados, con arreglo al punto 2. Los nuevos peligros determinados se consignarán en un registro de conformidad con el punto 4.</p> <p>b) El proceso iterativo de evaluación del riesgo se considerará finalizado cuando se demuestre que se cumplen todos los requisitos de seguridad y no sea necesario considerar ningún peligro adicional razonablemente previsible.</p>	Sí	
<b><i>Evidencias de la Aplicación del Proceso de Gestión de Riesgo</i></b>				
39	AI.5.1	El proponente documentará el proceso de gestión del riesgo utilizado para evaluar los niveles de seguridad y el cumplimiento de los requisitos de seguridad, de manera que el organismo de evaluación	Sí	Caso de Seguridad

Nº	Apartado Reglamento 402/2013	Requisito	Cumple / No cumple	Demostración
		pueda acceder a todos los documentos necesarios que demuestren la idoneidad tanto de la aplicación del proceso de gestión del riesgo como de sus resultados. La documentación presentada por el proponente con arreglo al punto 5.1 incluirá al menos:		
40	AI.5.2	- una descripción de la organización y de los expertos designados para llevar a cabo el proceso de evaluación del riesgo;	Sí	El proyecto cuenta con un documento en el que consta el nombramiento del equipo evaluador
41	AI.5.2	- los resultados de las distintas fases de la evaluación del riesgo	Sí	Caso de Seguridad
42	AI.5.2	- una lista de todos los requisitos de seguridad necesarios que deben cumplirse para reducir el riesgo a un nivel aceptable	Sí	Caso de Seguridad
43	AI.5.2	- pruebas del cumplimiento de todos los requisitos de seguridad necesarios;	PTE	Evidencias
44	AI.5.2	- todos los supuestos pertinentes para la integración, funcionamiento y mantenimiento del sistema que se hubieran realizado durante la determinación, el diseño y la evaluación del riesgo de aquel.	Sí	Caso de Seguridad + Registro Específico de Peligros

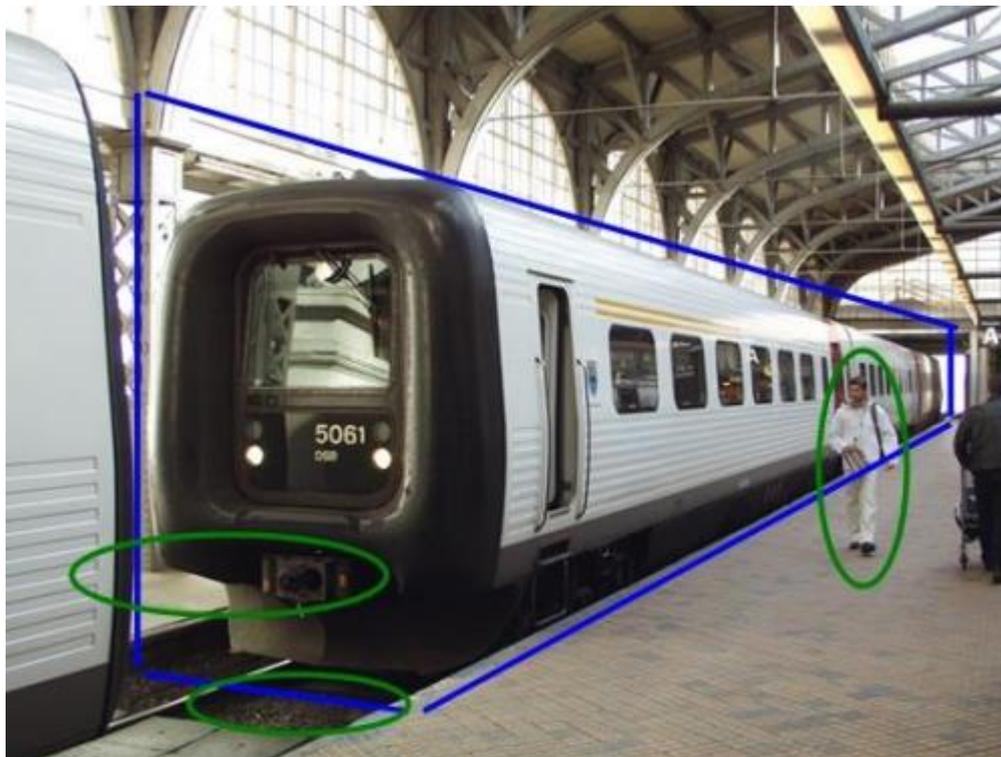
Tabla 1. Plan de Aplicación de Reglamento 402

- Requisitos #1 y #2: El Reglamento 402/2013 [1] demanda la definición del sistema. Una correcta definición permite conocer el sistema a detalle y motiva a que se lleve a cabo una identificación de peligros completa al tener en cuenta múltiples factores que de otra forma se obviarían. Ambos requisitos se cumplimentan en el apartado 3 del Caso de Seguridad [ANEXO A].

La definición del sistema podrá elaborarse de diferentes formas, siendo las más comunes la creación de un documento individual en el que se muestre una visión general del sistema o la inclusión de un apartado en el caso de seguridad que brinde esta misma información. Dicha definición muestra los subsistemas internos, las interfaces internas con sistemas vecinos, las fronteras del sistema, interacciones y toda aquella información relevante que brinde una visión más clara de los posibles peligros que puedan intervenir.

A primera vista podría parecer una tarea fácil de completar, pero una vez se comunica a las partes interesadas, puede iniciar importantes discusiones.

Con tal sólo dar un vistazo a la siguiente imagen podremos tener una idea general de cómo se comportan las fronteras e interfaces:



*Ilustración 4. Interfaces y Fronteras [11]*

El sistema del ejemplo está demarcado por las líneas azules que podemos denominar “fronteras”. Todo aquello con lo que interactúen las líneas azules muestra las interfaces. Se dice que existe una interfaz cuando el sistema en cuestión interactúa con otros sistemas, como las ruedas con el carril o las puertas del tren con pasajeros.

La definición del sistema es un proceso iterativo que hace surgir muchas preguntas: ¿Es el mantenimiento parte del sistema? ¿Es la explotación parte del sistema? ¿Son los pasajeros parte del sistema? ¿Tal vez el control de tráfico?

Por otro lado, es importante conocer el sistema en estudio, ya que cada componente puede formar parte de otro subsistema, cuyos peligros pueden haber sido ya considerados. Este es el caso de los productos genéricos y sus aplicaciones genéricas, cuyo funcionamiento debe estar certificado y no se incluye en la evaluación de riesgo de aplicaciones específicas.

A continuación, se muestra un diagrama de bloques de un sistema de freno electrónico como ejemplo de cómo se puede definir un sistema gráficamente:

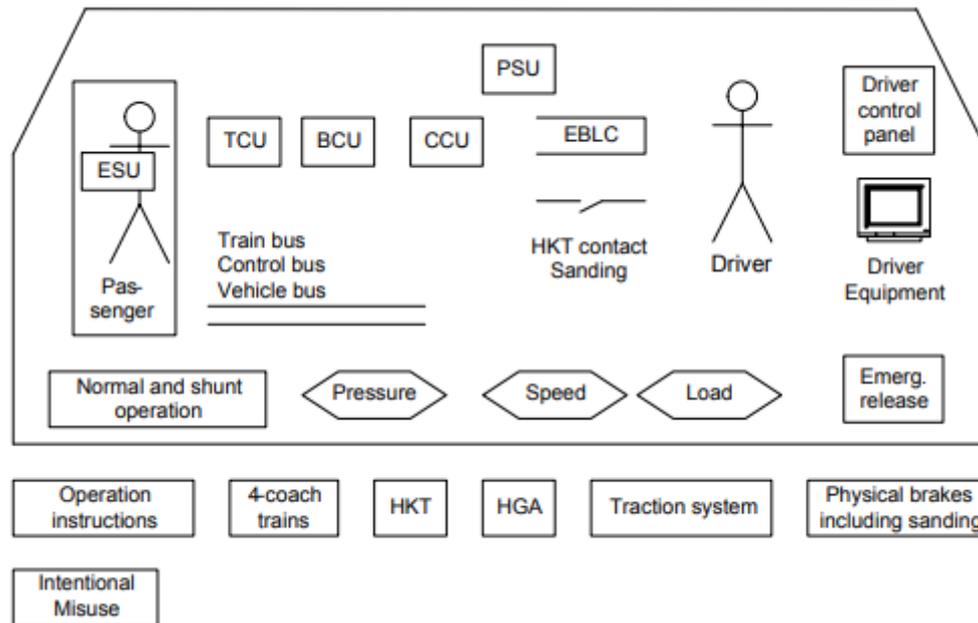


Ilustración 5. Definición de un Sistema de Freno Eléctrico a Través de un Diagrama de Bloques [11]

Tal definición deberá incluir, entre otros extremos:

- **Objetivo del sistema:** Se define como el propósito previsto y brinda un perfil de la misión del sistema.
- **Funciones y elementos del sistema:** En el ejemplo de la Ilustración 5 se deberán definir las funciones técnicas que el sistema de freno eléctrico debe ejecutar. Sin embargo, existen otros elementos humanos y operativos que forman parte del sistema también.  
Los elementos humanos en este caso incluyen a los maquinistas y pasajeros y entre los elementos operativos se encuentra el mantenimiento. De esta definición casi inmediatamente se puede inferir que será relevante velar por el correcto accionamiento del freno eléctrico por parte del maquinista y el mantenimiento apropiado del sistema.  
Para facilitar la descripción del sistema, también pueden definirse las funciones que quedan fuera del análisis.
- **Fronteras del sistema:** Los términos “frontera” e “interfaz” son comúnmente mezclados. Volviendo a la Ilustración 4 y las delimitaciones marcadas en azul y verde, podemos distinguir estas dos. Podemos definir “frontera” como el límite que divide un sistema y lo separa de otro. Una interfaz, sin embargo, existe en una frontera y está compuesto por dos sistemas o más.  
En la definición de las fronteras del sistema es de gran importancia incluir los sistemas que interactúan, aunque estos no formen parte del mismo. En el ejemplo

de la ilustración, no es casualidad que el tren no se muestre por sí solo, como un sistema individual. Se define la frontera del vehículo, pero también se da una visión más amplia del sistema y el entorno que le rodea.

En el ejemplo mostrado, entre el tren y la infraestructura, existe una interfaz que se debe tomar en cuenta para definir los riesgos derivados de dicha interacción.

- Interfaces físicas y funcionales: Entiéndase interfaz física como la interacción con el entorno físico, como condiciones climáticas, de altitud, mecánicas, etc.

Ya que el concepto de interfaz ha sido discutido en el punto anterior, podemos saltar a la clasificación de interfaces según la normativa UNE-EN 50129:2020 [7] en su sección 2.2 “Definición de las interfaces”. Según esta norma, las interfaces en elementos electrónicos, por ejemplo, pueden clasificarse como:

- Interfaces Hombre-Máquina: En esta interfaz se deben considerar los mecanismos usados por el operador para accionar el sistema, todos aquellos procedimientos para instalarlo y configurarlo, así como el manual de mantenimiento a utilizar por el personal de mantenimiento. Por supuesto, estos son sólo algunos ejemplos de las interfaces hombre-máquina que pueden existir.
- Interfaces del Sistema: Existen también interfaces internas (vigilancia del funcionamiento correcto del sistema, canales de comunicación, estructuras internas) y externas (sensores, accionamientos, instalaciones en caso de expansión) que deben ser incluidas en la definición.

La normativa UNE-EN 50128:2012 [4] también contempla las interfaces con otras partes del software. Esta norma indica que se debe redactar un documento llamado “Especificación de la Interfaz del Software” para todas las interfaces entre componentes software.

- Entorno del sistema: Si bien las variables previamente planteadas proporcionan información importante sobre el entorno del sistema, existen otros factores como condiciones medioambientales, flujo energético y térmico, choques, vibraciones, interferencias electromagnéticas, uso operativo, etc., que deben formar parte de la definición del sistema.

Como ejemplo concreto, pensemos en las interferencias electromagnéticas que pudiesen generarse si no se conocen las emisiones de otros elementos alrededor del sistema. Resulta clave conocer dichos valores y adaptar el sistema en estudio de manera que se eviten situaciones como ésta que pudiesen afectar el funcionamiento de los elementos que componen el sistema ferroviario.

El conjunto de normas europeas específicas de producto sobre compatibilidad electromagnética en el sistema ferroviario UNE-EN 50121:2017 [13] proporciona una guía para definir la compatibilidad entre las partes internas del sistema ferroviario y sobre cómo adoptar medidas adicionales para asegurar una compatibilidad apropiada con lugares cuyos niveles de interferencia electromagnética son inusualmente altos.

- Medidas de seguridad en vigor y requisitos de seguridad indicados en el proceso de evaluación del riesgo: Será necesario definir también las medidas de seguridad que acotan la evaluación del riesgo, tales como directivas, reglamentos, especificaciones técnicas, instrucciones técnicas, manuales, entre otros. De esta manera, será posible definir también cuáles son aquellos requisitos de seguridad adicionales que deben cumplirse y para los cuales no existan medidas de seguridad que mitiguen tales riesgos.

- Hipótesis que acoten la evaluación del riesgo: Estas hipótesis permitirán determinar cuáles son aquellos procedimientos que se consideran necesarios para la evaluación del riesgo. Son las bases sobre las cuales se estructura el análisis de riesgo, permitiendo una evaluación más precisa y manejable de los posibles peligros. Un ejemplo de este tipo de hipótesis está relacionado con la asunción del cumplimiento de la normativa en vigor, como el Reglamento de Circulación Ferroviaria, o el seguimiento de los procedimientos internos ya definidos para mitigar riesgos detectados durante otras evaluaciones. De esta manera, se logra encontrar un enfoque más eficiente, evitando abordar riesgos ya mitigados.
- Requisito #10: El décimo requisito identificado en el Plan de Aplicación se refiere a la definición de tareas de seguridad para el proceso de gestión de riesgo y enlista un mínimo de tareas a definir según la siguiente lista:
  - La definición del sistema sometido a evaluación: Tal como se abordó en el apartado anterior en lo relativo a los requisitos 1 y 2, la definición del sistema es un paso inicial de gran peso durante el proceso de gestión de riesgo y forma parte de las tareas de seguridad que deben completarse.
  - La identificación de los diferentes agentes y sus tareas (incluyendo sus actividades de gestión de riesgo): Así como es muy importante la identificación de riesgos, deben identificarse los agentes responsables de la gestión de dichos riesgos, ya que serán ellos los encargados de ejecutar las medidas de mitigación y presentar las evidencias pertinentes. El registro de peligros es la principal fuente de dicha información, ya que cada uno de los peligros identificados irá seguido de su correspondiente responsable a fin de trazar correctamente su mitigación. En lo que se refiere a las actividades de gestión de riesgo, el Anexo G de la normativa UNE-EN 50126:2 [5] define algunas funciones y responsabilidades clave en materia de seguridad del sistema, entre las que se encuentran:
    - Diseñador → Responsabilidades:
      1. Especificación de los requisitos
      2. Desarrollar y mantener la especificación de requisitos
      3. Administrar la especificación de requisitos
      4. Garantizar la coherencia y la compleción dentro de la especificación de requisitos (con referencia a los requisitos del usuario y al entorno final de la aplicación)
      5. Garantizar que los requisitos y especificaciones se encuentran bajo la gestión de cambios y configuración, incluidos el estado, la versión y el estado de autorización.
      6. Establecer y mantener la trazabilidad entre los requisitos
      7. Transformar los requisitos especificados en soluciones aceptables
      8. Controlar la arquitectura y las soluciones de diseño descendente
      9. Definir y seleccionar métodos de diseño y herramientas de soporte
      10. Aplicar los principios y normas de diseño de seguridad
      11. Desarrollar, cuando proceda, especificaciones del subsistema.
      12. Mantener la trazabilidad hasta y desde los requisitos especificados
      13. Desarrollar y mantener la documentación de diseño
      14. Garantizar que los documentos de diseño están bajo el control de las modificaciones y de la configuración
      15. Garantizar la integridad y coherencia de la documentación de diseño
    - Verificador → Responsabilidades:
      1. Desarrollar un plan de verificación (que puede incluir cuestiones relativas a la calidad) exponiendo qué necesita verificarse y qué tipos de procesos (por ejemplo, revisiones, análisis, etc.) y ensayos se requieren

como prueba

2. Gestionar el proceso de verificación (revisión, integración y ensayos) y garantizar la independencia de las actividades según sea necesario
3. Comprobar la adecuación (compleción, coherencia, corrección, relevancia y trazabilidad) de las pruebas documentadas a partir de las revisiones, de la integración y de los ensayos con los objetivos de verificación especificados
4. Desarrollar y mantener registros de las actividades de verificación
5. Elaborar un informe de verificación en el que se expongan los resultados de las actividades de verificación y asegurarse de que se planifican las actividades de ensayo
6. Identificar las anomalías, clasificarlas en términos del riesgo (impacto) que suponen, y registrarlas y comunicarlas al organismo competente de la gestión de las modificaciones para su evaluación y toma de decisiones
7. Gestionar los ensayos para las actividades de verificación:
  - a) Desarrollar la especificación de ensayos (objetivos y ensayos)
  - b) Ejecutar los ensayos de acuerdo con la especificación y planificación de ensayos
  - c) Garantizar la trazabilidad de los objetivos de los ensayos con respecto a los requisitos especificados del sistema
  - d) Garantizar la trazabilidad de los casos de ensayo con respecto a los objetivos de ensayo especificados
  - e) Garantizar la realización de los ensayos previstos y la realización de los casos de ensayo especificados
  - f) Identificar las desviaciones de los resultados previstos y registrarlos en los informes de ensayos
- Validador → Responsabilidades:
  1. Establecer una comprensión del sistema en el entorno de aplicación previsto
  2. Desarrollar un plan de validación y especificar las tareas y actividades esenciales para la validación del software y ponerse de acuerdo sobre este plan con el evaluador independiente de la seguridad, si se cuenta con él/ella
  3. Revisar los requisitos del sistema en relación a su uso/entorno previsto
  4. Revisar el resultado en relación con los requisitos del sistema para asegurarse de que se cumplen todos ellos
  5. Evaluar la conformidad del proceso y del resultado en relación a los requisitos de esta norma europea incluyendo el SIL (nivel de integridad de la seguridad) asignado
  6. Revisar la corrección, coherencia y adecuación de la verificación y de los ensayos
  7. Comprobar la corrección, coherencia y adecuación de los casos de ensayo y de los ensayos realizados
  8. Asegurarse de que se llevan a cabo todas las actividades previstas en el plan de validación del sistema
  9. Revisar y clasificar todas las desviaciones en términos de riesgo (impacto), registrarlas y comunicarlas al organismo competente de la gestión de las modificaciones para su evaluación y toma de decisiones
  10. Proporcionar una recomendación sobre la idoneidad del resultado para su uso previsto e indicar cualquier restricción de la aplicación, según sea apropiado
  11. Capturar las desviaciones con respecto al plan de validación del sistema

