



ANÁLISIS DE RIESGOS DEL PLAN DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO EN PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA.

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS FERROVIARIOS. CURSO 2016/2017

AUTOR: Hugo Redondo Flecha

Firma:

DIRECTOR: Pablo López Selas

Firma:

Ficha técnica

| | |
|----------------------------|---|
| Autor | Redondo Flecha, Hugo |
| Director | López Selas, Pablo |
| Programa y curso académico | Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios. Curso 2016/2017 |
| Título del trabajo | ANÁLISIS DE RIESGOS DEL PLAN DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO EN PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA |
| Resumen | <p>El objeto del presente documento es la elaboración de un Análisis de Riesgos genérico de las actuaciones ejecutadas en campo que tienen lugar para la ejecución de Pruebas y Puesta en Servicio en proyectos de señalización ferroviaria. El proyecto se ha realizado en colaboración con el departamento RAMS de CAF Signalling para dar apoyo a la gestión de riesgos de los proyectos de los que es responsable.</p> <p>A lo largo del documento se presentarán todos los conceptos y criterios de evaluación y aceptación de riesgos aplicados al análisis y que son acordes a la normativa europea CENELEC para aplicaciones de seguridad ferroviarias y al Reglamento Europeo RE 402/2013 sobre los Métodos Comunes de Seguridad para la evaluación de riesgos. Partiendo del conocimiento y descripción de estos criterios, se desarrollará una metodología de análisis que tiene como propósito principal estandarizar el proceso de identificación y evaluación de riesgos para todos los proyectos de señalización ferroviaria en el ámbito de Pruebas y Puesta en Servicio.</p> <p>Utilizando esta metodología, se realizará un análisis de carácter genérico, identificando las principales amenazas que pueden asociarse a las actuaciones y trabajos en campo, evaluando su riesgo y proponiendo medidas de seguridad adicionales en caso de que dicho riesgo no sea aceptable. Las situaciones analizadas en este documento que sean de aplicación en los proyectos específicos se trasladarán a sus análisis particulares, siendo el punto de partida para la elaboración de los mismos.</p> |

Índice de Contenido

| | |
|--|----|
| Ficha técnica..... | 2 |
| Índice de Contenido..... | 3 |
| Índice de Figuras | 5 |
| Índice de Tablas..... | 5 |
| Referencias | 6 |
| Acrónimos y abreviaturas..... | 7 |
| Descripción breve: Introducción y resumen..... | 8 |
| Objetivos del trabajo | 10 |
| Descripción de tareas y planificación..... | 11 |
| 1. GENERALIDADES..... | 14 |
| 2. CICLO DE VIDA..... | 16 |
| 2.1. Situación del presente Trabajo en el Ciclo de Vida | 18 |
| 3. EL <i>HAZARD-LOG</i> | 20 |
| 4. ANÁLISIS DE RIESGOS..... | 22 |
| 4.1. El Riesgo | 22 |
| 4.2. Aceptación del Riesgo..... | 22 |
| 4.2.1. Aplicación de códigos prácticos..... | 23 |
| 4.2.2. Uso de sistemas de referencia | 23 |
| 4.2.3. Estimación explícita del riesgo..... | 24 |
| 4.2.4. Elección del principio de Aceptación de Riesgo | 24 |
| 4.3. Metodologías para la elaboración de Análisis de Riesgos | 25 |
| 4.3.1. Metodologías deductivas..... | 25 |
| 4.3.2. Metodologías inductivas..... | 26 |
| 5. PROCESO DE ACEPTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO EN ADIF..... | 28 |
| 5.1. Actores principales del proceso y responsabilidades: | 28 |
| 5.2. Descripción del proceso | 29 |