12. Realizar auditorías, inspecciones o revisiones del proyecto global (como instancias del proceso de desarrollo genérico) según sea apropiado en varias fases del desarrollo
  13. Revisar y analizar los informes de validación de otras aplicaciones genéricas, si se reutilizan para el sistema en consideración
  14. Revisar si las soluciones desarrolladas son trazables hasta los requisitos
  15. Garantizar que se revisan los registros de situaciones peligrosas asociadas y los casos de no conformidad y que se resuelven todas las situaciones peligrosas de manera adecuada bien sea mediante medidas que las eliminen o con medidas de control/transferencia de los riesgos
  16. Desarrollar un informe de validación
  17. Expresar su acuerdo/desacuerdo para la publicación de los resultados
- Evaluador independiente de la seguridad → Responsabilidades:
    1. Cuando se les encargue una evaluación independiente de la seguridad, garantizar que no intervengan ni directamente ni como representantes autorizados en el diseño, fabricación, construcción, comercialización, funcionamiento o mantenimiento del sistema objeto de una evaluación independiente.  
(Esto no excluye la posibilidad de intercambio de información técnica)
    2. Establecer una comprensión del sistema en el entorno de aplicación previsto
    3. Desarrollar un plan de evaluación y comunicárselo a la autoridad de seguridad y/o a la organización del cliente (organismo contratante del evaluador)
    4. Evaluar la conformidad del proceso y del resultado en relación a los requisitos de esta norma europea incluyendo el SIL (nivel de integridad de la seguridad) asignado
    5. Evaluar la competencia del personal del equipo de proyecto y de la organización para desarrollos
    6. Evaluar las actividades de verificación y validación y las pruebas justificativas
    7. Evaluar los sistemas de gestión de la calidad adoptados para los desarrollos
    8. Evaluar la configuración y el sistema de gestión de las modificaciones y las pruebas de su uso y aplicación
    9. Identificar y evaluar en términos de riesgo (impacto) toda desviación de los requisitos en el informe de evaluación
    10. Evaluar que las auditorías de seguridad se han llevado a cabo y documentado de manera adecuada
    11. Realizar inspecciones del proceso de desarrollo global según sea apropiado durante varias fases del desarrollo
    12. Dar una opinión profesional sobre la validez de los resultados para su uso previsto detallando las restricciones, condiciones de aplicación y observaciones para el control de riesgos, según sea apropiado
    13. Desarrollar y mantener registros e informes de acuerdo con el plan de evaluación

Resulta de gran utilidad que esta normativa establezca estos roles de seguridad, así como una descripción de las responsabilidades de cada función y sus competencias principales. De esta manera, se pueden fundar las bases de las tareas principales a ejecutar por aquellos agentes que intervengan en la gestión de riesgo.

- El proceso de evaluación de riesgo y la demostración de que el sistema cumple los requisitos de seguridad indicados: Dicho proceso debe ser justificado y documentado a través de las evidencias respectivas o a través de un informe de seguridad, también llamado caso de seguridad.

De acuerdo con la norma UNE-EN 50126:1 [4], el caso de seguridad consiste en la justificación estructurada y documentada de la seguridad que aporta las evidencias de cómo el sistema en cuestión cumple los requisitos de seguridad especificados, dentro del alcance definido de su uso propuesto. Es por ello, que el Anexo A del presente documento se encarga de: documentar la identificación y gestión de peligros, la evaluación de los riesgos asociados a los peligros, las medidas de seguridad asociadas a controlar los riesgos y los requisitos de seguridad resultantes.

- Por último, dicho apartado hace especial énfasis en el mantenimiento del registro de peligros por parte del Proponente, pues será precisamente éste último quién actualizará el registro de peligros a lo largo del ciclo de vida del sistema. De esta manera, introducimos la definición de ciclo de vida: el ciclo de vida en V presentado por la norma UNE-EN 50126-1 [4] presenta 12 fases que forman parte de dos ramas. La rama descendente es a la que normalmente se denomina "desarrollo" y es un proceso de refinamiento que termina con la fabricación de los componentes del sistema, mientras que la rama ascendente está relacionada con el montaje, la instalación, la entrega y, posteriormente, la explotación y mantenimiento de todo el sistema.

Previo a la explotación del sistema, existen dos momentos en los que el registro de peligros evolucionará de manera significativa: 1) durante el concepto y diseño del sistema (rama descendente) y 2) durante la integración y aceptación del sistema (rama ascendente). Posterior a estos dos grandes momentos y conforme el sistema sea modificado o el entorno cambie, se añadirán, actualizarán o cancelarán peligros, permitiendo de esta manera realizar un seguimiento idóneo y actual de la gestión de los peligros hasta que se realice la retirada del servicio del sistema.

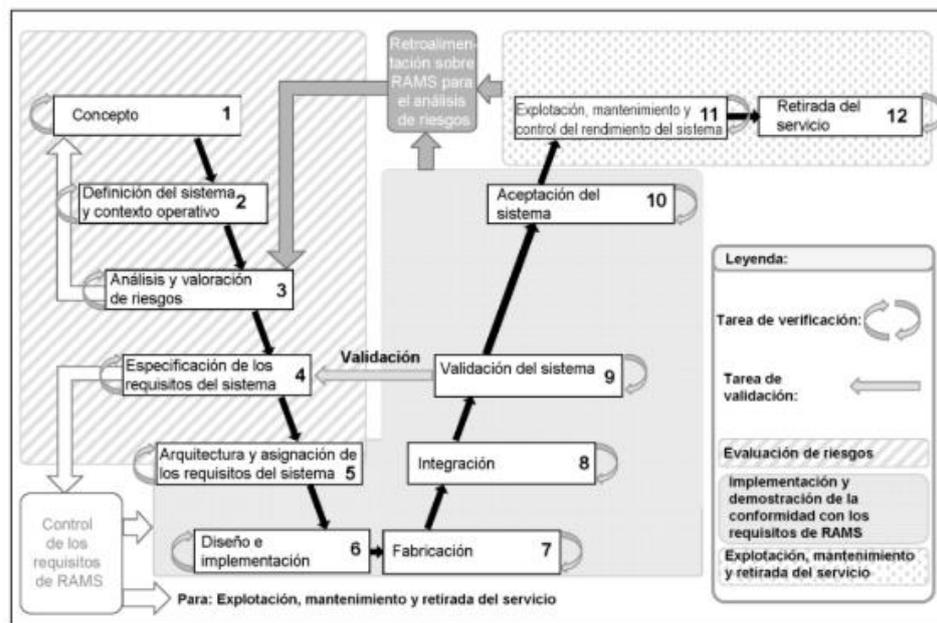


Ilustración 6. Representación del ciclo en V de acuerdo con UNE-EN 50126-1:2018 [4]

- Requisito #12: El Reglamento 402 [2] y la normativa CENELEC [5][6] tienen innumerables enfoques en común y uno de ellos corresponde a la gestión de la calidad. Ambos documentos enfatizan las buenas prácticas en cuestión de calidad para apoyar las tareas y la gestión de la seguridad.

Para abordar este punto será necesario pensar en la relación entre RAMS y calidad. Una gestión de calidad enfocada en la frecuencia del servicio, la regularidad del servicio y la estructura tarifaria también supervisará de cerca los indicadores de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad, cuya afección impacta directamente al servicio prestado. Tal como fue detallado en apartados anteriores, los indicadores RAMS brindan información cuantitativa y cualitativa de la fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad. Si nos detenemos en cada uno de los indicadores y su impacto según éstos sean más altos o bajos, estables o inestables, existe un punto en común donde todos ellos se encuentran: el servicio al cliente. Observemos un ejemplo:

- La afección de la fiabilidad de un sistema provocará como consecuencia que un elemento deje de funcionar de la manera para la cual fue diseñado, es decir, que se provoque un fallo. Si un sistema ferroviario es menos fiable, provocará paradas y retrasos en el servicio de transporte, asumiendo que dichos fallos son seguros.
- El incumplimiento de indicadores de disponibilidad puede ser provocado por el punto anterior. Un sistema fuera de servicio conllevará menos frecuencias, en lo que al transporte ferroviario se refiere, y retrasos en la operación y el tráfico.
- La capacidad de restauración de un elemento a su estado óptimo de explotación, o también conocido como mantenibilidad, tiene un efecto directo en la disponibilidad del sistema. Si no existen buenas condiciones para el mantenimiento, tales como instalaciones, accesibilidad, procedimientos, recursos humanos y materiales, el mantenimiento del sistema tomará más tiempo del esperado durante su diseño, lo cual también afectará el servicio al usuario.
- Por último, la seguridad del sistema tiene un gran impacto en la calidad del servicio. Resulta impensable relacionar la idea de un servicio inseguro con un servicio de calidad. Según la norma EN ISO 9001 [14], la calidad se define como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. Tomando en cuenta que el proceso de gestión de riesgo conlleva la identificación y cumplimiento de los requisitos de seguridad del sistema, no es extraño el respaldo en la calidad del sistema para velar por la consecución de éstos.

El Caso de Seguridad debe evidenciar la correcta ejecución de la gestión de la calidad a través de actividades como: buenas prácticas de gestión de la calidad en la adquisición de materiales y en el control de los procesos de fabricación e instalación, cumplimiento de los requisitos de la Norma EN ISO 9001 [14], informes de garantía de la calidad relativos al proceso de fabricación, informes de garantía de la calidad relativos a los ensayos, medidas de calidad para prevenir o detectar errores que se produzcan durante el almacenamiento y el transporte, procedimientos de gestión de la competencia del personal, entre otros.

Aunque existen aún más puntos tomados en cuenta durante la planificación de la aplicación de los MCS, los siguientes apartados tienen como objetivo profundizar en cómo se llevaron a cabo, por lo que se brindará más información al respecto a continuación.

## 6. DEFINICIÓN DEL CAMBIO TÉCNICO

Los Requisitos #1 y #2 del apartado anterior tenían como objetivo describir cómo llevar a cabo la definición del sistema y la importancia de su aplicación. No obstante, aún no queda claro cómo documentar este proceso y ese precisamente ese el objetivo de esta sección: una introducción al Caso de Seguridad.

De acuerdo con la normativa UNE-EN 50126:2018 [4], el Caso de Seguridad es la justificación estructurada y documentada de la seguridad que aporta las evidencias de cómo el sistema en cuestión cumple los requisitos de seguridad especificados, dentro del alcance definido de su uso propuesto. Este documento es la herramienta a través de la cual se brinda tanto al proponente como al Evaluador Independiente de la Seguridad la prueba del cumplimiento de la normativa CENELEC, las Directivas, Reglamentos y Legislaciones aplicables.

El Reglamento 402 [2] no define claramente, más allá del Registro Específico de Peligros, cómo se reunirán todas las pruebas de la correcta ejecución del Reglamento. Es por ello por lo que, para los estudios de seguridad que forman parte del presente Trabajo Fin de Máster, se ha elegido seguir la recomendación de la normativa CENELEC para la justificación de la estrategia usada.

La normativa UNE-EN 50129:2020 [7] sugiere una estructura para el Caso de Seguridad que conta de las siguientes secciones:



*Ilustración 7. Estructura del Caso de Seguridad [7]*

La estructura del Caso de Seguridad le concede a la definición del sistema una sección entera en la que se incluirá toda la información ya referenciada en los Requisitos #1 y #2.

## 7. DEFINICIÓN DE LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD

Previamente se definió el concepto de “Requisitos de Seguridad” (Ver introducción a Definición de los Requisitos de Seguridad del proyecto). Para este Trabajo Fin de Máster, la definición de los requisitos de seguridad se contempló siguiendo el Requisito #35 del apartado 5 que indica:

*“El uso de los códigos prácticos se consignará en el registro de peligros como requisito de seguridad para los peligros pertinentes.”*

La razón es clara: si se mitigarán peligros con el uso de códigos prácticos, su uso deberá ser obligatorio durante la ejecución del proyecto. De allí, su conexión con el Registro Específico de Peligros, en este caso.

A continuación, se encuentra un ejemplo de los requisitos de seguridad establecidos ante el peligro de pérdida de comunicación entre pasajeros y maquinista:

### Hazard log, risk analysis and Safety requirements

Id	Sub Sys - tem	Hazard → accident	Cause	B e f o r e			Risk mitigation actions	a f t e r			Clo sed	Ow - ner
				C	F	R		C	F	R		
1	Co mm u- nica -tion	Loss of verbal communication between passenger and Train driver → Passenger can not warn the train driver In an emergency situation	<u>Technical failure:</u> Technical failure in communication equipment  <u>Human error:</u>	-	-	-	1. Several speech units in each coach  2. Passenger emergency brake  3. Public Announcement equipment	Cata- strophic	Im- Prob- able	Neg li- gibe l		

Ilustración 8. Registro de Peligros, Evaluación de Riesgo y Requisitos de Seguridad [11]

Los requisitos de seguridad en este ejemplo se establecen a través de la redundancia de equipos de comunicación, la adición de un freno de emergencia accionado por el pasajero y la adición de un equipo de anuncio público en el interior del tren.

Otro ejemplo puede encontrarse en la monografía publicada por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) en el esquema del estudio de riesgos:

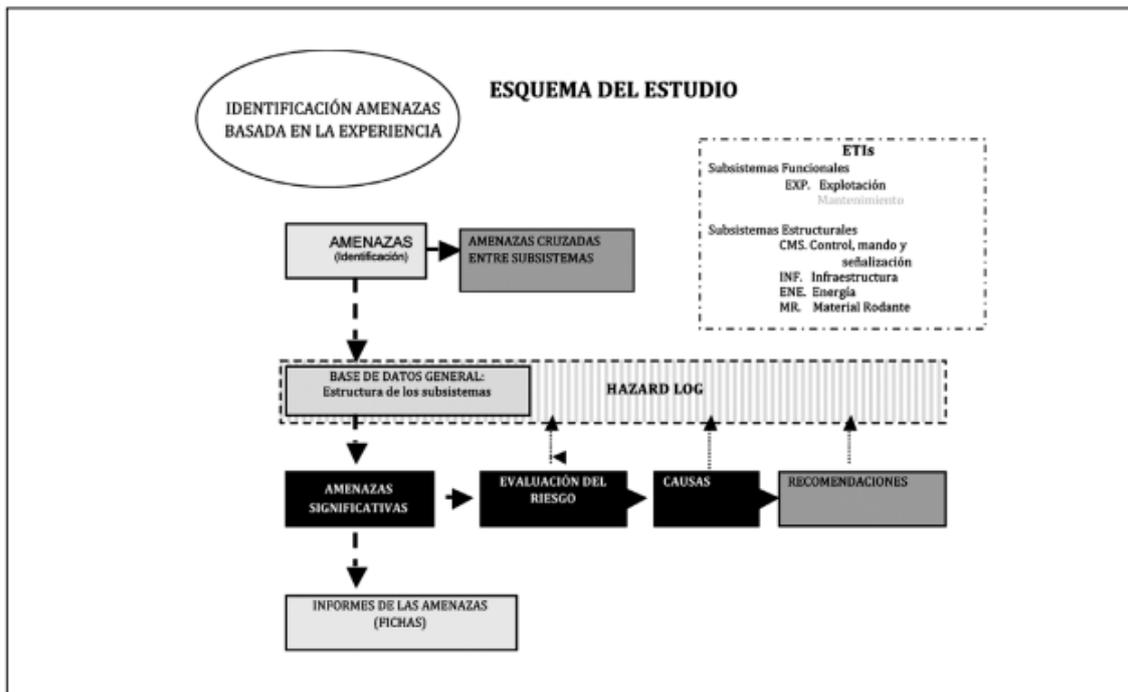


Ilustración 9. Esquema del Estudio de Riesgos [16]

En este esquema los requisitos de seguridad se representan como recomendaciones para mitigar el nivel de riesgo. Tal como se puede observar, son las medidas finales que surgen de la identificación de riesgos y sus causas.

Aunque no forme parte del alcance del presente Trabajo Fin de Máster, este ejemplo es interesante porque plantea la definición de requisitos de seguridad desde el diseño de un vehículo. Los peligros encontrados y relacionados al fallo de los diferentes subsistemas que componen un tren podrán determinarse a través de diferentes métodos, siendo dos de ellos:

- **Análisis de Árbol de Fallos:** El análisis de árbol de fallos (FTA) es una metodología deductiva y sistemática para definir un solo evento específico no deseado y determinar todas las posibles razones (fallos) que pudiesen ocasionar que el evento ocurra. El evento no deseado constituye el evento principal en un diagrama de árbol de fallos y generalmente representa un fallo completo o catastrófico del sistema. El FTA se enfoca en una serie de posibles fallos del sistema, específicamente aquellos que pueden causar un evento catastrófico.

Quando se aplica correctamente, este análisis es extremadamente útil durante las fases iniciales de diseño del sistema como una herramienta de evaluación para conducir modificaciones de diseño preliminares. Después que un sistema se pone en servicio, los resultados del FTA pueden ser usados como una herramienta de resolución de problemas. A través de un FTA, un sistema puede ser evaluado desde la perspectiva tanto de la fiabilidad como de la probabilidad de fallo.

El análisis de árbol de fallos puede usarse para:

- Análisis funcional de sistemas altamente complejos.
- Observación de efectos combinados de eventos no críticos simultáneos sobre el evento principal.
- Evaluación de requisitos de seguridad y especificaciones.
- Evaluación de fiabilidad del sistema.
- Evaluación de interfaces humanas.

- Evaluación de interfaces software.
  - Identificación de potenciales defectos de diseño y peligros.
  - Evaluación de potenciales medidas correctivas.
  - Simplificación de mantenimiento y reparación.
  - Eliminación lógica de causas desde un fallo observado.
- **Análisis de Modos de Fallos y Efectos:** Un análisis de Modos de Fallos y Efectos (FMEA) es una evaluación de la fiabilidad y una técnica de revisión de diseño que examina los potenciales modos de fallo dentro de un sistema [12]. Cada modo de fallo de hardware o software es clasificado de acuerdo con su impacto en éxito operativo del sistema y la seguridad del personal. FMEA usa la lógica inductiva (un proceso de encontrar explicaciones) en un análisis de sistema “de abajo hacia arriba”. Este enfoque comienza al nivel más bajo de la jerarquía del sistema y va trazando hacia arriba a través de la misma jerarquía del sistema para determinar el efecto final sobre el desempeño del sistema. El máximo beneficio de completar un FMEA es obtenido de una aplicación temprana el ciclo de vida del sistema en lugar de una aplicación más tardía una vez el diseño del sistema ha sido terminado.

FMEA es una técnica efectiva que:

- Determina los efectos de cada modo de fallo en el desempeño del sistema.
- Enfatiza la identificación de puntos únicos de fallo.
- Suministra datos para desarrollar modelos de análisis de árbol de fallos y diagrama de bloques de fiabilidad.
- Suministra una base para identificar causas raíz y desarrollar acciones correctivas.
- Facilita la investigación de alternativas de diseño a fin de considerar una alta fiabilidad en las etapas conceptuales de diseño.
- Ayuda en el desarrollo de métodos de ensayos y técnicas de reparación.
- Provee una base para los análisis cualitativos de fiabilidad, mantenibilidad, seguridad y logística.
- Usa un método documentado, sistemático e uniforme.
- Puede suministrar una identificación temprana de puntos únicos de fallo y problemas entre interfaces del sistema.
- Provee el criterio para la planificación temprana de ensayos a fin de caracterizar las debilidades del diseño.
- Suministra una base para el análisis de seguridad como parte de la evaluación de las características de seguridad del diseño.
- También es una base para la resolución de problemas operacionales y para ubicar dispositivos de monitorización de funcionamiento y detección de fallos dentro del sistema.

A continuación, un extracto de un análisis FMEA de la rodadura de un tren:

Failure Modes and Effects Analysis															
The object of analysis: FREIGHT WAGON			Staff:							Coordinator:		Date:			
Subsystem/ subassembly	Item	Failure modes	Effects	Severity	Causes	Occurrence	Detection methods	Detection	RPN	Recommended actions	Person responsible	Results of taken actions			
												Taken actions	S	O	D
I. Running gear	I.1 Wheelset	Wheel flats on the on the rolling surface	Increase in noise of rolling	2	Wheelset block	3	Visual assessment of rolling surface	2	12						
		Excessive undercut of the wheel flange	Wagon derailment when passing on a curve	4	Driving on curves with small radii	2	Visual inspection with the use of measurement equipment	2	16						
		Pitting of the rolling surface	Increase in noise of rolling	1	Thermal cracks on the rolling surface	2	Visual inspection of the rolling surface	4	8						
		Circumferential or radial crack of the wheel rim surface	Crack of the wheel rim, wagon derailment	4	An excessive increase in dynamic loads	1	Visual inspection of the rolling surface	6	24						
		Broken guide of the axle-box	Leakage of grease or oil	3	Dust or water inside of housing, loss of watertight	1	Flaw detection tests	8	24						

Ilustración 10. Parte de una hoja de FMEA para un vagón de mercancías [15]

La definición de los requisitos de seguridad de un sistema resulta crucial para alcanzar la mitigación de los riesgos derivados del diseño de sistemas nuevos o la modificación de sistemas existentes. Tal como se observó en este apartado, existen diferentes maneras de definir los requisitos de seguridad de un sistema: a través de la detección de fallos durante el diseño de un sistema o durante la evaluación de riesgo, identificando diferentes peligros, sus medidas de mitigación y requisitos de seguridad asociados.

## 8. ELABORACIÓN DEL REGISTRO ESPECÍFICO DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LOS SUBSISTEMAS INFRAESTRUCTURA, ENERGÍA Y CMS

El último objetivo del presente Trabajo Fin de Máster corresponde con la elaboración del registro específico de peligros para la puesta en servicio de la vía derecha entre los P.K. 616+675 y 618+274 de la línea Madrid-Hendaya.

El registro de peligros es el documento en el que los peligros identificados, las decisiones tomadas, las soluciones adoptadas y su implementación quedan registradas o referenciadas [4]. Se construirá con una tabla que incluya las siguientes categorías:

- # de identificación del peligro.
- Amenaza.
- Consecuencia.
- Criterio de aceptación.
- Nivel de riesgo inicial.
- Medida de mitigación.
- Requisito de seguridad.
- Nivel de riesgo residual.
- Estado.
- Responsable.
- Comentarios.

Tal como en el resto de los objetivos anteriores, se tomó como referencia el proceso de evaluación de riesgo definido por el apartado 4 “Gestión de los Peligros” del Reglamento 402 [2] en donde se indica que se deberá crear o actualizar un registro de peligros durante el diseño y la aplicación hasta la aceptación del cambio. Sin embargo, el Registro Específico de Peligros se considera un documento vivo, por lo que deberá ser actualizado durante todo el ciclo de vida del sistema, tal como se indicó previamente durante la contextualización de la Ilustración 6.

El registro específico de peligros del presente proyecto puede encontrarse en el Anexo B. Para realizar el proceso de evaluación de riesgos del subsistema infraestructura, energía y CMS se siguieron una serie de pasos que pueden también identificarse gráficamente y se describe a continuación:

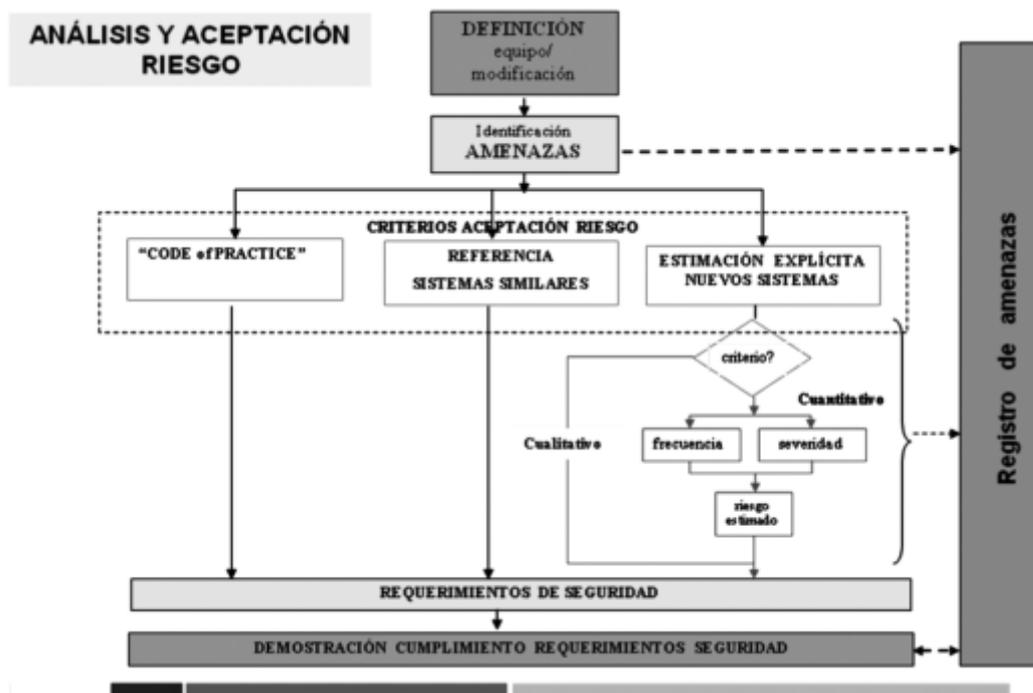


Ilustración 11. Representación Gráfica del Análisis de Riesgos [16]

a) Identificación de peligros:

La identificación de peligros se realizó desde dos fuentes: a partir de los peligros preliminares ya identificados en “Análisis de riesgo de las amenazas del sistema ferroviario. Aplicación de los métodos comunes de seguridad” de CEDEX [16] y de aquellos riesgos encontrados conforme se definía el sistema y sus particularidades.

Los peligros se clasificaron en subsistemas, hallándose también peligros derivados de las interfaces existentes entre los subsistemas infraestructura, energía y control, mando y señalización.

b) Análisis de riesgo inicial:

Antes de saltar al cálculo del riesgo inicial, es importante destacar que este paso sólo se realiza cuando como principio de aceptación de riesgo se ha elegido la estimación explícita. La estimación explícita es la determinación cuantitativa o cualitativa de la categoría de aceptación de riesgos.

Las categorías de aceptación de riesgo surgen de la combinación entre frecuencia de ocurrencia y gravedad de un accidente. Si el método usado es cualitativo, será la experiencia del equipo evaluador la que determinará la gravedad del riesgo y la frecuencia de ocurrencia.

Según la norma UNE-EN 50126 [4], los niveles de frecuencia son:

- Frecuente: Es probable que ocurra con frecuencia. La incidencia se experimentará frecuentemente.
- Probable: Ocurrirá varias veces. Se puede esperar que la incidencia ocurra con frecuencia.
- Ocasionalmente: Es probable que ocurra varias veces. Se puede esperar que la incidencia ocurra varias veces.

- Infrecuente: Es probable que ocurra en algún momento del ciclo de vida del sistema. Puede esperarse razonablemente que ocurra la incidencia.
- Improbable: Es poco probable que ocurra, pero es posible. Se puede suponer que la incidencia puede ocurrir de forma excepcional.
- Extremadamente improbable: Muy improbable que ocurra. Se puede asumir que la incidencia no ocurrirá.

Y los niveles de severidad:

- Catastrófico: Afecta a un gran número de personas y tiene como resultado múltiples víctimas mortales y/o daña al entorno de forma extrema.
- Crítico: Afecta a un número muy pequeño de personas y resulta en al menos una víctima mortal, y/o se produce un gran daño al entorno.
- Marginal: No hay posibilidad de que se produzcan víctimas mortales, solo lesiones graves o leves, y/o daños menores al entorno.
- Insignificante: Posible lesión leve.

Para determinar las categorías de aceptación de riesgos se utilizará la siguiente tabla:

	Insignificante	Marginal	Crítico	Catastrófico
Frecuente	No deseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
Probable	Tolerable	No deseable	Intolerable	Intolerable
Ocasionalmente	Tolerable	No deseable	No deseable	Intolerable
Infrecuente	Despreciable	Tolerable	No deseable	No deseable
Improbable	Despreciable	Despreciable	Tolerable	No deseable
Extremadamente Improbable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Tolerable

Tabla 2. Categorías de aceptación de riesgos [4]

En base a la categoría de aceptación de riesgos, se tomarán las siguientes acciones:

- Intolerable: El riesgo debe eliminarse.
- No deseable: El riesgo solo debe aceptarse si su reducción es impracticable y previo acuerdo con los responsables del servicio ferroviario o con la autoridad en materia de seguridad responsable.
- Tolerable: El riesgo puede tolerarse y aceptarse con un control adecuado (por ejemplo, procedimientos o normas de mantenimiento) y previo acuerdo con los responsables del servicio ferroviario.
- Despreciable: El riesgo es aceptable sin acuerdo previo con los responsables del servicio ferroviario.

Aunque en el análisis de riesgos del presente proyecto no contempla la estimación explícita del riesgo como criterio de aceptación de riesgos, este criterio es ampliamente utilizado en la industria y se contempla su uso plenamente.

c) Definición de requisitos de seguridad o medidas de mitigación:

Debido a que se usaron los códigos prácticos como criterio de aceptación de riesgos durante el proyecto, y tal como se describió más arriba, el Reglamento 402 [2] define que todos los códigos prácticos utilizados para mitigar riesgos deberán convertirse en requisitos de seguridad.

En caso de usar otros criterios de aceptación de riesgos, también podrán definirse como requisitos de seguridad todas aquellas actividades que deban llevarse a cabo para asegurar el funcionamiento correcto del sistema.

d) Análisis de riesgo residual:

Siguiendo lo estipulado en el punto b, una vez establecida la medida de mitigación que disminuirá la frecuencia de ocurrencia, se calculará el riesgo final y se aplicarán las acciones también definidas más arriba.

e) Definición de estado del peligro.

Por último, se definirá un estado del peligro que podrá ser en este proyecto:

- Abierto: El peligro no ha sido mitigado ni se han definido estrategias para contrarrestar sus efectos.
- Controlado: El peligro cuenta con una estrategia de mitigación, pero la misma no se ha evidenciado.
- Cerrado: El peligro se ha mitigado y se cuenta con las evidencias que lo respaldan.
- Transferido: El peligro se ha transferido al agente capaz de controlarlo.
- Cancelado: El peligro no aplica al proyecto o es preexistente.

Debido a que la evaluación de riesgos del presente proyecto se realizó posterior al diseño y previo a la puesta en servicio del sistema, los riesgos identificados en el Registro Específico de Peligros pertenecen a las categorías “Controlado”, “Cerrado”, “Transferido” o “Cancelado”. Todos los riesgos que no hayan podido ser cerrados deberán pasar a dicho estado previo a la puesta en servicio del sistema.

En lo que se refiere a cada subsistema, se identificaron riesgos relativos a cada uno de ellos: infraestructura, energía y control, mando y señalización, y además a las interfaces entre ellos. En el apartado 5, se discutía la definición e importancia de las interfaces y en este punto dicha tarea resulta clave, ya que no sólo existen las interfaces externas entre estos subsistemas, sino que también se pueden encontrar interfaces internas que resulten muy importantes para la comunicación entre dos equipos, por ejemplo.

### 8.1. Evaluación Independiente de Seguridad

Es importante destacar que toda la documentación de seguridad, incluyendo la definición del sistema, plan de seguridad, registro de peligros, evaluación del riesgo, definición de requisitos de seguridad, caso de seguridad y cualquier otro documento que justifique y evidencie la correcta aplicación del proceso de gestión del riesgo contemplado en los MCS [2] y en los resultados de la evaluación deberán ser evaluados por un organismo independiente. Este organismo independiente deberá emitir un informe de evaluación independiente que dictamine si el sistema ha contemplado todas las consideraciones necesarias para garantizar una funcionalidad segura.

La evaluación independiente de seguridad es el siguiente paso para la aceptación del sistema. Es decir, que toda la documentación reunida durante el proyecto será analizada y el evaluador independiente podrá emitir comentarios a fin de mejorar los procesos, así como un informe que destaque las conclusiones de su evaluación.

## 9. CONCLUSIONES Y APORTACIONES

A lo largo del desarrollo de este proyecto, se han identificado y gestionado diversos riesgos asociados a cada subsistema del sistema ferroviario modificado, incluyendo infraestructura, energía, control, mando y señalización. Gracias a la implementación de estrategias de mitigación adecuadas, fue posible controlar y, en muchos casos, eliminar estos riesgos, asegurando así un entorno más seguro para la operación del sistema. También se destacó la importancia de las interfaces tanto internas como externas entre los subsistemas. La correcta identificación y gestión de estas interfaces resultó fundamental para conocer a profundidad el sistema y facilitar la identificación de riesgos.

La implementación del Reglamento 402/2013 facilitó una correcta definición del sistema y una identificación más completa de los peligros. Este enfoque reglamentario permitió una comprensión detallada del sistema y sus posibles riesgos, mejorando la calidad y exhaustividad del análisis de seguridad realizado. Además, se establecieron requisitos de seguridad claros basados en códigos prácticos que luego se incluyeron en el registro de peligros y se convirtieron en medidas obligatorias para la ejecución del proyecto, garantizando que todos los riesgos identificados fueran abordados de manera efectiva.

La utilización de una tabla de categorías de aceptación de riesgos permitió una evaluación estructurada de los mismos, facilitando la toma de decisiones sobre las acciones necesarias para su mitigación. Esto abarcó desde la eliminación de riesgos intolerables hasta la aceptación controlada de riesgos despreciables, proporcionando una guía clara para la gestión del riesgo en el proyecto.

En resumen, el proyecto ha demostrado que una gestión rigurosa y estructurada del riesgo, apoyada por evaluaciones independientes y el cumplimiento de normativas y regulaciones, es esencial para garantizar la seguridad y efectividad de proyectos ferroviarios.

Como aportaciones destacan los aprendizajes y metodologías aplicadas que pueden servir como referencia para futuros proyectos en el sector, contribuyendo así a la mejora continua de la seguridad en el transporte ferroviario. Adicionalmente, poner en práctica las diferentes regulaciones en materia de seguridad han aportado al estudiante la posibilidad de redactar, analizar y evaluar documentación de seguridad y participar en proyectos del sector en base a lo aprendido.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] DIRECTIVA 2004/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 29 de abril de 2004 (DEROGADA).
- [2] Reglamento UE 402/2013 de la Comisión Europea de 30 de abril de 2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo (MCS).
- [3] REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) 2015/1136 DE LA COMISIÓN de 13 de julio de 2015 por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) no 402/2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo.
- [4] UNE-EN 50126-1:2018 APLICACIONES FERROVIARIAS. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS) Parte 1: Procesos RAMS genéricos.
- [5] UNE-EN 50126-2:2018 APLICACIONES FERROVIARIAS. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS) Parte 2: Aproximación sistemática para la seguridad.
- [6] UNE-EN 50128:2012 APLICACIONES FERROVIARIAS. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.
- [7] UNE-EN 50129:2020 APLICACIONES FERROVIARIAS. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.
- [8] IEC 60050-821 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 821: Signalling and security apparatus for railways.
- [9] R.F. Stapelberg, Handbook of Reliability, Availability, 529 Maintainability and Safety in Engineering Design
- [10] Juan Andrés Brunel Vázquez. Modulo I: Introducción a la RAMS ferroviarias. INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN RAMS EN LOS SISTEMAS FERROVIARIOS
- [11] Troels Winther. Quick guide to the RAMS standard EN 50126 / IEC 62278. Revision 7, January 2012
- [12] Department of Defense of the United States. DOD Guide for Achieving Reliability, Availability, and Maintainability. August 3, 2005
- [13] UNE-EN 50121:2017 Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 1: Generalidades
- [14] UNE-EN ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- [15] Szkoda, Maciej & Kaczor, Grzegorz. (2015). Application of FMEA analysis to assess the safety of rail vehicles.
- [16] CEDEX. Análisis de riesgo de las amenazas del sistema ferroviario. Aplicación de los métodos comunes de seguridad.