| | | |
|--------|---|----|
| 5.2.1. | Fase 1: Elaboración del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio | 29 |
| 5.2.2. | Fase 2: Solicitud de la Autorización Provisional de Circulación para pruebas con vehículos | 30 |
| 5.2.3. | Fase 3: Elaboración del Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio..... | 30 |
| 5.2.4. | Fase 4: Solicitud de la Consigna de Pruebas | 31 |
| 5.2.5. | Fase 5: Elaboración de la Tabla de Amenazas, Medidas a adoptar, Área afectada y Trazabilidad | 31 |
| 5.2.6. | Fase 6: Definición de las medidas mitigadoras de gestión de los riesgos a aplicar por el Administrador de Infraestructuras y áreas afectadas..... | 31 |
| 5.2.7. | Fase 7: Confirmación del conocimiento y aceptación de las medidas de gestión por las Áreas afectadas de ADIF y cierre de la Tabla de Amenazas | 31 |
| 5.2.8. | Fase 8: Elaboración y publicación de la Consigna de Pruebas..... | 32 |
| 5.2.9. | Fase 9: Planificación exacta de los trabajos | 32 |
| 6. | PRESENTACIÓN DEL BLOQUE B | 34 |
| 6.1. | Propósito y alcance..... | 34 |
| 6.2. | Estructura del Bloque B | 35 |
| 7. | DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES..... | 36 |
| 8. | METODOLOGÍA DE ANÁLISIS | 39 |
| 8.1. | Presentación | 39 |
| 8.2. | Detalle del Análisis | 40 |
| 8.2.1. | Fase 1: Identificación de amenazas | 40 |
| 8.2.2. | Fase 2: Estimación y análisis del riesgo | 41 |
| 8.2.3. | Fase 3: Valoración del riesgo inicial | 41 |
| 8.2.4. | Fase 4: Acciones mitigadoras y Condiciones de Uso..... | 42 |
| 8.2.5. | Fase 5: Evaluación de su eficacia y seguimiento de Amenazas..... | 42 |
| 8.2.6. | Fase 6: Registro..... | 42 |
| 9. | ANÁLISIS DE RIESGOS DE PPES | 46 |
| 10. | CONCLUSIONES Y APORTACIONES | 47 |
| 10.1. | Conclusiones | 47 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 10.2. Aportaciones..... | 49 |
| ANEXO A. TABLA DE ANÁLISIS | 50 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Interrelación de los elementos de la RAMS Ferroviaria. Fuente: UNE-EN 50126..... | 15 |
| Figura 2. Ciclo de vida como “barreras” de seguridad..... | 16 |
| Figura 3: Ciclo de vida en "V". Fuente: CENELEC UNE-EN 50126..... | 17 |
| Figura 4: Verificación y validación. Fuente: CENELEC UNE-EN 50126. | 18 |
| Figura 5: Trazabilidad de amenazas identificadas y evaluadas y registro en <i>Hazard-Log</i> | 21 |
| Figura 6: Metodología deductiva..... | 26 |
| Figura 7: Metodología inductiva | 27 |
| Figura 8. Metodología FMEA para ARPPES..... | 40 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Listado de actuaciones..... | 38 |
| Tabla 2. Detalle de las tablas de análisis de riesgos | 43 |
| Tabla 3. Niveles de gravedad según UNE- EN 50126 | 44 |
| Tabla 4. Niveles de frecuencia según UNE-EN 50126 | 44 |
| Tabla 5. Matriz de aceptación del riesgo..... | 45 |
| Tabla 6. Categorización de Niveles de Riesgo..... | 45 |
| Tabla 7. Condiciones de Uso..... | 48 |

Referencias

| Ref. | Código | Versión | Descripción |
|------|----------------------|---------|---|
| 1. | UNE-EN 50126 | 1999 | <i>Railway applications. The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)</i> |
| 2. | UNE-EN 50129 | 2003 | <i>Railway applications. Communication, signaling and processing systems. Safety related electronic systems for signalling.</i> |
| 3. | RE 402/2013 | 2013 | Reglamento de Ejecución (UE) N° 402/2013 de la Comisión Europea sobre el Método Común de Seguridad para la evaluación de riesgos. |
| 4. | Codificación interna | 1.0 | IT de Puesta en Servicio de Proyectos. |
| 5. | Codificación interna | 1.0 | IT de FMEA. |
| 6. | ADIF | -- | Elaboración de la documentación necesaria para la solicitud de las Consignas de Pruebas del Sistema de Protección de Tren ETCS/ERTMS. |
| 7. | ADIF | -- | Guía general para la Aplicación del Método Común de Seguridad para la Evaluación del Riesgo. |