## ANEXO A

CASO DE SEGURIDAD

PUESTA EN SERVICIO DE LA VÍA DERECHA ENTRE LOS PK 616+675 Y 618+274 DE LA  
LÍNEA MADRID-HENDAYA

Fecha: 21/05/2024

Revisión 1.0

## Caso de Seguridad

PUESTA EN SERVICIO DE LA VIA DERECHA ENTRE LOS PK 616+675 Y  
618+274 DE LA LINEA MADRID-HENDAYA



CASO DE SEGURIDAD	PUESTA EN SERVICIO DE LA VÍA DERECHA ENTRE LOS PK 616+675 Y 618+274 DE LA LÍNEA MADRID-HENDAYA Fecha: 21/05/2024 Revisión 1.0
-------------------	---

CONTROL DE VERSIONES		
Versión	Fecha	Descripción
1.0	21/05/2024	Primera versión

## Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETO .....	1
1.2	ALCANCE .....	1
2	REFERENCIAS	
2.1	NORMATIVAS DE REFERENCIA.....	2
2.2	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	2
2.3	DOCUMENTACIÓN DE SEGURIDAD.....	4
2.4	DOCUMENTACIÓN DE CALIDAD.....	4
2.5	ACRÓNIMOS Y DEFINICIONES .....	4
3	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	5
3.1	CONTEXTO.....	5
3.2	OBJETIVO DEL SISTEMA .....	6
3.3	FUNCIONES Y ELEMENTOS DEL SISTEMA .....	6
3.4	INTERFACES DEL SISTEMA .....	8
3.5	ENTORNO DEL SISTEMA .....	9
3.6	HIPÓTESIS QUE ACOTAN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO.....	9
4	GESTIÓN DE LA CALIDAD	10
5	GESTIÓN DE LA SEGURIDAD	11
5.1	PROCESO DE GESTIÓN DE RIESGOS .....	13
5.2	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS.....	13
5.2.1	CLASIFICACIÓN PRELIMINAR DE PELIGROS	14
5.2.2	IDENTIFICACION Y ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	14
5.2.3	EVALUACIÓN FINAL DEL RIESGO Y SU ACEPTACIÓN	14
5.2.4	CIERRE DE PELIGROS	14
5.3	PRINCIPIOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE RIESGOS .....	15
5.4	PRUEBAS DE APLICACIÓN DEL PROCESO DE SEGURIDAD.....	17
5.4.1	PLAN DE APLICACIÓN	17
5.4.2	REGISTRO DE PELIGROS	17
5.4.3	INFORME DE SEGURIDAD	18
6	REQUISITOS DE SEGURIDAD	19
6.1	Condiciones exportadas por otros agentes.....	21
7	CONCLUSIONES	22
7.1	PUNTOS PENDIENTES .....	22
7.2	CONCLUSIÓN .....	22

CASO DE SEGURIDAD

PUESTA EN SERVICIO DE LA VÍA DERECHA ENTRE LOS PK 616+675 Y 618+274 DE LA  
LÍNEA MADRID-HENDAYA

Fecha: 21/05/2024

Revisión 1.0



# 1. INTRODUCCIÓN

Este documento se corresponde con el Informe de Seguridad en el proyecto de “**PUESTA EN SERVICIO DE LA VIA DERECHA ENTRE LOS PK 616+675 Y 618+274 DE LA LÍNEA MADRID-HENDAYA**”. En este documento se presentan todos los datos de apoyo, pruebas y documentos de referencia necesarios para alcanzar la aceptación de la seguridad del sistema.

La gestión de la seguridad utilizada en el presente proyecto ha seguido los principios y directrices establecidas en los Métodos Comunes de Seguridad para la evaluación y valoración del riesgo (en adelante MCS-ER) definidos en el Reglamento de Ejecución EU/402/2013 [NR-1] modificado por EU/2015/1136 [NR-2].

## OBJETO

El objetivo de este Caso de Seguridad es presentar todos los datos de apoyo, pruebas y referencias documentales necesarias para la aceptación de la seguridad y aprobación del sistema.

El Caso de Seguridad consiste en la justificación de la seguridad que, de forma estructurada y documentada, proporciona las evidencias de cumplimiento de los requisitos de seguridad especificados en el marco del proyecto, dentro del alcance definido para el propósito de uso del sistema. Esto:

- Proporciona una demostración de que el sistema cumple con todos los requisitos de seguridad especificados, de acuerdo con el Reglamento de Ejecución EU/402/2013 [NR-1] modificado por EU/2015/1136 [NR-2].
- Proporciona una base para la evaluación independiente de la seguridad.
- Proporciona las Condiciones de Aplicación Relacionadas con la Seguridad (SRAC).

Este Informe de Seguridad incluye los principales capítulos:

- La descripción del sistema: sección 3 de este documento.
- La gestión de la calidad: sección 4 de este documento.
- La gestión de la seguridad: sección 5 de este documento.
- Las condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad (SRAC): sección 6 de este documento.
- Las conclusiones: sección 7 de este documento.

## ALCANCE

Este Informe de Seguridad recoge la demostración de la seguridad en el desarrollo del proyecto de “**PUESTA EN SERVICIO DE LA VIA DERECHA ENTRE LOS PK 616+675 Y 618+274 DE LA LÍNEA MADRID-HENDAYA**” cubriendo las actividades de seguridad necesarias para dar cumplimiento al Reglamento de Ejecución EU/402/2013 [NR-1] modificado por EU/2015/1136 [NR-2].

La descripción del sistema recogido en el alcance de este proyecto se define en la sección 3 de este documento.

El Caso de Seguridad descrito en este documento se aplica a los subsistemas que forman parte del cambio en la presente actuación: Subsistema Infraestructura, Subsistema Energía y Subsistema Control Mando y Señalización.

Del mismo modo, el Caso de Seguridad resulta de aplicación a todo el personal asignado al proyecto, así como a los proveedores y subcontratistas, y durante todas las actividades realizadas.

## 2. REFERENCIAS

### NORMATIVAS DE REFERENCIA

A continuación, se identifica la normativa y especificaciones de referencia consideradas para la gestión de la seguridad:

- [NR-1]. UE/402/2013                      REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) N° 402/2013 DE LA COMISIÓN de 30 de abril de 2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo y por el que se deroga el Reglamento (CE) n° 352/2009.
- [NR-2]. UE/2015/1136                    REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) 2015/1136 DE LA COMISIÓN de 13 de julio de 2015 por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) no 402/2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo.
- [NR-3]. UNE-EN 50126-1:2018        APLICACIONES FERROVIARIAS. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS)
- [NR-4]. UNE-EN ISO 9001:2015        Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

### DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

ID.	Título del documento	Versión	Autor
<b>Infraestructura</b>			
[DE-1].	Estudio Arquetas de Empalmes - Canaletas	1.0	Obra
[DE-2].	Replanteo de Canaleta	1.0	Obra
[DE-3].	Tramificación de Carriles	1.0	Obra
[DE-4].	Esquema de Vía – Reposición de Vía Derecha	1.0	Obra
[DE-5].	Neutralización de Tensiones	1.0	Obra
[DE-6].	Esquema LTV 30 – Corte Total	1.0	Obra
[DE-7].	Esquema LTV 60 – Actual	1.0	Obra

ID.	Título del documento	Versión	Autor
<b>Infraestructura</b>			
[DE-8].	Esquema LTV 60 – Final	1.0	Obra

ID.	Título del documento	Versión	Autor
<b>Energía</b>			
[DE-9].	Esquema de Replanteo – Vía Derecha	1.0	Obra
[DE-10].	Cuaderno de Replanteo	1.0	Obra
[DE-11].	Planta y Elementos de Catenaria	1.0	Obra
[DE-12].	Planos Esquemas Eléctricos y Circuito de Retorno	1.0	Obra

ID.	Título del documento	Versión	Autor
<b>Control, Mando y Señalización</b>			
[DE-13].	Esquema de Reposición de Desvío	1.0	Obra
[DE-14].	Sinóptico de Señalización	1.0	SIEMENS
[DE-15].	Plan de Pruebas y Puesta en Servicio del enclavamiento de Hernani	1.0	SIEMENS
[DE-16].	Declaración de Riesgos Previa para el proyecto de Entronque AV Astigarraga	2.0	SIEMENS

## DOCUMENTACIÓN DE SEGURIDAD

ID.	Título del documento	Versión	Autor
[SD-1].	Plan de Aplicación	1.0	Adm. Infraestructura
[SD-2].	Registro de peligros	1.0	Adm. Infraestructura

## DOCUMENTACIÓN DE CALIDAD

ID.	Título del documento	Versión	Autor
[QD-1].	PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA. TRAMO HERNANI-ASTIGARRAGA FASE 2.	4.0	Adm. Infraestructura
[QD-2].	CERTIFICADO DE CALIDAD ISO 9001	3.0	Agente Habilitado

## ACRÓNIMOS Y DEFINICIONES

AsBo	<i>Assessment Body</i> – Organismo evaluador
HL	<i>Hazard Log</i> – Registro de Peligros
MCS-ER	Método Común de Seguridad para la Evaluación del Riesgo. Reglamento EU 402/2013 [NR-1] modificado por EU 2015/1136 [NR-2]
RS	Requisitos de Seguridad
SC	<i>Safety Case</i> – Caso de Seguridad
SIL	<i>Safety Integrity Level</i> - Nivel de integridad de seguridad
SRAC	<i>Safety Related Application Conditions</i> - Condiciones de Aplicación relacionadas con seguridad

### 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

#### CONTEXTO

La presente actuación representa la última etapa que corresponde a la Puesta en Servicio de la VÍA 2 (DERECHA) en el marco de las obras necesarias para la construcción de la plataforma del tramo Hernani-Astigarraga, así como de la conexión de dicha red a la línea actual de ancho ibérico Madrid-Irún.

La presente etapa es antecedida por tres etapas anteriores, cuya finalización de trabajos condiciona a la presente actuación:

- Montaje y Asiento de Escape de Vía 2B-4B entre los PK 618+461 a 618+551

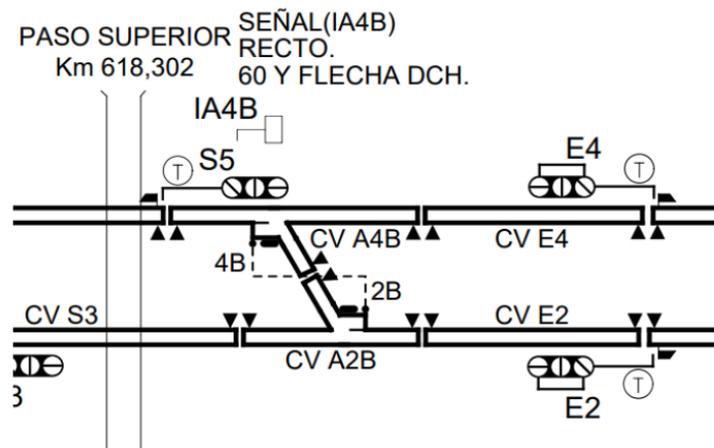


Figura 1: Detalle del tramo de instalación del escape 2B-4B

- Puesta en Servicio de los Desvíos 1 y 2 entre los PK 616+610 y 618+267, causando la baja de la VIA 2 en adelante.

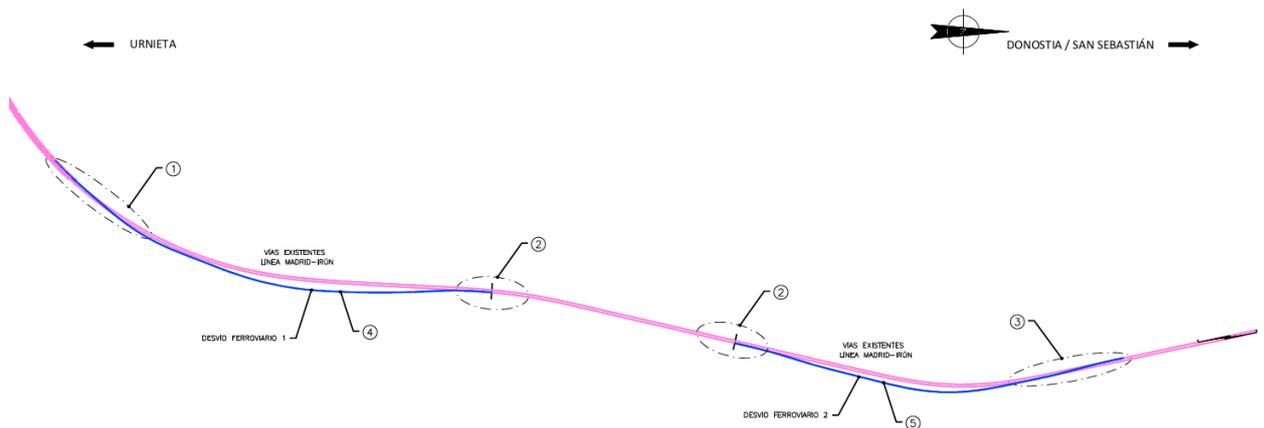


Figura 2: Características de Desvío 1 y 2

- Puesta en Servicio del Desvío 3 entre los PK 616+719 y 618+272

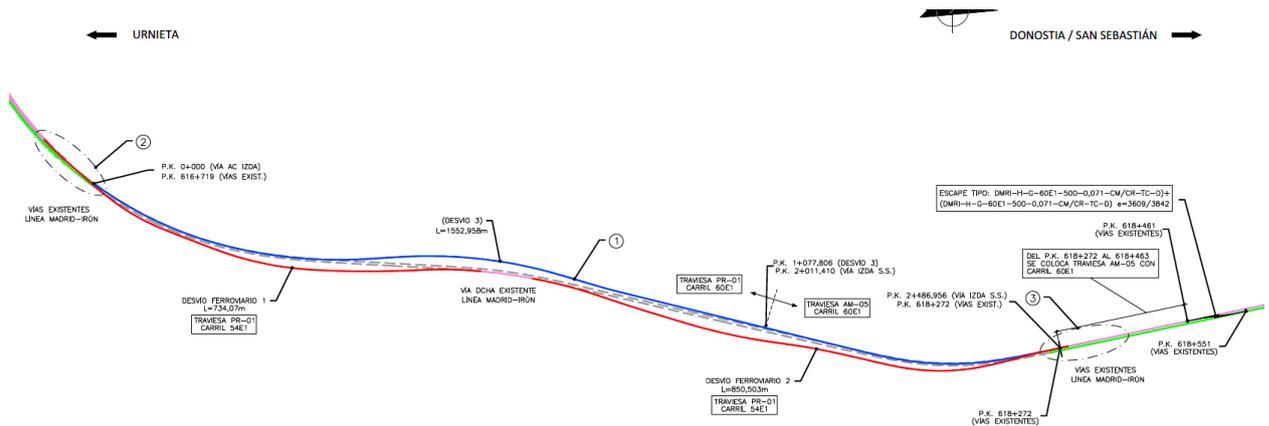


Figura 3: Características del Desvío 3

## OBJETIVO DEL SISTEMA

El objeto del proyecto es la Puesta en Servicio de la VIA 2 (DERECHA), la cual forma parte de las obras de construcción que permitirán el acceso de las unidades de ancho UIC hasta la estación de Atotxa, en Donostia/San Sebastián, así como su futura continuación hacia la frontera francesa a través de la línea actual, a la que se dotará de un tercer hilo en el tramo comprendido entre Astigarraga e Irún (adaptación de la línea que es objeto de proyecto y obra específicos).

## FUNCIONES Y ELEMENTOS DEL SISTEMA

Los subsistemas modificados durante la presente actuación son:

- a) Infraestructura:

La tramificación temporal y espacial puede detallarse en el documento “Esquema de Vía – Reposición Vía Derecha” [DE-4].

De igual forma, los trabajos a realizar en infraestructura, plataforma y vía serán a grandes rasgos: tratamientos del terreno subyacente, cimentaciones, estructuras, terraplenes, capa de forma, subbalasto, instalaciones de plataforma, drenajes y cerramientos.

Durante el desarrollo de los trabajos, se extiende una cama de balasto de 0,15 m bajo traviesa, con motoniveladora en lugar de con extendedora y se compacta con rodillo. En el tramo PK 0+900 a 0+1470 donde la sección tipo prevé manta elastomérica y geotextil, los mismos se colocarán inmediatamente antes del extendido de la cama de balasto.

Se colocan las traviesas con parrilla y retro bivial, se escuadran y a continuación se traslada el carril previamente repartido a los lados de la banqueta de nuevo balasto, hasta su posicionamiento sobre las traviesas. Se alinea y embridan las barras y se realiza el apriete de la sujeción a las traviesas mediante clavadora.

Se embalasta el conjunto hasta cota superior del carril mediante dúmperes biviales provenientes del acopio de balasto ofítico, a la espera de los trabajos de levante y alineación, estabilizado y soldadura.

Con la bateadora, la perfiladora y la estabilizadora encarriladas en la V2, se empezará a levantar la vía. Y se realizarán las necesarias pasadas para el bateo, perfilado y

estabilizado, aporte de balasto y las comprobaciones topográficas de la rasante y la alineación, hasta que todo el tramo de vía comprendido entre el PK 0-040 y el PK 1+553 de V2 quede a cota de 1ª nivelación.

Posteriormente se podrá comenzar con el apriete y comprobación de las fijaciones, a la retirada de las bridas y la soldadura de las barras.

Hay que prever que algunas de estas uniones sean la cala central de la neutralización de tensiones.

La neutralización ha de hacerse con la vía estabilizada. La vía ha de estar instalada correctamente, bien bateada y no podrá moverse ninguna traviesa. Éstas han de estar suficientemente estabilizadas para evitar la pérdida posterior de la homogeneidad de tensiones conseguida al neutralizar. Se ha realizado un esquema de neutralización de tensiones que comprende la longitud de las semibarras a neutralizar en función del radio de los acuerdos, dando como resultado 4 tramos a liberarse [DE-5].

b) Energía:

El esquema de trabajos y la situación proyectada se detalla en Esquema de Replanteo – Vía Derecha [DE-9] y Planos Esquemas Eléctricos y Circuito de Retorno [DE-12].

Los principales trabajos a realizar en este subsistema son:

- Cimentaciones
  - Izado de postes y hormigonado de recrecidos
  - Montaje de ménsulas
  - Montaje de atirantados
  - Montaje de tirantes del cable de guarda
  - Tendido de cable de guarda
  - Suspensiones y conjuntos
  - Colocación de tirantes de seccionamiento
  - Bajadas del cable de guarda y obra civil de la puesta a tierra
  - Compensaciones y montaje de tirantes
  - Tendido de HS, LAC, Pendolado cantones 2 y 3 y sus colas
  - Tendido de HS, LAC, Pendolado cantón 1 y sus colas
  - Tendido de HS, LAC, Pendolado cantón 4 y sus colas
  - Regulación, ajuste de atirantado y ajuste de Pendolado y alimentaciones
  - Tendido de cable de telemando a través de la canaleta de V2
  - Desmontaje y traslado de seccionadores a la nueva vía
  - Traslado de armarios
  - Alimentación de los seccionadores
  - Ajuste total de alturas y descentramientos y ajuste de compensaciones
  - Actualización de videográfico en PLO Hernani y CTC
  - Pruebas del telemando desde PLO Hernani y con PM
  - Desmontaje de feeder en V1
  - Desmontaje de tirantes y de postes de feeder en V1
  - Demolición de recrecidos y macizos en V1
- c) Control, Mando y Señalización:

La situación final después de las actuaciones puede detallarse en el Sinóptico de Señalización de la Vía 2 [DE-14].

Las características de este subsistema actualmente son:

- Vía 1 (B.A.B con C.T.C) Sistema de Detección de trenes por CV audiofrecuencia y Contadores de Ejes (CDE)
- Señalización Luminosa lateral
- Sistema ASFA DIGITAL (Modo Analógico)
- Enclavamiento Electrónico SIEMENS WESTRACE MKII – HERNANI
- Escape 2/4
- Escape 2B/4B

Este subsistema tendrá su propio Informe de Seguridad y Evaluación Independiente de Seguridad, por lo que se describirá a grandes rasgos los trabajos a realizar:

- Montaje y pruebas de concordancia de los nuevos equipos de campo que se retiraron o anularon con la baja de la Vía 2:
  - Señal E6 y sus balizas asociadas. Teléfono E6
  - Señal S3 y sus balizas asociadas de ancho mixto
  - Contadores de ejes AE6, CVE6 y CVS3.
- Debido al cambio de conexión ejecutado en una fase previa complementaria, se deberán concordar los siguientes elementos: E8, S1, CVE8, CDE-E8 y Teléfono E8.
- Traslado del pedal AE6/S3 a su ubicación definitiva
- Pruebas de concordancia campo-CTC
- Carga SW para restituir la funcionalidad y condiciones del movimiento bañera. Ésta carga de SW también cuenta con su propio Informe de Seguridad y Evaluación Independiente de Seguridad.

## INTERFACES DEL SISTEMA

El presente proyecto tiene impacto en los siguientes subsistemas estructurales:

- **Infraestructura:** Tal como fue descrito anteriormente, la PeS de la Vía 2 comprende el montaje de esta vía después de haberle dado de baja. Esto conlleva la construcción total de la misma desde el acondicionamiento del terreno hasta el montaje de traviesas, carriles y sujeciones.
- **Energía:** El sistema propuesto también impactará al subsistema energía dado que se instalará una nueva línea aérea de contacto, postes, ménsulas y demás elementos estructurales esenciales para el montaje de la catenaria y posterior interacción con el pantógrafo.
- **Señalización:** El subsistema señalización se ve impactado por las obras dado que se dará de alta a algunos elementos dados de baja en actuaciones previas, restituyéndose la circulación, supervisión y control de la vía 2.
- **Material Rodante:** Los subsistemas anteriormente descritos interactuarán con el material rodante y se tomarán en cuenta las características de los vehículos para la construcción y diseño de la vía, catenaria y elementos de señalización con los que interactuarán.

En lo que respecta a interfaces con subsistemas funcionales se encuentra interfaz con:

- **Explotación:** La puesta en servicio de la vía 2 supone la incorporación del movimiento bañera y la incorporación de nuevas rutas al programa de explotación de la línea. Se

actualizará el programa de explotación de la línea en el enclavamiento para tomar en cuenta los nuevos movimientos y la nueva vía.

- **Mantenimiento:** El sistema comprenderá equipos y elementos que deben ser mantenidos correctamente para su funcionamiento óptimo. El personal de mantenimiento deberá ser formado para seguir los procedimientos óptimos de mantenimiento de los equipos y sistemas que componen la nueva vía.

## ENTORNO DEL SISTEMA

El entorno del sistema está compuesto por:

- El terreno en el que se montará la vía.
- Cambios de temperatura que provocan dilataciones y contracciones de los hilos de la línea aérea de contacto, debiendo considerar en diseño la resistencia de estos elementos frente a tensiones térmicas indeseadas.
- Cambios de temperatura que provocan dilataciones y contracciones de los carriles, debiendo considerar dichas tolerancias en diseño, así como la resistencia del material del que están hechos.
- Interacción pantógrafo-catenaria, por lo que se tendrá en cuenta las características del pantógrafo para el diseño de la vía.
- Interacción rueda-carril.
- Vías adyacentes y elementos ya instalados que no se ven afectados por la presente actuación.
- Efectos causados por el viento que se deberán tomar en cuenta para el diseño de estructuras e hilos.

## HIPÓTESIS QUE ACOTAN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO

- Se toma como hipótesis la correcta aplicación de las disposiciones estatales.
- Se toma como hipótesis la correcta aplicación de las reglas operativas generales establecidas en el Reglamento de Circulación Ferroviaria (BOE-A-2015-8042).
- Todos los elementos que componen los subsistemas afectados durante este proyecto (infraestructura, energía y señalización) han venido operándose en la RFIG sin incidencias graves para la seguridad.
- Por otro lado, para el proceso de análisis de riesgos, principalmente se hará uso de códigos prácticos, ya que el sistema propuesto será interoperable, por lo que se cumplirá con las ETIs correspondientes. En los casos en los que no se cuente con una ETI específica para el proceso a llevar a cabo, se seguirán las Especificaciones/Instrucciones/Procedimientos Técnicos del Administrador de Infraestructuras, las cuales son de gran referencia en el sector y de obligado cumplimiento para cualquier proyecto.

## **4. GESTIÓN DE LA CALIDAD**

El proceso de gestión de la calidad se ha fundamentado en la aplicación del sistema interno de gestión de la calidad, que queda definido en el Plan de Calidad específico del proyecto [QD-1], y que resulta conforme con la norma ISO 9001 [NR-4], bajo la cual se dispone su certificado [QD-2].

La aplicación del sistema de gestión de calidad definido en el Plan de Calidad [QD-1], junto con la evidencia de cumplimiento de la ISO 9001 [NR-4], a través del debido certificado de calidad en vigor [QD-2], aseguran un alto grado de calidad en el desempeño de los procesos empleados por la organización de seguridad y calidad, quedando certificada la trazabilidad, coherencia y exhaustividad de la información relativa a la seguridad y gestión del riesgo.

En el Plan de Calidad [QD-1], se ha reflejado la metodología llevada a cabo para garantizar la gestión de los trabajos, así como la verificación de las evidencias que avalan su correcto seguimiento.

## 5. GESTIÓN DE LA SEGURIDAD

El objetivo de este capítulo es mostrar las actividades y pruebas documentadas del proceso de gestión de la seguridad que se ha llevado a cabo a lo largo del proyecto, con referencias y descripciones.

El proceso de gestión de la seguridad seguido para el diseño, fabricación, instalación y puesta en marcha de la vía derecha de la línea Madrid-Hendaya, ha sido llevado a cabo de acuerdo con el Reglamento de Ejecución (UE) N° 402/2013 [NR-1], relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo, modificado por el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 [NR-2].

El principal documento de gestión de riesgos se corresponde con el Registro de Peligros del proyecto [SD-2]. A través de este documento, se considera que el proceso de gestión de la seguridad ha sido adecuado y completo. En él, se ha recogido la gestión de los riesgos asociados al proyecto, y que ha permitido garantizar la integración segura de los subsistemas afectados en la red ferroviaria.

Tal como se indicó en anteriores apartados de este informe de seguridad, los requisitos de seguridad definidos en el proceso de evaluación del Riesgo están en el Registro de Peligros y se basan en la aplicación de códigos prácticos y normativas.

Los códigos prácticos que justificarán la mitigación de los peligros encontrados serán principalmente:

- Terreno subyacente, cimentaciones, estructuras, terraplenes, capa de forma, subbalasto, instalaciones de plataforma, drenajes, cerramientos:
  - Real Decreto 664/2015 Reglamento de Circulación Ferroviaria
  - Pliego General de Prescripciones Técnicas para los Proyectos de plataforma (PGP)
  - NAP 1-2-7.3.- Consolidación de Infraestructura. Taludes
  - NAV 2-1-3.0. Obras de Tierra. Estabilidad de taludes
  - NAP 1-2-0.2.- Estudios Geotécnicos, Reconocimientos geológicos
  - NAP 2-3-0.0\_ED2M1 Obras complementarias de la plataforma.
  - NAP-2-4-2.0 Pruebas de carga ferroviarias en puentes de ferrocarril.
  - NAP 2-0-0.1\_2M1 Puentes y Viaductos Ferroviarios
  - NAP 1-2-4.0 Geología, Geotecnia y Estudio de Materiales
  - Instrucción 5.2-IC Drenaje superficial de carreteras.
  - NAP 1-2-0.3\_2M1 Climatología, hidrología y drenaje.
  - NAV 3-0-5.2 Parámetros de geometría de vía
  - Orden FOM/1631/2015 IF-3 Instrucción para el proyecto y construcción de obras ferroviarias
  - NAP 2-0-0.4\_3 Pasos superiores.
  - ET 03.305.001.4\_1M1. Canaletas prefabricadas de hormigón para cables
  - NAV 3-4-3.0 Montaje de vía en balasto para obra nueva
  - XXXX-PE-301-001-005-SC-524-A-06: Criterios generales de mantenimiento preventivo de infraestructura y vía
  - Pliego de Prescripciones Técnicas generales de materiales ferroviarios (Orden FOM/1269/2006).
  - IT-301-001-VIA-33 Auscultación geométrica y dinámica de vía mediante sistemas embarcados.
  - NAP 2-4-0.0\_1E Inspección Básica de Puentes de Ferrocarril.
  - NAV 3-3-2.1 Soldadura aluminotérmica de carriles. Ejecución y recepción de soldaduras.
  - NAV 7-1-4.1 Neutralización y homogeneización de tensiones del carril en la vía sin juntas.

- ETI Subsistema Infraestructura
- ET 03.360.571.8\_6M1 Traviesas monobloque de hormigón pretensado.
- NAV 7-1-5.2 Montaje de vía. Estabilización dinámica de la vía
- PGP-2011: "G0104 Rellenos"
- PGP-2011: "G0106 Capa de forma"
- PGP-2011: "G0107 Subbalasto"
- Instrucción ferroviaria de Gálibos, Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio.
- UNE-EN 15273. Aplicaciones ferroviarias. Gálibos.
- NAP 1-2-1.0 Metodología para el diseño del trazado ferroviario
- Catenaria y feeder:
  - UNE-EN 50122-1:2011. Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno
  - UNE-EN-50119:2021 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica.
  - UNE-EN-50149:2012 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Hilos de contacto acanalados de cobre y de aleación de cobre.
  - NAE 300\_1EM1 Diseño funcional de la línea aérea de contacto tipo CA-160/3kV.
  - NAE 107\_ED2 Definición y medida de parámetros de la Línea Aérea de Contacto (Catenaria).
  - NAE 110 - Pliego de Condiciones Técnicas para montaje del cable alimentador o feeder (desnudo y aéreo) de la línea aérea de contacto (catenaria 3 kV CC)
  - REGLAMENTO (UE) No 1301/2014 DE LA COMISIÓN de 18 de noviembre de 2014 sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión
  - NAV 5-0-1.1 Señalización fija relativa a infraestructura y vía
  - ET 03.364.150.7\_ED3M1 Seccionadores unipolares para instalación en exterior de 3 kV C.C. y de 25 kV C.A. para catenaria.
  - Accionamientos eléctricos para seccionadores
  - UNE-EN 50367:2022 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas y material rodante. Criterios para lograr la compatibilidad técnica entre los pantógrafos y la línea aérea de contacto.
  - UNE-EN 50388:2023 Aplicaciones ferroviarias. Alimentación eléctrica y material rodante. Criterios técnicos para la coordinación entre sistemas de alimentación (subestación) y el material rodante para alcanzar la interoperabilidad. Parte 1: Generalidades
  - Procedimiento general XXXX-PG-402-001-013-SC. Cortes de Tensión en Líneas Aéreas de Contacto alimentadas en 25kV ca, 3 kV cc
  - NAR 5/16 Corte y restablecimiento de Tensión en Catenaria
  - NAE 112\_ED3M1 Esquemas eléctricos de línea aérea de contacto en corriente continua.
  - ET 03.359.120.7\_9.9 Telemando de energía. Protocolo de comunicaciones entre centro de control y remotas (líneas convencionales)
  - ET 03.359.120.7\_2.9 Telemandos de energía (líneas convencionales)
- Señalización:
  - NAV 5-0-1.1\_2 Señalización fija relativa a infraestructura y vía.
  - ET 03.365.011.0\_1M1 Señales luminosas modulares para focos led.
  - ET 03.365.010.2\_2M1 Adaptador de foco led para señal alta y señal piloto
  - S22100061 Modificación de la altura del mástil en señales altas
  - S22100062 Coexistencia de señales altas de tipo convencional y de tipo modular
  - UNE EN 50128:2012 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.
  - UNE EN 50129:2020 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.

A continuación, se indica un resumen de las actividades de seguridad llevadas a cabo:

- El Plan de Aplicación [SD-1] contempla todas aquellas actividades necesarias para satisfacer las exigencias de gestión de seguridad definidas en la normativa de referencia.
- Se ha elaborado el Registro de Peligros [SD-2] del proyecto basado en la documentación de referencia recogida en la sección 2 de este documento, que incluye riesgos específicos asociados a deficiencias de diseño, malfuncionamiento en servicio de los sistemas, mantenimiento inadecuado, errores humanos, y cualquier otro incumplimiento de los requisitos exigidos tanto por la normativa de referencia, como por el Administrador de Infraestructuras.
- En la primera versión de este informe se identificaron los peligros del proyecto y sus respectivos subsistemas impactados junto a sus mitigaciones. Dichos peligros se considerarán como controlados y podrán ser cerrados en una próxima versión actualizada del Informe de Seguridad una vez se cuente con las evidencias de la Puesta en Servicio.

## PROCESO DE GESTIÓN DE RIESGOS

El proceso de evaluación del riesgo se ha iniciado con la definición del sistema teniendo en cuenta el Plan de Aplicación del proyecto [SD-1].

En el proceso de gestión de riesgos se han seguido los siguientes pasos:

- Identificación de peligros.
- Clasificación preliminar de peligros.
- Identificación y establecimiento de medidas de mitigación.
- Evaluación final del riesgo y su aceptación.
- Cierre de peligros.

En este proceso también se han identificado los riesgos existentes en las interfaces identificadas en la sección 0 de este documento, de conformidad con los Métodos Comunes de Seguridad (Reglamento UE 402/2013 [NR-1]) y su modificado 2015/1136 [NR-2]).

En los casos en los que se ha requerido aplicar medidas de seguridad para la gestión de riesgos que se han encontrado fuera del alcance, se ha transferido a otro agente la gestión asociada a dicho riesgo, trasladando las correspondientes Condiciones de Aplicación a los responsables que hayan sido asignados, recibiendo aceptación de su gestión por parte de los mismos.

## IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Para identificar los peligros que pueden surgir a lo largo del ciclo de vida y puedan dar lugar a accidentes, se ha llevado a cabo un análisis sistemático. Con el fin de controlar el riesgo a través de la gestión de los peligros relevantes, se han identificado todos aquellos peligros asociados a los subsistemas en cuestión, tanto en su diseño y operación como en su mantenimiento.

La identificación de peligros se ha llevado a cabo a un nivel de detalle que permite el control de los riesgos a través de las medidas de seguridad propuestas, de acuerdo con uno de los principios de aceptación de riesgos seleccionado. Se han llevado a cabo iteraciones entre el análisis de riesgos y la evaluación de riesgos, hasta alcanzar un nivel de detalle suficiente.

La identificación de peligros se ha llevado a cabo a través del Registro de Peligros [SD-2].

## CLASIFICACIÓN PRELIMINAR DE PELIGROS

Se ha realizado una clasificación inicial de los peligros definidos en el paso anterior en base al riesgo asociado a cada peligro. Dicho riesgo se ha definido en base a la severidad y frecuencia del accidente que puede desencadenar.

Esta clasificación se basa en el documento “Análisis de riesgo de las amenazas del sistema ferroviario. Aplicación de los métodos comunes de seguridad” de CEDEX.

Cuando no exista un código práctico que mitigue los peligros identificados, se evaluará la aceptabilidad de su riesgo utilizando los principios de evaluación y aceptación recogidos en el apartado 5.3 de este documento.

## IDENTIFICACION Y ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Para aquellos peligros cuyo riesgo resulte mayor o igual a “Tolerable”, se definirán medidas de mitigación. Estas medidas de mitigación son:

- **Requisitos de Seguridad:** todas aquellas características de seguridad necesarias para cumplir los objetivos de seguridad del Administrador de Infraestructuras.

Los Requisitos de Seguridad han sido trazadas en el Registro de Peligros [SD-2], definiendo para cada una de las medidas de mitigación, un encargado de su gestión.

## EVALUACIÓN FINAL DEL RIESGO Y SU ACEPTACIÓN

Una vez las medidas de mitigación se definan, se llevará a cabo la evaluación final del riesgo (utilizando los principios y criterios de aceptación del riesgo recogidos en el apartado 0 de este documento) con el fin de decidir si el riesgo final asociado a cada peligro ha resultado “Despreciable” (o “Tolerable”, teniendo en cuenta en su caso el previo acuerdo para su aceptabilidad), para poder proceder al cierre del peligro.

Los resultados del proceso de evaluación del riesgo (todos los peligros, las medidas de seguridad asociadas y las hipótesis del sistema indicadas durante la evaluación del riesgo y los responsables de su cierre), se consignaron en el Registro de Peligros [SD-2].

Este registro ha permitido facilitar y asegurar el correcto seguimiento de todos los peligros (los identificados en el proceso y los importados), actualizándose a lo largo del proyecto para dar cuenta de los progresos logrados en la supervisión de los riesgos asociados a los peligros determinados.

## CIERRE DE PELIGROS

En lo que respecta al seguimiento del estado de las medidas de mitigación definidas, se han establecido los siguientes estados:

- **Abierto:** El estado inicial cuando se identifica un peligro.
- **Controlado:** cuando se ha definido la mitigación de un peligro y se espera su respectiva evidencia tras la Puesta en Servicio.
- **Exportado:** cuando los requisitos de seguridad que cierran el peligro, han sido transferidos a otros agentes porque su gestión se encuentra fuera de alcance.
- **Cerrado:** cuando se recibe evidencia de cumplimiento de los requisitos de seguridad.