Acrónimos y abreviaturas

| Abreviaturas | Definición |
|--------------|--|
| ASFA | Anuncio de Señales y Frenado Automático. |
| ARPPES | Análisis de Riesgos de Pruebas y Puesta en Servicio |
| CENELEC | Comité Europeo de Normalización ELEctrotécnica |
| CLC | <i>Central LEU Controller</i> |
| CTC | Control del Tráfico Centralizado |
| DCO | Detector de Caída de Objetos |
| ENCE | Enclavamiento |
| ERTMS | <i>European Railway Traffic Management System</i> |
| FAT | <i>Factory Acceptance Test</i> |
| FMEA | <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> Análisis de Modos de Fallo y sus Efectos |
| IT | Instrucción técnica |
| LEU | <i>Lineside Electronic Unit</i> |
| LTV | Limitación Temporal de Velocidad |
| PCE | Puesto de Control ERTMS |
| PHA | <i>Preliminary Hazard Analysis</i> |
| PLE | Puesto Local de control ERTMS |
| PLO | Puesto Local de Operador |
| PPES | Pruebas y Puesta en Servicio |
| PRO | Puesto Regional de Operación |
| RAMS | <i>Reliability, Availability, Maintainability and Safety</i> Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad |
| RBC | <i>Radio Block Centre</i> |
| SAT | <i>Site Acceptance Test</i> |
| SIL | <i>Safety Integrity Level</i> |
| SW | <i>Software</i> |

Descripción breve: Introducción y resumen.

La seguridad es un factor clave en la actualidad en todos los ámbitos, y lo es aún más en el mundo ferroviario, donde un accidente puede significar una catástrofe y un impacto de gran dimensión, incluso a nivel mediático. Los avances tecnológicos, la complejidad de los mismos y la búsqueda de la máxima eficiencia de los servicios requieren un mayor trabajo en lo que concierne a la seguridad, ya que cuanto más complejos y sofisticados son los sistemas, mayor cuidado se debe prestar a la seguridad de los mismos.

Hacer que un sistema sea seguro no es una tarea sencilla, pues requiere un gran conocimiento del mismo para identificar cuáles son los posibles fallos que puede sufrir, estableciendo el diseño de una manera concreta para evitar que aparezcan. La experiencia también es un factor crucial para prever y analizar posibles situaciones de peligro que se han vivido anteriormente y aplicar las medidas necesarias antes de que se produzcan.

Todas estas tareas están coordinadas desde los departamentos de RAMS de las empresas del mundo ferroviario, siendo éstos los responsables de que todos los trabajos, acciones, procesos y responsabilidades dentro de las diferentes áreas de la empresa se ejecuten con la metodología de seguridad pertinente, de tal manera que los resultados que se buscan cumplan todos los aspectos requeridos de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad.

A lo largo del presente documento aparecerán los conceptos clave relacionados con las RAMS, detallándose los que estén más relacionados con el objeto del Trabajo, especialmente las técnicas y herramientas que se utilizan para obtener unos resultados completos del Análisis de Riesgos. El conocimiento, aplicación y desarrollo de estos conceptos tienen como punto de partida las siguientes normas europeas CENELEC relacionadas con las RAMS:

- **UNE-EN 50126:** *Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS).*
- **UNE-EN 50128:** *Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.*
- **UNE-EN 50129:** *Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.*

El desarrollo de la memoria se encuentra dividido en dos bloques, cuyo contenido es el siguiente:

- **Bloque A:** Contempla aquellos conceptos fundamentales sobre la RAMS ferroviaria, especialmente la parte relacionada con *Safety*, para detallar la manera de aplicar los criterios que de ellos se derivan en el Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio.
- **Bloque B:** Desarrollo del Análisis de Riesgos en base a los criterios que se han contemplado en el Bloque A. Incluye la identificación de las actuaciones que se analizarán posteriormente, junto con sus amenazas asociadas, y la metodología de análisis y evaluación de riesgo a seguir durante todo el proceso. Los resultados del análisis de todas las amenazas identificadas se registran en el ANEXO A.