Para la resolución y cierre de todos los peligros, el equipo de seguridad del proyecto deberá asegurar que:

- Los Requisitos de Seguridad han sido correctamente implementados. Es decir, debe existir una evidencia documentada y verificada que asegure que el Requisito de Seguridad ha sido tenido en cuenta.
- Los Requisitos de Seguridad asociados al mantenimiento y operación del sistema han sido incluidos en los manuales de mantenimiento y operación.

El equipo de seguridad recopilará en el Dossier de Seguridad, con referencias en el Informe de Seguridad, toda la documentación que sirve como evidencia de las actividades realizadas para garantizar la seguridad del sistema: análisis generales y específicos de seguridad, cálculos justificativos, registros de instalación y ajustes, registros de pruebas en laboratorio y campo, etc.

## PRINCIPIOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE RIESGOS

Una vez identificadas las medidas de mitigación, para poder realizar la evaluación del riesgo, se ha definido el principio de aceptación empleado para la evaluación. Para este proyecto se ha recurrido a los criterios de aceptación del riesgo definidos en el Reglamento de Ejecución EU/402/2013 [NR-1] modificado por EU/2015/1136 [NR-2].

1. **Aplicación de códigos prácticos.** Se define código práctico como un “conjunto escrito de normas que, de aplicarse correctamente, puede servir para controlar uno o más peligros específicos.”
2. **Estimación del riesgo.** Se define estimación del riesgo como “el proceso utilizado para proporcionar una medida del nivel de los riesgos analizados y que consta de las siguientes etapas: estimación de frecuencia, análisis de las consecuencias y su integración.”

Para la estimación del riesgo, se aplican los criterios de clasificación de riesgos establecidos en la norma UNE-EN 50126 [NR-3] dados a continuación:

- **Severidad.** Se han utilizado las siguientes categorías para clasificar la severidad de las posibles consecuencias de cada peligro, de acuerdo con la norma UNE-EN 50126 [NR-3]:

Categoría de gravedad	Consecuencias para las personas o el entorno	Consecuencias para el servicio/bienes materiales
<b>Catastrófico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afecta a un gran número de personas y tiene como resultado múltiples víctimas mortales y/o</li> <li>• daña al entorno de forma extrema</li> </ul>	Cualquiera de las consecuencias que se describen a continuación para las personas o el entorno
<b>Crítico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afecta a un número muy pequeño de personas y resulta en al menos una víctima mortal, y/o</li> <li>• se produce un gran daño al entorno.</li> </ul>	Pérdida de un sistema importante
<b>Marginal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay posibilidad de que se produzcan víctimas mortales, solo lesiones graves o leves, y/o</li> <li>• Daños menores al entorno</li> </ul>	Daños graves en el sistema o sistemas
<b>Insignificante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible lesión leve</li> </ul>	Daños menores al sistema

Tabla 3: Niveles de severidad.

- **Frecuencia.** Se han utilizado las siguientes categorías para clasificar la frecuencia de ocurrencia de cada peligro en términos cualitativos, de acuerdo con la norma UNE-EN 50126 [NR-3]:

Categoría	Definición
<b>Frecuente</b>	Es probable que ocurra con frecuencia. La incidencia se experimentará frecuentemente.
<b>Probable</b>	Ocurrirá varias veces. Se puede esperar que la incidencia ocurra con frecuencia.
<b>Ocasionalmente</b>	Es probable que ocurra varias veces. Se puede esperar que la incidencia ocurra varias veces.
<b>Infrecuente</b>	Es probable que ocurra en algún momento del ciclo de vida del sistema. Puede esperarse razonablemente que ocurra la incidencia.
<b>Improbable</b>	Es poco probable que ocurra, pero es posible. Se puede suponer que la incidencia puede ocurrir de forma excepcional.
<b>Extremadamente Improbable</b>	Muy improbable que ocurra. Se puede asumir que la incidencia no ocurrirá.

Tabla 4: Niveles de frecuencia.

- **Niveles y matriz de riesgos.** Las frecuencias de ocurrencia y las categorías de severidad se han combinado en conjunto para poder evaluar los riesgos, tal y como se muestra en la siguiente matriz de riesgos. Esta matriz presenta las posibles combinaciones de frecuencia de ocurrencia y gravedad de las consecuencias de los peligros. Además, presenta las distintas zonas de aceptabilidad del riesgo estimado explícitamente:

	Insignificante	Marginal	Crítico	Catastrófico
Frecuente	No deseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
Probable	Tolerable	No deseable	Intolerable	Intolerable
Ocasionalmente	Tolerable	No deseable	No deseable	Intolerable
Infrecuente	Despreciable	Tolerable	No deseable	No deseable
Improbable	Despreciable	Despreciable	Tolerable	No deseable
Extremadamente Improbable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Tolerable

Tabla 5: Tabla de Evaluación y aceptación de riesgos estimados explícitamente.

Se han descrito las acciones que se han de realizar dependiendo del nivel de riesgo conforme a los criterios de la norma UNE-EN 50126 [NR-3]:

Categoría de aceptación de riesgos	Acciones a aplicar
<b>Intolerable</b>	El riesgo debe eliminarse
<b>No deseable</b>	El riesgo solo debe aceptarse si su reducción es impracticable y previo acuerdo con los responsables del servicio ferroviario o con la autoridad en materia de seguridad responsable.
<b>Tolerable</b>	El riesgo puede tolerarse y aceptarse con un control adecuado (por ejemplo, procedimientos o normas de mantenimiento) y previo acuerdo con los responsables del servicio ferroviario.
<b>Despreciable</b>	El riesgo es aceptable sin acuerdo previo con los responsables del servicio ferroviario.

Tabla 6: Niveles de riesgo y acciones.

Para cada peligro identificado, el riesgo se ha reducido al nivel más bajo posible mediante la ejecución de las siguientes acciones:

- Eliminación del riesgo.
- Reducción de la frecuencia o probabilidad del suceso peligroso.
- Mitigación de las consecuencias del peligro.

Cabe destacar que en el momento en el que se redacta el presente informe, no ha sido necesaria la aceptación de riesgos por estimación explícita. Sin embargo, se mantiene la definición del criterio en el presente caso de seguridad.

## PRUEBAS DE APLICACIÓN DEL PROCESO DE SEGURIDAD

Para la elaboración de la documentación justificativa de la seguridad, se han seguido los principios y directrices establecidas en los Métodos Comunes de Seguridad para la evaluación y valoración del riesgo (en adelante MCS-ER) definidos en el Reglamento de Ejecución EU/402/2013 [NR-1] modificado por EU/2015/1136 [NR-2].

La documentación generada que ha permitido evidenciar la correcta aplicación del proceso de gestión de la seguridad ha sido la recogida en los siguientes subapartados.

## PLAN DE APLICACIÓN

El propósito del Plan de Aplicación [SD-1] es establecer la estructura de la Gestión de la Seguridad en el proyecto, definiendo las actividades de seguridad que deben ser llevadas a cabo durante el proyecto, y describiendo las evidencias que deben ser generadas para la demostración del cumplimiento de la seguridad.

El Plan de Aplicación responde a la metodología que se implementará para dar cumplimiento al Reglamento de Ejecución EU/402/2013 [NR-1] modificado por EU/2015/1136 [NR-2].

## REGISTRO DE PELIGROS

Este documento contiene el análisis de fallos e identificación de peligros tanto del propio sistema como de las posibles interfaces que pueda tener con el resto de subsistemas. Este análisis contiene una asignación preliminar de riesgos realizada a partir del “Análisis de riesgo de las amenazas del sistema ferroviario. Aplicación de los métodos comunes de seguridad” de CEDEX, en el que se han identificado los principales escenarios de accidente de los que se extraen riesgos potenciales.

Este análisis ha permitido identificar las funciones que tiene un efecto sobre la seguridad, evaluando la severidad y la probabilidad de las situaciones potencialmente peligrosas.

Para cada peligro identificado, se ha llevado a cabo una evaluación de la aceptabilidad de su riesgo utilizando los principios de evaluación y aceptación definidos en la UNE-EN 50126 [NR-3]. La

aplicación de estos principios de aceptación del riesgo ha dado lugar a la definición de las medidas de seguridad, que convertirán el riesgo o riesgos del sistema evaluado en “Despreciables” o “Tolerables”, cuando de estimación explícita se trate.

En el caso de los riesgos clasificados como “Despreciables” tras la implantación de las medidas de seguridad, podrán ser aceptados sin acuerdo previo.

No obstante, para aquellos clasificados como “Tolerables”, se requerirá de su previo acuerdo para para poder considerar los riesgos como aceptables.

Este Registro de Peligros [SD-2] ha tenido por objeto, facilitar y asegurar el correcto seguimiento de todos los peligros (los identificados en el proceso y los importados).

Una vez que el sistema haya sido aceptado y esté en funcionamiento, el Registro de Peligros seguirá siendo mantenido y actualizado como parte integrante del sistema de gestión de la seguridad.

## INFORME DE SEGURIDAD

El Informe de Seguridad es un documento culminación de toda la gestión de seguridad que se hace en el proyecto y proporciona la demostración de la seguridad del sistema incluyendo o referenciando todas las evidencias de seguridad recogidas a lo largo del proyecto.

En esta primera versión se contempla la evaluación y definición de requisitos de seguridad de cara a la Puesta en Servicio. Se espera que en la siguiente versión se demuestre el cumplimiento de dichos requisitos a través de evidencias y se cierren los peligros que en esta primera versión se consideran abiertos o controlados.

El Informe de Seguridad es un documento que proporciona una línea argumental estructurada, soportada por evidencias directas, de que el sistema propuesto cumple los requisitos de seguridad y tiene como objetivo definir los requisitos establecidos por el Reglamento de Ejecución EU/402/2013 [NR-1] modificado por EU/2015/1136 [NR-2].

## 6. REQUISITOS DE SEGURIDAD

El apartado 2.3.5 de los MCS [NR-1] indica que “el uso de los códigos prácticos se consignará en el registro de peligros como requisito de seguridad para los peligros pertinentes”. Es por ello que a continuación se incluyen los requisitos de seguridad identificados para el proyecto:

[REQ1]	NAP 1-2-7.3.- Consolidación de Infraestructura. Taludes
[REQ2]	NAV 2-1-3.0. Obras de Tierra. Estabilidad de taludes
[REQ3]	NAP 1-2-0.2.- Estudios Geotécnicos, Reconocimientos geológicos
[REQ4]	NAP 1-2-4.0.- Geología, Geotecnia y Estudio de Materiales.
[REQ5]	NAP 1-2-9.3.- Estudios geológicos. Taludes
[REQ6]	Instrucción 5.2-IC Drenaje superficial de carreteras.
[REQ7]	NAP 2-0-0.1 2M1 Puentes y Viaductos Ferroviarios
[REQ8]	PGP-2011 Pliego General de Prescripciones Técnicas para los Proyectos de plataforma (PGP)
[REQ9]	NAP 2-3-0.0 ED2M1 Obras complementarias de la plataforma.
[REQ10]	ET 03.305.001.4 1M1. Canaletas prefabricadas de hormigón para cables
[REQ11]	NAP 2-4-0.0 1E Inspección Básica de Puentes de Ferrocarril.
[REQ12]	NAP-2-4-2.0 Pruebas de carga ferroviarias en puentes de ferrocarril.
[REQ13]	NAP 1-2-0.3 2M1 Climatología, hidrología y drenaje.
[REQ14]	UNE-EN 50122-1:2011. Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno
[REQ15]	NAV 3-0-5.2 Parámetros de geometría de vía
[REQ16]	IT-301-001-VIA-33 Auscultación geométrica y dinámica de vía mediante sistemas embarcados.
[REQ17]	XXXX-PE-301-001-005-SC-524-A-06: Criterios generales de mantenimiento preventivo de infraestructura y vía
[REQ18]	Real Decreto 664/2015 Reglamento de Circulación Ferroviaria
[REQ19]	NAP 2-4-1.0 ED2 Inspección principal de puentes de ferrocarril.
[REQ20]	NAV 3-4-3.0 Montaje de vía en balasto para obra nueva
[REQ21]	Orden FOM/1631/2015 IF-3 Instrucción para el proyecto y construcción de obras ferroviarias
[REQ22]	NAP 2-0-0.4 3 Pasos superiores.
[REQ23]	EN 13674-1:2011+A1:2017 - Aplicaciones ferroviarias, vías, carril- Parte 1. Carril ferroviario Vignole de 46 kg/m en adelante.
[REQ24]	NAV 7.1.4.1 3ed Neutralización y homogeneización de tensiones en la vía sin juntas
[REQ25]	NAV 3-3-2.1-3 Soldadura aluminotérmica de carriles. Ejecución y recepción de soldaduras
[REQ26]	ETI Subsistema Infraestructura
[REQ27]	ET 03.360.571.8 6M1 Traviesas monobloque de hormigón pretensado.
[REQ28]	PGP-2011: “G0104 Rellenos”
[REQ29]	PGP-2011: “G0106 Capa de forma”
[REQ30]	PGP-2011: “G0107 Subbalasto”
[REQ31]	NAV 7-1-5.2 Montaje de vía. Estabilización dinámica de la vía
[REQ32]	ISO 9001:2015
[REQ33]	Instrucción ferroviaria de Gálibos, Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio.
[REQ34]	UNE-EN 15273. Aplicaciones ferroviarias. Gálibos.
[REQ35]	NAP 1-2-1.0 Metodología para el diseño del trazado ferroviario
[REQ36]	NAS 154 2 ASFA Digital Vía. Reglas para la ubicación de balizas.
[REQ37]	ET 03.365.011.0 1M1 Señales luminosas modulares para focos led.
[REQ38]	ET 03.365.010.2 2M1 Adaptador de foco led para señal alta y señal piloto
[REQ39]	S22100061 Modificación de la altura del mástil en señales altas

[REQ40]	S22100062 Coexistencia de señales altas de tipo convencional y de tipo modular
[REQ41]	NAE 300 1EM1 Diseño funcional de la línea aérea de contacto tipo CA-160/3kV.
[REQ42]	UNE-EN-50119:2021 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica.
[REQ43]	UNE-EN-50149:2012 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Hilos de contacto acanalados de cobre y de aleación de cobre.
[REQ44]	REGLAMENTO (UE) No 1301/2014 DE LA COMISIÓN de 18 de noviembre de 2014 sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión
[REQ45]	NAE 107 ED2 Definición y medida de parámetros de la Línea Aérea de Contacto (Catenaria).
[REQ46]	NAV 5-0-1.1 Señalización fija relativa a infraestructura y vía
[REQ47]	ET 03.364.150.7 ED3M1 Seccionadores unipolares para instalación en exterior de 3 kV C.C. y de 25 kV C.A. para catenaria.
[REQ48]	Accionamientos eléctricos para seccionadores
[REQ49]	UNE-EN 50367:2022 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas y material rodante. Criterios para lograr la compatibilidad técnica entre los pantógrafos y la línea aérea de contacto.
[REQ50]	UNE-EN 50388:2023 Aplicaciones ferroviarias. Alimentación eléctrica y material rodante. Criterios técnicos para la coordinación entre sistemas de alimentación (subestación) y el material rodante para alcanzar la interoperabilidad. Parte 1: Generalidades
[REQ51]	Procedimiento general XXXX-PG-402-001-013-SC. Cortes de Tensión en Líneas Aéreas de Contacto alimentadas en 25kV ca, 3 kV cc
[REQ52]	NAR 5/16 Corte y restablecimiento de Tensión en Catenaria
[REQ53]	NAE 112 ED3M1 Esquemas eléctricos de línea aérea de contacto en corriente continua.
[REQ54]	Procedimiento General de Gestión de Riesgos del Sistema de Gestión de Seguridad en la Circulación (XXXX-PG-101- 003-007-SC-031).
[REQ55]	ET 03.359.120.7_9.9 Telemando de energía. Protocolo de comunicaciones entre centro de control y remotas (líneas convencionales)
[REQ56]	ET 03.359.120.7_2.9 Telemandos de energía (líneas convencionales)
[REQ57]	UNE-EN 50126:2017 Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS)
[REQ58]	UNE-EN 50128:2012 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.
[REQ59]	UNE-EN 50129:2020 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.
[REQ60]	IT-402-001-011-SC-524 Procedimiento de Programación de Trabajos
[REQ61]	IT-301-001-007-SC-524 Protocolo de coordinación y comunicación entre Responsable Técnico y Agente Habilitado durante la ejecución de los trabajos.
[REQ62]	Consigna ATO/CTO

Tabla 7: Requisitos de Seguridad.

Tomando como referencia el Reglamento (UE) 402/2013 [NR-1], modificado por el Reglamento (UE) 2015/1136 [NR-2], todos los peligros y requisitos de seguridad asociados que no puedan ser controlados por un único agente, se deben comunicar al otro agente pertinente con el fin de buscar en común una solución adecuada, y únicamente se considerarán controlados los peligros consignados en el registro del agente que los ha transferido cuando la valoración de los riesgos asociados a estos peligros ha sido realizada por el otro agente, y la solución cuenta con el beneplácito de todas las partes afectadas.

De acuerdo con ello, los requisitos de seguridad que otros agentes han exportado como Condiciones de Aplicación Relacionadas con la Seguridad (SRAC) se trazan a continuación con el código asociado al requisito de seguridad exportado del Registro de Peligros [SD-2].

En los siguientes subapartados, se identifican las SRAC compartidas con otros agentes (en concreto a Obra y a los tecnólogos del proyecto), y que surgen del análisis de riesgos llevado a cabo.

### Condiciones exportadas por otros agentes

SRAC ID	ID REQ	SRAC	ORGANISMO ENCARGADO DE LA GESTIÓN
SRAC_001	REQ50	El encargado de trabajos publicará la documentación reglamentaria, conforme al RCF y al Procedimiento General “Gestión de documentos reglamentarios relacionados con la circulación” XXXX-PG-107-004-001-SC-452 y XXXX-PE-107-004-010-SC-453, para dar a conocer la ejecución de los trabajos.	Sub. Operaciones Sub. Circulación
SRAC_002	REQ20	La Subdirección de Circulación publicará las LTV hasta asentamiento, de 30km/h desde PK 616/500 a PK 618/550 con inicio en el corte total y hasta neutralización de tensiones hasta que cumpla parámetros de vía en 2º nivelación.	Sub. Circulación
SRAC_003	REQ54	La Subdirección de Operaciones elaborará/actualizará el Anejo norma técnica electrificación en vigor para vía 2.	Sub. Operaciones
SRAC_004	REQ18	Se seguirá el Procedimiento de Programación de Trabajos y el Protocolo de coordinación y comunicación entre Responsable Técnico y Agente Habilitado durante la ejecución de los trabajos (IT-402-001-011-SC-524 e IT-301-001-007-SC-524), por lo que se generará la correspondiente Consigna ATO/CTO y el Acta de Trabajos.	Sub. Operaciones Sub. Circulación
SRAC_005	REQ18	Si durante las operaciones de pruebas y puesta en servicio se detecta alguna anomalía o situación que impida finalizar satisfactoriamente las tareas planificadas de puesta en servicio en el tiempo programado y previa comunicación del Agente Habilitado, se tomarán las medidas oportunas que garanticen una explotación segura de las instalaciones.	Sub. Operaciones Sub. Circulación

Tabla 8. Condiciones exportadas por otros agentes.