Objetivos del trabajo

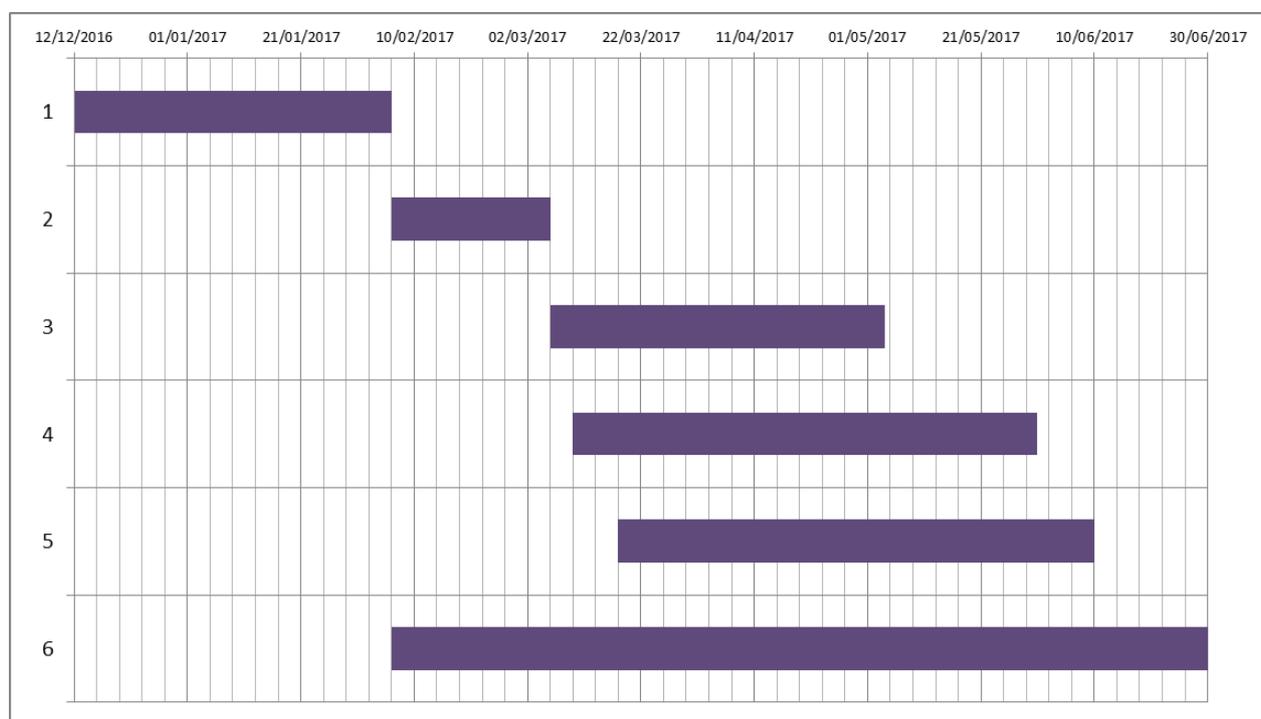
- Estandarizar el procedimiento de elaboración de Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y Puesta en servicio y la metodología a aplicar en los proyectos.
- Identificar las situaciones de peligro que pueden producirse durante la ejecución de trabajos en campo.
- Establecer la manera de cumplir con la normativa CENELEC y el RE 402/2013, en el ámbito de Instalación, Pruebas y Puesta en Servicio.
- Proponer, a través de un Análisis de Riesgos, el entorno necesario para realizar los trabajos, actuaciones y pruebas en campo con seguridad.
- Mejorar e innovar en las técnicas de evaluaciones de seguridad en el entorno ferroviario y la manera de aplicarlas:
 - Capacidad propia para detectar amenazas y medir sus riesgos.
 - Proponer medidas de mitigación para reducir el riesgo a valores aceptables.
- Determinar unos requisitos de seguridad asociados a las medidas de mitigación, tomando como punto de partida las situaciones de peligro identificadas que sirvan como entrada a la ejecución de trabajos en campo en cualquier proyecto, y que aseguren:
 - Que se identifican adecuadamente las exigencias relacionadas con la seguridad del sistema.
 - Que se comunican a cada actor del proyecto las exigencias de Seguridad de las que es responsable.
 - Que se exporten exigencias de seguridad a otros actores con los que exista relación (Administración Ferroviaria, otros tecnólogos).

Descripción de tareas y planificación

- 1. Recopilación y lectura de documentación relevante:
 - Análisis de Riesgos correspondientes a proyectos anteriores.
 - Planes de Pruebas y Puestas en Servicio.
 - Instrucciones técnicas relacionadas con la evaluación del riesgo.
 - Normativa (CENELEC, ref. [1] [2], RE 402/2013, ref. [3]).
- 2. Desarrollo de una metodología clara y precisa para la identificación de amenazas, su gestión, su evaluación del riesgo y criterios de aceptación, siguiendo los criterios de la normativa CENELEC, ref. [1], [2] y el RE 402/2013, ref. [3].
- 3. Identificación de gran variedad de trabajos y actuaciones en campo durante la Instalación, Pruebas y Puesta en Servicio, con carácter genérico.
- 4. Registro de Actuaciones y determinación de los aspectos de las mismas que afectan a la seguridad.
- 5. Identificación de Amenazas asociadas a las actuaciones y Análisis de Riesgos de acuerdo a la metodología desarrollada:
 - Trazabilidad entre las actuaciones y sus amenazas asociadas.
 - Evaluación del riesgo inicial y aplicación de criterios de aceptación mediante una estimación explícita del riesgo.
 - Medidas de mitigación y evaluación del riesgo final tras mitigación.
 - Identificación de Condiciones de Uso para su gestión con agentes externos.
 - Identificación de requisitos de seguridad derivados de las medidas de mitigación.
 - Implantación y gestión de los requisitos de seguridad.
- 6. Desarrollo y redacción de la memoria del Trabajo de Fin de Máster.

A continuación se muestra la planificación seguida durante el desarrollo del Trabajo, así como las horas de esfuerzo empleadas para cada una de las tareas:

| PLANIFICACIÓN DE TAREAS | INICIO | FIN | ESFUERZO (h) |
|---|------------|------------|--------------|
| 1. Lectura y recopilación | 12/12/2016 | 06/02/2017 | 15 |
| 2. Desarrollo de metodología | 06/02/2017 | 06/03/2017 | 24 |
| 3. Identificación y registro de actuaciones | 06/03/2017 | 04/05/2017 | 10 |
| 4. Identificación y registro de amenazas | 10/03/2017 | 31/05/2017 | 18 |
| 5. Análisis y gestión de amenazas | 18/03/2017 | 10/06/2017 | 35 |
| 6. Redacción del presente documento | 06/02/2017 | 30/06/2017 | 60 |



BLOQUE A

GESTIÓN RAMS

1. GENERALIDADES

RAMS son las siglas en inglés de *Reliability* (Fiabilidad), *Availability* (Disponibilidad), *Maintainability* (Mantenibilidad) y *Safety* (Seguridad). La norma UNE-EN 50126, ref. [1] define cada una de ellas de la siguiente manera:

- **Fiabilidad:** *La probabilidad de que un elemento pueda realizar una función requerida en condiciones determinadas durante un intervalo de tiempo determinado*
- **Disponibilidad:** *La capacidad que tiene un producto de hallarse en situación de realizar una función requerida en condiciones determinadas en un momento dado o durante un intervalo de tiempo señalado, suponiendo que se faciliten los recursos externos requeridos.*
- **Mantenibilidad:** *La probabilidad de que una acción dada de mantenimiento activo, correspondiente a un elemento en unas condiciones de utilización dadas, pueda ser llevada a cabo en un intervalo establecido de tiempo cuando el mantenimiento se realiza en condiciones establecidas y se utilizan procedimientos y recursos establecidos.*
- **Seguridad:** *Ausencia de riesgo inaceptable de daño.*

Todas ellas conforman un indicador cualitativo y cuantitativo del grado de confianza del sistema, subsistemas y/o sus componentes, de su capacidad para funcionar en base a los requisitos especificados y además, estén disponibles y sean seguros. Es por ello, que la gestión RAMS tienen una influencia muy significativa en la calidad y seguridad del servicio ferroviario, puesto que depende directamente de la funcionalidad y rendimiento de los subsistemas que lo forman y esto solamente se puede garantizar con una combinación adecuada de la fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad.

La seguridad y la disponibilidad están interrelacionadas en el sentido de que una deficiencia en cualquiera de ellas o una mala gestión de los conflictos entre los requisitos de seguridad y disponibilidad puede impedir que se logre un sistema confiable y de calidad. Para evitar que esto ocurra, es necesario controlar de manera adecuada todos los requisitos de fiabilidad y seguridad y con una adecuada gestión de la operación y el mantenimiento, pues son los factores que afectan directamente a la seguridad y disponibilidad. En la figura 1, extraída de la norma UNE-EN 50126, se muestra esquemáticamente la manera en la que se relacionan los elementos de la RAMS ferroviaria:

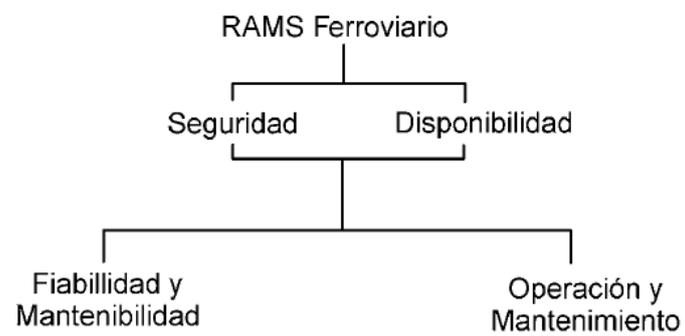


Figura 1: Interrelación de los elementos de la RAMS Ferroviaria. Fuente: UNE-EN 50126.