## 7. CONCLUSIONES

### PUNTOS PENDIENTES

En el momento de redacción de este informe, quedan pendiente de recibir la documentación correspondiente a las actividades de campo. Una vez finalizadas las pruebas y la puesta en servicio de la vía 2, se deberá entregar la siguiente documentación asociada:

- Informe ACO/DO
- PPI Ejecución de suelo cemento
- PPI Terraplén y subbalasto
- Evidencia de Cerramientos
- PPI Canaletas
- Acta de la prueba de carga estática con camiones
- Acta de la prueba de carga dinámica con camiones
- Acta de prueba de carga dinámica con material ferroviario
- Informe de Puesta a Tierra en Estructuras
- Acta de comprobación de geometría de vía
- Acta de neutralización/homogeneización
- Fichas de control soldaduras
- PPI Traviesas
- PPI y Actas de ensayos de caracterización, densidades, Proctor y placas de carga y certificados del balasto
- Registro gráfico del estabilizador
- Reportaje Fotográfico Señales Instaladas (Señal de alto a tracción eléctrica y señal portátil de parada)
- Reportaje Fotográfico de Palenque de Traviesas
- PPI Instalación de Calces
- PPI Catenaria
- PPI de Puesta a Tierra
- Elaboración/Actualización Anejo norma técnica electrificación en vigor para vía 2.
- Informe de evaluación independiente ISA – Siemens
- Safety Case Siemens
- Formatos de la IT-301-001-007-SC-524
- Consignas ATO/CTO
- Acta de trabajos

### CONCLUSIÓN

A fecha de redacción de este informe de seguridad se puede concluir sobre la correcta definición y aplicación del proceso de Gestión de Seguridad previsto para este proyecto según el Plan de Aplicación [SD-1], el Reglamento (UE) 402/2013 [NR-1], y su modificación (UE) 2015/1136 [NR-2] para el tramo entre los PK 616+675 y 618+274 de la línea Madrid-Hendaya.

Las instalaciones modificadas se pueden considerar aptas para su puesta en servicio, estando ésta condicionada a la resolución de los puntos pendientes declarados.

Este Informe de Seguridad incluye la justificación de la seguridad, documentada y estructurada, y proporciona las evidencias de que la modificación de los subsistemas infraestructura, energía y control, mando y señalización producto de la puesta en servicio de la vía 2 entre los PK 616+675 y 618+274 de la línea Madrid-Hendaya cumple con los requisitos de seguridad especificados en el ámbito de uso propuesto. Este Informe de Seguridad permite:

- Proporcionar una demostración de que el sistema cumple con todos los requisitos de seguridad especificados, de acuerdo con el Reglamento de Ejecución EU/402/2013 [NR-1] modificado por EU/2015/1136 [NR-2] y la UNE-EN 50126 [NR-3].
- Proporcionar una base para la evaluación independiente de la seguridad.

Se ha demostrado que se cumplen los requisitos de seguridad para el proyecto, resultantes de la evaluación de riesgos llevada a cabo en el proyecto.

Esta demostración de la seguridad se ha llevado a cabo mediante la implementación de la documentación de diseño, recopilación de certificados de los proveedores de los materiales, la realización de pruebas e inspecciones, la elaboración de manuales, etc.

En el Registro de Peligros [SD-2] se analizaron todas las posibles amenazas por su posible impacto en la seguridad operacional, quedando completamente cerrados o controlados todos los riesgos identificados. Los riesgos calificados como controlados pasarán a estado cerrado una vez que se hayan completado todas las evidencias pendientes.

De esta manera, se ha documentado el proceso de gestión de riesgos y se han recopilado los documentos necesarios que demuestran la idoneidad del mismo, como todas las evidencias documentales de cierre de riesgos referenciadas en el Registro de Peligros [SD-2].

En el momento de redacción de este informe aún quedan pendientes la realización de todos los trabajos de acuerdo al alcance detallado en el apartado 3. Las evidencias de culminación de estos trabajos y el cierre de estos puntos conllevarán la actualización de este informe de seguridad y de la documentación de seguridad asociada.

En conclusión, de acuerdo al estado de cierre descrito en este apartado se considera que el proyecto de Puesta en Servicio de la Vía 2 Derecha en el marco de este proyecto dispone de un nivel de seguridad adecuado para la aplicación prevista y los requisitos de seguridad establecidos, y que los requisitos de seguridad que se han establecido se consideran adecuados, siempre que se respeten las Condiciones de Aplicación indicadas en la Tabla 8 del apartado 6 del presente Caso de Seguridad.



## ANEXO B

## REGISTRO DE PELIGROS

Id	Punto de control / Amenaza	Consecuencia	Criterio de Aceptación	Nivel de riesgo inicial			Medida de mitigación	Requisito de seguridad	Nivel de riesgo residual			Estado	Responsable	Comentario
				Frecuencia	Severidad	Nivel de Riesgo			Frecuencia	Severidad	Nivel de Riesgo			
<b>SUBSISTEMA INFRAESTRUCTURA</b>														
1	Inestabilidad de taludes de desmonte, en especial los de gran altura.	Desprendimientos. Invasión de gálibo. Colisión. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 1-2-7.3.- Consolidación de Infraestructura. Taludes NAV 2-1-3.0. Obras de Tierra. Estabilidad de taludes NAP 1-2-0.2.- Estudios Geotécnicos, Reconocimientos geológicos NAP 1-2-4.0.- Geología, Geotecnia y Estudio de Materiales. NAP 1-2-9.3.- Estudios geológicos. Taludes Informe ACO/DO	REQ1 REQ2 REQ3 REQ4 REQ5	-	-	-	Controlado	Obra	
2	Inestabilidad de taludes de terraplén, en especial los de gran altura.	Inestabilidades. Deformaciones. Asientos. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 1-2-7.3.- Consolidación de Infraestructura. Taludes NAP 1-2-9.3.- Estudios geológicos. Taludes NAP 1-2-4.0.- Geología, Geotecnia y Estudio de Materiales. Informe ACO/DO	REQ1 REQ3 REQ4	-	-	-	Controlado	Obra	
3	Ausencia o mal dimensionamiento de drenajes para protección de taludes de desmonte.	Erosiones. Desprendimientos. Invasión de gálibo. Colisión. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 1-2-0.3_2M1 Climatología, hidrología y drenaje. Instrucción 5.2-IC Drenaje superficial de carreteras. Informe ACO/DO	REQ6 REQ13	-	-	-	Controlado	Obra	
4	Ausencia o mal dimensionamiento de drenajes para protección de taludes de terraplén.	Erosiones. Inestabilidades. Deformaciones. Asientos. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 1-2-0.3_2M1 Climatología, hidrología y drenaje. Instrucción 5.2-IC Drenaje superficial de carreteras. Informe ACO/DO	REQ6 REQ13	-	-	-	Controlado	Obra	
5	Mal funcionamiento de cuñas de transición en obras de fábrica, estribos de viaductos y bocas de túnel.	Evidencias en auscultación. Asiento intolerables. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 2-0-0.1_2M1 Puentes y Viaductos Ferroviarios PPI Ejecución de suelo cemento	REQ7	-	-	-	Controlado	Obra	

6	Control inadecuado de materiales, compactación y coeficiente de permeabilidad en ejecución de terraplenes incluido subbalasto. Ejecución de obra incorrecta.	No conservación de la geometría de la vía. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	Pliego General de Prescripciones Técnicas para los Proyectos de plataforma (PGP)  PPI Terraplén y subbalasto.	REQ8	-	-	-	Controlado	Obra	
7	Ausencia o mala accesibilidad para realizar el mantenimiento adecuado de las obras de tierra.	No conservación adecuada de la infraestructura. Descarrilamiento. Colisión.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 2-3-0.0_ED2M1 Obras complementarias de la plataforma.  Evidencia de Cerramientos ET 03.305.001.4_1M1. Canaletas prefabricadas de hormigón para cables	REQ9	-	-	-	Controlado	Obra	
8	Mal funcionamiento de los desagües de arquetas y puntos bajos de las canaletas para cables situadas en plataforma.	Erosiones. Inestabilidades. Deformaciones. Asientos. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	PPI CANALETAS	REQ10	-	-	-	Controlado	Obra	
9	No consideración en el dimensionamiento de la estructura de los estados límites de servicio.	Comportamiento no previsto. Repercusión en la explotación.					Los Estados Límites de Servicio (ELS) fueron considerados para todas las estructuras en la etapa de diseño.					Cerrado	Diseño	Cerrado en diseño
10	Falta o deficiencia de accesibilidad para supervisión, mantenimiento, reparación de pilas, estribos, tablero y apoyos, incluida su sustitución.	Falta de mantenimiento en la estructura. Repercusión en la explotación.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 2-4-0.0_1E Inspección Básica de Puentes de Ferrocarril.  NAP 2-4-1.0_ED2 Inspección principal de puentes de ferrocarril.  Informe ACO/DO	REQ11 REQ19	-	-	-	Controlado	Obra	
11	Pruebas de carga insuficientes y/o inadecuadas en estructuras ó Ausencia y/o deficiencia en el análisis de resultados de pruebas de carga.	Comportamiento no previsto (efectos resonantes, etc.). Repercusión en la explotación.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 2-0-0.1_2M1 Puentes y Viaductos Ferroviarios  NAP-2-4-2.0 Pruebas de carga ferroviarias en puentes de ferrocarril.  Procedimiento de la prueba de carga estática y dinámica con camiones  Acta de la prueba de carga estática con camiones  Acta de la prueba de carga dinámica con camiones  Procedimiento de prueba de carga dinámica con material ferroviario  Acta de prueba de carga dinámica con	REQ7 REQ12	-	-	-	Controlado	Obra	

12	Ausencia o deficiencia en el drenaje en estructuras, estribos y muros.	Deformaciones en vía debido a movimientos o incluso desplazamientos en las estructuras. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 1-2-0.3_2M1 Climatología, hidrología y drenaje.  Informe ACO/DO	REQ13	-	-	-	Controlado	Obra	
13	Posible falta o deficiencia en la puesta a tierra de elementos metálicos de las estructuras.	Electrocución.	Códigos Prácticos	-	-	-	UNE-EN 50122-1:2011. Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno  Informe de Puesta a Tierra en Estructuras	REQ14	-	-	-	Controlado	Obra	
14	Posible falta o deficiencia en la comprobación de que los elementos de la estructura próximos a las vías (pilares, muros, etc.), son capaces de soportar el impacto de vehículos descarrilados.	Descarrilamiento y empeoramiento de las consecuencias en un descarrilamiento.					Todas las características de las estructuras fueron consideradas para el diseño de la vía a través de las especificaciones de cada una de ellas y los planos respectivos.					Cerrado	Diseño	Cerrado en diseño
15	Posible falta o incorrecta definición de los límites de alerta, intervención y actuación inmediata en la vía (parámetros geométricos, alineación, alabeo, ancho de vía, nivelación).	Afección a explotación. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAV 3-0-5.2 Parámetros de geometría de vía  IT-301-001-VIA-33 Auscultación geométrica y dinámica de vía mediante sistemas embarcados.  Plan de auscultación y vigilancia	REQ15 REQ16	-	-	-	Controlado	Obra	Se cuenta con un Plan de Auscultación y Vigilancia aplicable al proyecto que toma en cuenta la "NAV 3-0-5.2 Parámetros de geometría de vía" e "IT-301-001-VIA-33 Auscultación geométrica y dinámica de vía mediante sistemas embarcados."
16	Posible inexistencia de planes de mantenimiento de vía.	Afección a explotación. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	XXXX-PE-301-001-005-SC-524-A-06: Criterios generales de mantenimiento preventivo de infraestructura y vía  Plan de auscultación y vigilancia	REQ17	-	-	-	Controlado	Obra	Se cuenta con un Plan de Auscultación y Vigilancia aplicable al proyecto que toma en cuenta los criterios generales de mantenimiento preventivo de infraestructura y vía (XXXX-PE-301-001-005-SC-524-A-06)
17	Ausencia de periodos sin circulación para trabajos de mantenimiento.	Afección a explotación. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	Real Decreto 664/2015 Reglamento de Circulación Ferroviaria	RQ_18				Controlado	Obra	
18	Posible ausencia o insuficiencia de planificación de la vigilancia de la infraestructura y el drenaje.	Afección a explotación. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	XXXX-PE-301-001-005-SC-524-A-06: Criterios generales de mantenimiento preventivo de infraestructura y vía  Plan de auscultación y vigilancia	REQ17	-	-	-	Controlado	Obra	Se cuenta con un Plan de Auscultación y Vigilancia aplicable al proyecto que toma en cuenta los criterios generales de mantenimiento preventivo de infraestructura y vía (XXXX-PE-301-001-005-SC-524-A-06)
19	Posible ausencia o insuficiencia de plan de vigilancia de viaductos.	Afección a explotación. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 2-0-0.1_2M1 Puentes y Viaductos Ferroviarios  NAP 2-4-0.0_1E Inspección Básica de Puentes de Ferrocarril.  NAP 2-4-1.0_ED2 Inspección principal de puentes de ferrocarril.  Plan de Inspección y Mantenimiento	REQ7 REQ11 REQ19	-	-	-	Controlado	Obra	
20	Pendiente inadecuada de la superficie de la plataforma.	Posibles comportamientos no previstos de la plataforma a largo plazo (asientos, reducción de vida útil, etc.). Posible afección a explotación.	Códigos Prácticos	-	-	-	Pliego General de Prescripciones Técnicas para los Proyectos de plataforma (PGP)  NAV 3-4-3.0 Montaje de vía en balasto para obra nueva  Orden FOM/1631/2015 IF-3 Instrucción para el proyecto y construcción de obras ferroviarias IF-3. Vía sobre balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal.  Informe ACO/DO	REQ8 REQ20 REQ21	-	-	-	Controlado	Obra	

ESTUDIOS DE SEGURIDAD PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA VIA DERECHA ENTRE LOS PK  
616+675 Y 618+274 DE LA LINEA MADRID-HENDAYA  
TRABAJO FIN DE MÁSTER

21	Posible falta de espacio lateral para evacuación y las labores de mantenimiento a lo largo de la plataforma.	Imposibilidad de correcta evacuación de viajeros en situación de emergencia. No conservación adecuada de la	Códigos Prácticos	-	-	-	Pliego General de Prescripciones Técnicas para los Proyectos de plataforma (PGP)	REQ8	-	-	-	Controlado	Obra
22	Posible ausencia o insuficiencia de cerramiento longitudinal a lo largo de la línea.	Arrollamientos. Colisión.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 2-3-0.0_ED2M1 Obras complementarias de la plataforma.  Evidencia de Cerramientos	REQ9	-	-	-	Controlado	Obra
23	Posible insuficiencia de accesos o no utilización de llave universal en el cerramiento para mantenimiento y/o emergencias.	Dificultad de acceso a medios de mantenimiento y/o emergencia.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 2-3-0.0_ED2M1 Obras complementarias de la plataforma.  Evidencia de Cerramientos	REQ9	-	-	-	Controlado	Obra
24	Insuficiencia o inexistencia de refuerzos y/o enterramiento del cerramiento en tramos específicos (zonas de concentración de fuertes vientos y zonas con acusada presencia de lagomorfos).	Derrumbe de tramos de cerramiento con arrancamiento de cimentaciones. Vulnerabilidad por lagomorfos que pueden realizar madrigueras que afecten a los terraplenes de la línea.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 2-3-0.0_ED2M1 Obras complementarias de la plataforma.  Evidencia de Cerramientos	REQ9	-	-	-	Controlado	Obra
25	Insuficiencia en el vallado antivandalismo y/o en los sistemas DCO para detección de caída de objetos a la vía tanto en pasos superiores como en boca de túneles.	Colisión.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAP 2-0-0.4_3 Pasos superiores.  Planos de Viseras de Protección y Pantallas Antivandálicas	REQ22	-	-	-	Controlado	Obra
26	Ausencia o insuficiencia de control geométrico de la vía para la puesta en servicio.	Defectos en los parámetros geométricos de vía (alabeo, ancho de vía, alineación, nivelación, peralte, etc.). Desgaste de carril. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	IT-301-001-VIA-33 Auscultación geométrica y dinámica de vía mediante sistemas embarcados.  NAV 3-4-3.0 Montaje de vía en balasto para obra nueva  Acta de comprobación de geometría de vía  Plan de auscultación y vigilancia	REQ16 REQ20	-	-	-	Controlado	Obra
27	Ausencia o insuficiencia de control geométrico planificado de la vía para la explotación y mantenimiento.	Defectos en los parámetros geométricos de vía (alabeo, ancho de vía, alineación, nivelación, peralte, etc.). Desgaste de carril. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	IT-301-001-VIA-33 Auscultación geométrica y dinámica de vía mediante sistemas embarcados.  Plan de auscultación y vigilancia	REQ16	-	-	-	Controlado	Obra
28	Ausencia de control de composición y geometría de carril de acuerdo con las normas.	Desgaste prematuro de carril. Rotura de carril. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	UNE-EN 13674-1:2011+A1:2017 - Aplicaciones ferroviarias, vías, carril- Parte 1. Carril ferroviario Vignole de 46 kg/m en adelante.	REQ23	-	-	-	Controlado	Obra
29	Ausencia o insuficiencia de comprobación de colocación/inclinación del carril y apretado de sujeciones.	Bloqueo del carril. Rotura de la vaina de la traviesa. Descuadre y/o fisuración de traviesas. Rotura de sujeciones. Deformaciones.	Códigos Prácticos	-	-	-	IT-301-001-VIA-33 Auscultación geométrica y dinámica de vía mediante sistemas embarcados.  NAV 3-4-3.0 Montaje de vía en balasto para obra nueva  Acta de comprobación de geometría de vía  Plan de auscultación y vigilancia	REQ16 REQ20	-	-	-	Controlado	Obra