2. CICLO DE VIDA

El ciclo de vida de un sistema es el conjunto de fases que abarcan la vida total del mismo (desde su concepción hasta su retirada), en las que se definen las tareas a realizar para planificar, dirigir, controlar y vigilar todos los aspectos de un sistema, de modo que impidan que un riesgo potencial se pueda llegar a convertir en un accidente. Desde un punto de vista centrado en la seguridad, el ciclo de vida supone una sistemática orientada a identificar e implantar requisitos de seguridad en un sistema y la manera de evaluar el cumplimiento y eficacia de esos requisitos. A modo de comparación metafórica, los requisitos de seguridad identificados a lo largo del ciclo de vida se pueden representar como un conjunto de barreras (que podríamos ilustrar como un grupo de porciones de un queso *gruyere*, una a continuación de otra) de forma que cuantas más barreras pongamos y cuanto mejores sean, las porciones del queso tendrán menos agujeros y serán más pequeños; es decir, más reduciremos la probabilidad de que un riesgo llegue a provocar un accidente.

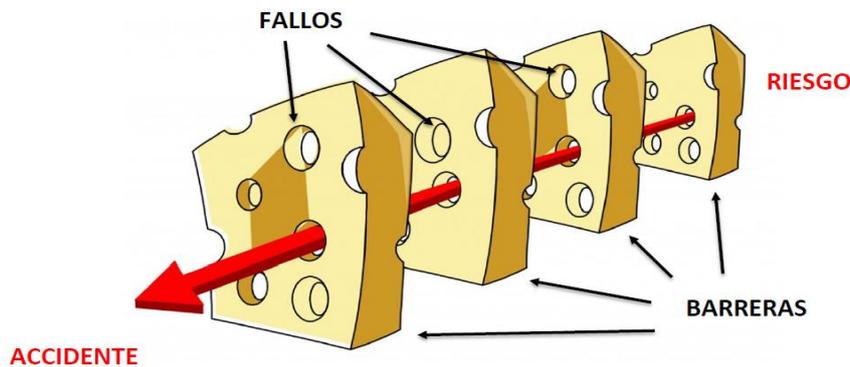


Figura 2. Ciclo de vida como “barreras” de seguridad

La representación del ciclo de vida se realiza en forma de “V” con el propósito de representar claramente la rama de desarrollo (rama descendente), que finaliza en el proceso de fabricación de componentes del sistema, y la rama ascendente, que corresponde al montaje, instalación, recepción y puesta en marcha del sistema.

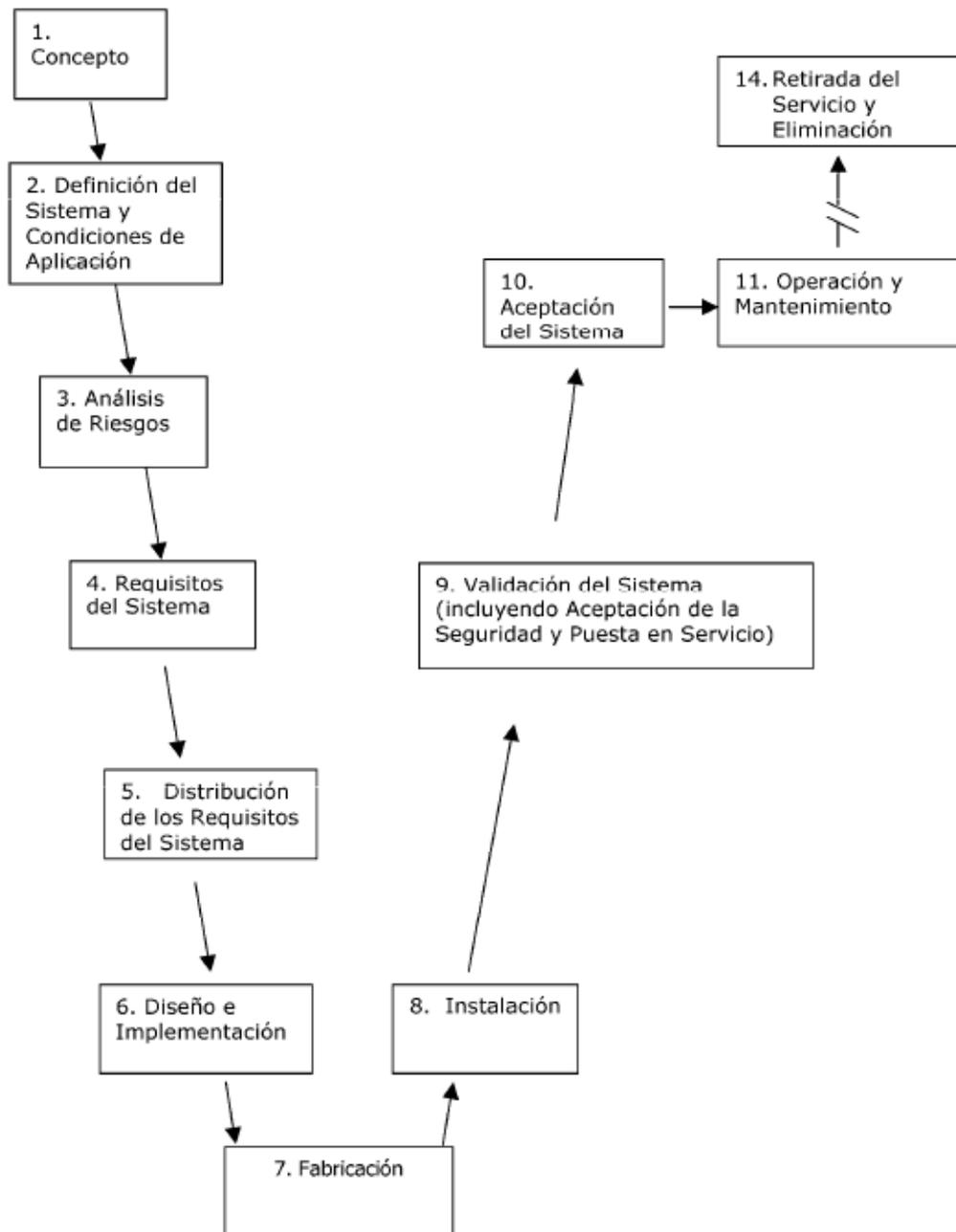


Figura 3: Ciclo de vida en "V". Fuente: CENELEC UNE-EN 50126.

Los expertos han desarrollado el ciclo de vida como una representación en "V" debido a que las tareas de aceptación y entrada en servicio en sistemas deben estar intrínsecamente relacionadas con las tareas de la fase de desarrollo, de manera que a la hora de validar un sistema sea necesario comprobar que se han ido cumpliendo todos los requisitos especificados en las primeras fases del ciclo de vida.

Además esta representación también es útil a la hora de mostrar tareas de verificación y validación en el ciclo de vida, permitiendo diferenciar ambos conceptos:

- **Verificación:** Consiste en la comprobación mediante examen y evaluación objetiva de que se han cumplido todos los objetivos por fase del ciclo de vida.
- **Validación:** Consiste en la comprobación mediante examen y evaluación objetiva de que se han cumplido todos los requisitos especificados para el sistema global.

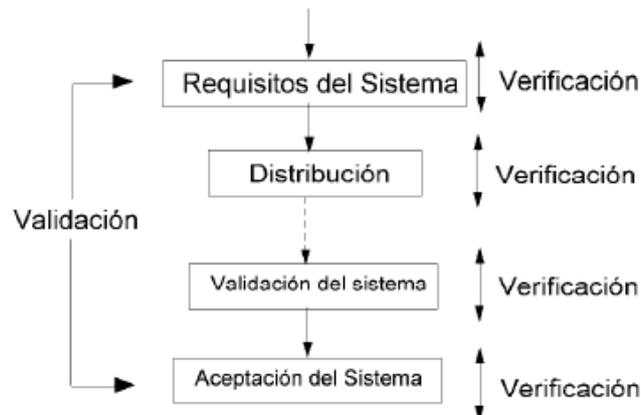


Figura 4: Verificación y validación. Fuente: CENELEC UNE-EN 50126.

2.1. Situación del presente Trabajo en el Ciclo de Vida

El Plan de Pruebas y Puesta en Servicio describe todas aquellas actuaciones y pruebas que es necesario ejecutar para obtener la Aceptación definitiva del Sistema, finalizando un proceso transversal de Validación, tal y como se ha representado en la Figura 4. Es importante hacer hincapié en la diferencia entre “Validación del Sistema” y la tarea de Validación que comprende desde los Requisitos del Sistema hasta la Aceptación del Sistema. La Validación de los sistemas y equipos se ha debido realizar previamente a la instalación y ejecución de pruebas en campo mediante pruebas FAT en el laboratorio, de tal manera que una vez que se han emplazado los equipos en su ubicación real se tenga la certeza de que van a cumplir con garantía los requisitos que se han especificado para el mismo y se han validado mediante pruebas en el laboratorio. La “Aceptación del Sistema”, en cambio, comprende ya la aceptación de la seguridad del sistema ubicado en la instalación real y la Puesta en Servicio del mismo.