30	Posible deficiencia en la neutralización de barra larga soldada.	Deformaciones de carril. Rotura de carril. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAV 7.1.4.1_3ed Neutralización y homogeneización de tensiones en la vía sin juntas  Acta de neutralización/homogeneización	REQ24	-	-	-	Controlado	Obra	
31	Posible deficiencia en la ejecución de soldaduras.	Rotura de carril. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAV 3-3-2.1-3 Soldadura aluminotérmica de carriles. Ejecución y recepción de soldaduras  Fichas de control soldaduras	REQ25	-	-	-	Controlado	Obra	
32	Ausencia o insuficiencia en los controles de comportamiento de las sujeciones en cuanto a su resistencia al deslizamiento y control de la rigidez dinámica.	Posible afección al confort del pasajero.	Códigos Prácticos	-	-	-	ETI Subsistema Infraestructura  Certificado de cumplimiento de la ETI de Infraestructura	REQ26	-	-	-	Controlado	Obra	
33	Ausencia o insuficiencia en los controles de comportamiento de las sujeciones en cuanto a su aislamiento eléctrico.	Ocupación inesperada de CV. Posible afección a explotación.	Códigos Prácticos	-	-	-	ETI Subsistema Infraestructura  Certificado de cumplimiento de la ETI de Infraestructura  Certificado de Sujeciones de Traviesas	REQ26	-	-	-	Controlado	Obra	
34	Posible ausencia o insuficiencia de control geométrico y de fabricación de traviesas.	No conservación de ancho de vía e inclinación de carril dentro de tolerancias. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	ET 03.360.571.8_6M1 Traviesas monobloque de hormigón pretensado.  Certificado de Traviesas	REQ27	-	-	-	Controlado	Obra	
35	Control distancia de traviesas	Deformaciones en vía.	Códigos Prácticos	-	-	-	ETI Subsistema Infraestructura NAV 3-4-3.0 Montaje de vía en balasto para obra nueva  PPI Traviesas	REQ20	-	-	-	Controlado	Obra	
36	Posible ausencia o insuficiencia de comprobación de longitudes de vía útil y distancia entre aparatos de vía.	Ocupación inesperada de CV por insuficiencia de longitud útil de vía. Posible afección a explotación.					Las longitudes de vía útil y la separación de aparatos de vía se tomó en cuenta durante el diseño del proyecto.					Cerrado		Cerrado en Diseño
37	Posible ausencia o insuficiencia de comprobación de geometría de la banqueta de balasto.	Afecciones a la resistencia transversal de la vía. Falta de estabilidad. En conjunción con deficiente neutralización(INF2.05), agrava el problema de deformaciones vía. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	PGP-2011: "G0104 Rellenos"  PGP-2011: "G0106 Capa de forma"  PGP-2011: "G0107 Subbalasto"  NAP 1-2-4.0.- Geología, Geotecnia y Estudio de Materiales.  Orden FOM/1631/2015 IF-3 Instrucción para el proyecto y construcción de obras ferroviarias  PGP-2011 Pliego General de Prescripciones Técnicas para los Proyectos de plataforma (PGP)  PPIs y Actas de ensayos de caracterización, densidades, Proctor y	REQ28 REQ29 REQ30 REQ4 REQ21 REQ8	-	-	-	Controlado	Obra	

ESTUDIOS DE SEGURIDAD PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA VIA DERECHA ENTRE LOS PK 616+675 Y 618+274 DE LA LINEA MADRID-HENDAYA  
TRABAJO FIN DE MÁSTER

38	Posible ausencia o insuficiencia de control de especificaciones geométricas y/o físicas de balasto.	Comportamiento no previsto de la banqueta de balasto. Deformaciones. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	PGP-2011: "G0104 Rellenos" PGP-2011: "G0106 Capa de forma" PGP-2011: "G0107 Subbalasto" NAP 1-2-4.0.- Geología, Geotecnia y Estudio de Materiales. Orden FOM/1631/2015 IF-3 Instrucción para el proyecto y construcción de obras ferroviarias PGP-2011 Pliego General de Prescripciones Técnicas para los Proyectos de plataforma (PGP) PPIs y Actas de ensayos de caracterización, densidades, Proctor y placas de carga y certificados del balasto	REQ28 REQ29 REQ30 REQ4 REQ21 REQ8	-	-	-	Controlado	Obra
39	Posible tiempo insuficiente de rodaje para asentamiento de infraestructura y superestructura.	Comportamiento no previsto de la infraestructura. Posible afección a explotación. Posibilidad de accidente.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAV 7-1-5.2 Montaje de vía. Estabilización dinámica de la vía NAP 1-2-7.3.- Consolidación de Infraestructura. Taludes NAV 3-4-3.0 Montaje de vía en balasto para obra nueva Registro gráfico del estabilizador PPI Terraplén y subbalasto. Acta de comprobación de geometría de vía Informe ACO/DO	REQ31 REQ1 REQ20	-	-	-	Controlado	Obra
40	Movimiento de un tren hacia la vía 2 durante los trabajos previos, así como un tren de trabajo hacia la vía en explotación.	Descarrilamiento, atropellos, etc.	Códigos Prácticos	-	-	-	Consigna ATO/CTO AVISO AVO Real Decreto 664/2015 Reglamento de Circulación Ferroviaria Reportaje Fotográfico Señales Instaladas (Señal de alto a tracción eléctrica y señal portátil de parada) Reportaje Fotográfico de Palenque de Traviesas PPI Instalación de Calces	REQ50 REQ18	-	-	-	Controlado	Obra Sub. Operaciones Sub. Circulación
41	Incorrecta geometría en la vía. Mal asentada o aparición de baches	Descarrilamiento	Códigos Prácticos	-	-	-	NAV 3-4-3.0 Montaje de vía en balasto para obra nueva	REQ20	-	-	-	Controlado	Obra Sub. Circulación

INTERFACES														
40	Capacitación insuficiente del personal técnico con responsabilidades en el diseño, ejecución y mantenimiento.	Posibles deficiencias en diseño, ejecución y mantenimiento que puede afectar a seguridad y/o funcionalidad del sistema ferroviario.	Códigos Prácticos	-	-	-	ISO 9001:2015 Certificación de Cualificación de Medios	REQ32	-	-	-	Controlado	Obra	
41	Gálbo no compatible con el material rodante (gálbo de obras, distancia entre ejes de vías, separación de andenes, radio mínimo de la curva vertical).	Colisión. Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	ETI Subsistema Infraestructura Instrucción ferroviaria de Gálbos, Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio. UNE-EN 15273. Aplicaciones ferroviarias. Gálbos. NAP 1-2-1.0 Metodología para el diseño del trazado ferroviario Informe de cumplimiento de gálbos en las secciones críticas	REQ26 REQ33 REQ34 REQ35	-	-	-	Controlado	Obra	
42	No contemplación de los esfuerzos de arranque y frenado y resistencia de las vías a las cargas longitudinales.	Deformaciones de vía. Asientos. Acortamiento de vida útil. Comportamiento no previsto en estructuras.					Los esfuerzos de arranque y frenado se consideraron y la resistencia de las vías a cargas longitudinales es superior.					Cerrado	Diseño	Cerrado en Diseño
43	No contemplación de las reglas de ingeniería para posicionar los elementos en campo (señales, balizas, ect.) provocando falta de visibilidad de los elementos de campo por gálbo de obras.	Colisión.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAS 154_2 ASFA Digital Vía. Reglas para la ubicación de balizas. ET 03.365.011.0_1M1 Señales luminosas modulares para focos led. ET 03.365.010.2_2M1 Adaptador de foco led para señal alta y señal piloto S22100061 Modificación de la altura del mástil en señales altas S22100062 Coexistencia de señales altas de tipo convencional y de tipo modular Informe de comprobación de posicionamiento Informe de evaluación independiente ISA	REQ36 REQ37 REQ38 REQ39 REQ40	-	-	-	Controlado	Obra Siemens	



ENERGÍA													
1	La geometría de la catenaria se modifica (fatiga de material, condiciones climatológicas, desplazamiento de estructuras) quedando fuera de los márgenes especificados	En el caso en que llegue a haber contacto con parte de la estructura se producirá el disparo de protecciones del sistema degradando las condiciones de explotación. Mal funcionamiento del sistema. Mala captación de corriente.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAE 300_1EM1 Diseño funcional de la línea aérea de contacto tipo CA-160/3kV.  UNE-EN-50119:2021 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica.  UNE-EN-50149:2012 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Hilos de contacto acanalados de cobre y de aleación de cobre.  REGLAMENTO (UE) No 1301/2014 DE LA COMISIÓN de 18 de noviembre de 2014 o sobre las especificaciones técnicas de	REQ41 REQ42 REQ43 REQ44	-	-	-	Controlado	Obra
2	El subsistema no mantiene los límites de calidad y de comportamiento dinámico especificados para el consumo de corriente	Disparo de protecciones del sistema degradando las condiciones de explotación.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAE 300_1EM1 Diseño funcional de la línea aérea de contacto tipo CA-160/3kV.  UNE-EN-50119:2021 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica.  UNE-EN-50149:2012 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Hilos de contacto acanalados de cobre y de aleación de cobre.  PPI Catenaria	REQ41 REQ42 REQ43	-	-	-	Controlado	Obra
3	La Catenaria no es capaz de mantener su estabilidad mecánica y/o eléctrica cuando existen dos pantógrafos operativos próximos	En el caso en que llegue a haber contacto con parte de la estructura se producirá el disparo de protecciones del sistema degradando las condiciones de explotación. Mal funcionamiento del sistema.	Códigos Prácticos	-	-	-	NAE 300_1EM1 Diseño funcional de la línea aérea de contacto tipo CA-160/3kV.  NAE 107_ED2 Definición y medida de parámetros de la Línea Aérea de Contacto (Catenaria).  REGLAMENTO (UE) No 1301/2014 DE LA COMISIÓN de 18 de noviembre de 2014 o sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión  PPI Catenaria	REQ41 REQ45 REQ44	-	-	-	Controlado	Obra

4	La zona neutra entre dos zonas activas de la catenaria, queda conectada eléctricamente a cualquiera de las zonas activas adyacentes (o a ambas, simultaneamente).	Provoca disparo en subestación y actuación de protecciones en equipo embarcado. Afecta a disponibilidad.	Códigos Prácticos	-	-	-	ET 03.364.150.7_ED3M1 Seccionadores unipolares para instalación en exterior de 3 kV C.C. y de 25 kV C.A. para catenaria.  Accionamientos eléctricos para seccionadores  UNE-EN 50367:2022 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas y material rodante. Criterios para lograr la compatibilidad técnica entre los pantógrafos y la línea aérea de contacto.  PPI Catenaria	REQ47 REQ48 REQ49	-	-	-	Controlado	Obra
5	No existen especificaciones para el diseño detallado del circuito de retorno de corriente de tracción y de las conexiones a tierra de los diferentes equipos. No existe un plano de conjunto que recoja explícitamente el circuito de tierra (retorno) y sus conexiones con el resto de sistemas	Riesgo de disparo de protecciones en subestación dejando sin servicio la instalación. Riesgo de electrocución del personal ferroviario y ajeno al ferrocarril.	Códigos Prácticos	-	-	-	UNE-EN 50388:2023 Aplicaciones ferroviarias. Alimentación eléctrica y material rodante. Criterios técnicos para la coordinación entre sistemas de alimentación (subestación) y el material rodante para alcanzar la interoperabilidad. Parte 1: Generalidades.  NAE 300_1EM1 Diseño funcional de la línea aérea de contacto tipo CA-160/3kV.  UNE-EN 50122-1:2011. Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno  PPI Catenaria  Planos de Catenaria	REQ50 REQ41 REQ14	-	-	-	Controlado	Obra
6	No se realiza de forma adecuada la puesta a tierra de algún equipo utilizado durante una situación de emergencia en una sección de la línea eléctrica.	Riesgo de muerte de equipos de emergencia y de resto de personal en la zona	Códigos Prácticos	-	-	-	NAE 300_1EM1 Diseño funcional de la línea aérea de contacto tipo CA-160/3kV.  Procedimiento general XXXX-PG-402-001-013-SC. Cortes de Tensión en Líneas Aéreas de Contacto alimentadas en 25kV ca, 3 kV cc  NAR 5/16 Corte y restablecimiento de Tensión en Catenaria  PPI de Puesta a Tierra	REQ41 REQ51 REQ52	-	-	-	Controlado	Obra

7	Algún operador de la línea o algún agente de mantenimiento (de la línea considerada, o de la línea contigua) no recibe la información adecuada sobre la localización, naturaleza, duración o señalización de algún trabajo en una sección de la línea eléctrica.	Descarga eléctrica a personas que realicen trabajos o se encuentren en el entorno ferroviario	Códigos Prácticos	-	-	-	NAE 112_ED3M1 Esquemas eléctricos de línea aérea de contacto en corriente continua.  Procedimiento General de Gestión de Riesgos del Sistema de Gestión de Seguridad en la Circulación (XXXX-PG-101-003-007-SC-031).  Planos esquemas eléctricos y circuito de retorno  Elaboración/Actualización Anejo norma técnica electrificación en vigor para vía 2. REGLAMENTO (UE) Nº 1301/2014 DE LA COMISIÓN de 18 de noviembre de 2014 o sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión	REQ53 REQ54	-	-	-	Controlado	Obra Sub. Operaciones	
8	Falta de concordancia en elementos telemandados	Avería en sistema. Riesgo de electrocución.	Códigos Prácticos	-	-	-	ET 03.359.120.7_9.9 Telemando de energía. Protocolo de comunicaciones entre centro de control y remotas (líneas convencionales)  ET 03.359.120.7_2.9 Telemandos de energía (líneas convencionales)  PPI Categoría	REQ44 REQ55 REQ56	-	-	-	Controlado	Obra Logytel & CAF	
	FRECUENCIA	SEVERIDAD		NIVEL DE RIESGO										
	FR - Frecuente	CA - Catastrófico		IN - Intolerable										
	PR - Probable	CR - Crítico		ND - No deseable										
	O - Ocasional	M - Marginal		TO - Tolerable										
	R - Remoto	INS - Insignificante		DE - Despreciable										
	IM - Improbable													
	INC - Increíble													

1	Riesgo de que se realice una incorrecta modificación en el enclavamiento que afecta a los elementos y/o conexionado, tanto en cabina como en exterior (en campo).	Cableado mal conexionado o sin continuidad, aspecto de señal incorrecto o fuera de servicio, circuito de vía sin conexión y/o mal ajustado, etc. Detección incorrecta de la ocupación de un circuito de vía. Descarrilamiento, colisión y aplicación del frenado de emergencia.	Códigos Prácticos	-	-	-	<p>UNE-EN 50126:2017 Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS)</p> <p>UNE-EN 50128:2012 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.</p> <p>UNE-EN 50129:2020 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.</p> <p>Informe de evaluación independiente ISA</p>	REQ57 REQ58 REQ59	-	-	-	Controlado	Siemens
2	No haberse verificado y realizado un análisis crítico de seguridad de las rutas establecidas e incompatibilidades entre ellas para optimizar la estructura de vías y señales de acuerdo con las necesidades de explotación.	Colisión, Descarrilamiento.	Códigos Prácticos	-	-	-	<p>UNE-EN 50126:2017 Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS)</p> <p>UNE-EN 50128:2012 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.</p> <p>UNE-EN 50129:2020 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.</p> <p>Safety Case Siemens</p>	REQ57 REQ58 REQ59	-	-	-	Controlado	Siemens
3	Existe riesgo de cambios en pruebas finales al no estar bien definidas las especificaciones funcionales.	Por no haberse realizado revisiones de seguridad funcionales iniciales, se han realizado cambios de última hora sin que hayan seguido un proceso de verificación y validación correspondiente a un sistema de seguridad SIL 4.	Códigos Prácticos	-	-	-	<p>UNE-EN 50126:2017 Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS)</p> <p>UNE-EN 50128:2012 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.</p> <p>UNE-EN 50129:2020 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.</p> <p>Informe de evaluación independiente ISA</p>	REQ57 REQ58 REQ59	-	-	-	Controlado	Siemens

4	El equipo interface para detección del foco fundido no reúne todas las condiciones de seguridad. El interface para la detección del foco fundido enmascara la señal de foco fundido, en especial cuando se tiene que discriminar entre día y noche.	No existe un análisis de seguridad del equipo de detección de foco fundido en los circuitos de luces específicos de la instalación.	Códigos Prácticos	-	-	-	<p>UNE-EN 50126:2017 Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS)</p> <p>UNE-EN 50128:2012 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.</p> <p>UNE-EN 50129:2020 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.</p> <p>Informe de evaluación independiente ISA</p>	REQ57 REQ58 REQ59	-	-	-	Cerrado	Siemens
5	Errores humanos por parte del encargado de trabajo/responsable de circulación en la puesta en servicio, provocando la invasión de la zona afectada.	Colisión, Descarrilamiento, Atropello	Códigos Prácticos	-	-	-	<p>Real Decreto 664/2015 Reglamento de Circulación Ferroviaria</p> <p>IT-402-001-011-SC-524 Procedimiento de Programación de Trabajos</p> <p>IT-301-001-007-SC-524 Protocolo de coordinación y comunicación entre Responsable Técnico y Agente Habilitado durante la ejecución de los trabajos.</p> <p>Plan de Pruebas y PeS</p> <p>Formatos de la IT-301-001-007-SC-524</p> <p>Consigna ATO/CTO</p> <p>Acta de trabajos</p>	REQ18 REQ60 REQ61 REQ62	-	-	-	Controlado	Obra Siemens Sub. Operaciones Sub. Circulación
6	Las instalaciones quedan en una situación inadecuada tras la jornada de pruebas y PeS, que puede afectar a la seguridad en las instalaciones	Colisión, Descarrilamiento, Atropello	Códigos Prácticos	-	-	-	<p>Real Decreto 664/2015 Reglamento de Circulación Ferroviaria</p> <p>IT-402-001-011-SC-524 Procedimiento de Programación de Trabajos</p> <p>IT-301-001-007-SC-524 Protocolo de coordinación y comunicación entre Responsable Técnico y Agente Habilitado durante la ejecución de los trabajos.</p> <p>Plan de Pruebas y PeS</p> <p>Formatos de la IT-301-001-007-SC-524</p> <p>Consigna ATO/CTO</p> <p>Acta de trabajos</p>	REQ18 REQ60 REQ61 REQ62	-	-	-	Controlado	Obra Siemens Sub. Operaciones Sub. Circulación