La Verificación del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio consistirá en comprobar mediante evidencias objetivas que se han gestionado correctamente todos los requisitos de seguridad que se han extraído de la Tabla del Análisis.

El Análisis de Riesgos que se desarrolla en detalle en el Bloque B de la memoria, junto con la metodología a aplicar para ello, se situaría como una tarea a realizar en torno a la Fase 9 del Ciclo de Vida, cuyo objetivo es definir una serie de requisitos de seguridad que aparecen como consecuencia de la evaluación de riesgo que se lleva a cabo en el Análisis y la posibilidad de definir estos requisitos de seguridad en base a los resultados obtenidos del Análisis, determinando la forma en la que se deberán ejecutar todas las actuaciones y trabajos de forma segura durante estas fases.

Existen diversas técnicas para la elaboración de Análisis de Riesgos, que se encuentran desarrolladas en el apartado 4.3. La elección de una técnica u otra depende de las características del sistema y la concepción del mismo. En la Fase 3 se realiza un Análisis de Riesgos inicial (típicamente un PHA) a partir de la Definición del Sistema, pero luego puede surgir la necesidad de realizar nuevos Análisis de Riesgos sobre tareas específicas, como es el caso del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio, que se hace en la Fase 9.

3. EL HAZARD-LOG

El *Hazard-Log* es el documento en el que se recogen todas las amenazas identificadas en un proyecto relativas a un sistema o proceso. Su elaboración se inicia en las primeras fases del ciclo de vida y permanece “vivo” durante todo el ciclo de vida, de manera que se actualiza constantemente con nuevas amenazas y cuya misión principal es el control, gestión y seguimiento de amenazas de un sistema. A la hora de la aceptación del sistema todas las amenazas han debido de ser cerradas.

Es un documento de importante extensión, con un número considerable de amenazas, que sirve para el control, gestión y seguimiento de las mismas. Debido a ello, es necesario aplicar técnicas variadas que permitan identificar amenazas para completarlo de manera eficiente, permitiendo llevar un orden lógico que permita clasificar las amenazas para que, en el momento de su cierre, se tenga la certeza de que ninguna amenaza identificada ha quedado sin ser registrada.

Una manera eficaz de obtener un *Hazard-Log* completo es la realización de diversos Análisis de Riesgos (para las fases de desarrollo, de fabricación, de instalación, de pruebas, de operación...) que permitan identificar amenazas de acuerdo a las tareas y trabajos que se ejecutan en esas fases. El *Hazard-Log* se alimenta de los diferentes Análisis de Riesgos que se realizan a lo largo de las Fases del Ciclo de Vida de un sistema y añade la parte de la evaluación de las evidencias asociadas a las medidas de seguridad identificadas en los análisis para reducir el riesgo.

Aun así, solo con esto no es suficiente. La experiencia, el conocimiento profundo del sistema y de otros sistemas o proyectos relacionados también son aspectos clave a la hora de identificar amenazas.

Habitualmente en un *Hazard-Log*, se incluye, para cada amenaza:

- Un identificador unívoco de la amenaza y su fecha de apertura y cierre.
- Descripción de la amenaza.
- Causas que llevan a la aparición de una amenaza.
- Consecuencias.
- Gravedad y probabilidad de ocurrencia inicial.
- Evaluación del riesgo inicial.
- Medidas de mitigación para reducir el riesgo inicial (introducen requisitos).
- Evidencias de cumplimiento de las medidas de mitigación identificadas

- Gravedad y probabilidad de ocurrencia final.
- Evaluación del riesgo final.
- Riesgos Residuales o Condiciones de Uso.
- Estado de la amenaza (Abierta o Cerrada).
- Responsable del seguimiento de la amenaza.

La elaboración del presente análisis servirá para alimentar los *Hazard-Log* de los proyectos que son gestionadas por CAF Signalling, ya que los Análisis de Riesgos de los Planes de Pruebas y Puesta en Servicio que se realicen en dichos proyectos utilizarán este análisis de carácter genérico como punto de partida, recogiendo todas aquellas amenazas que sean de aplicación en cada uno de los proyectos. Estas amenazas serán registradas en los *Hazard-Log* de los proyectos para su control y seguimiento. La siguiente figura muestra la trazabilidad de las amenazas que parten del presente documento hasta llegar a ser registradas en los *Hazard-Log*:

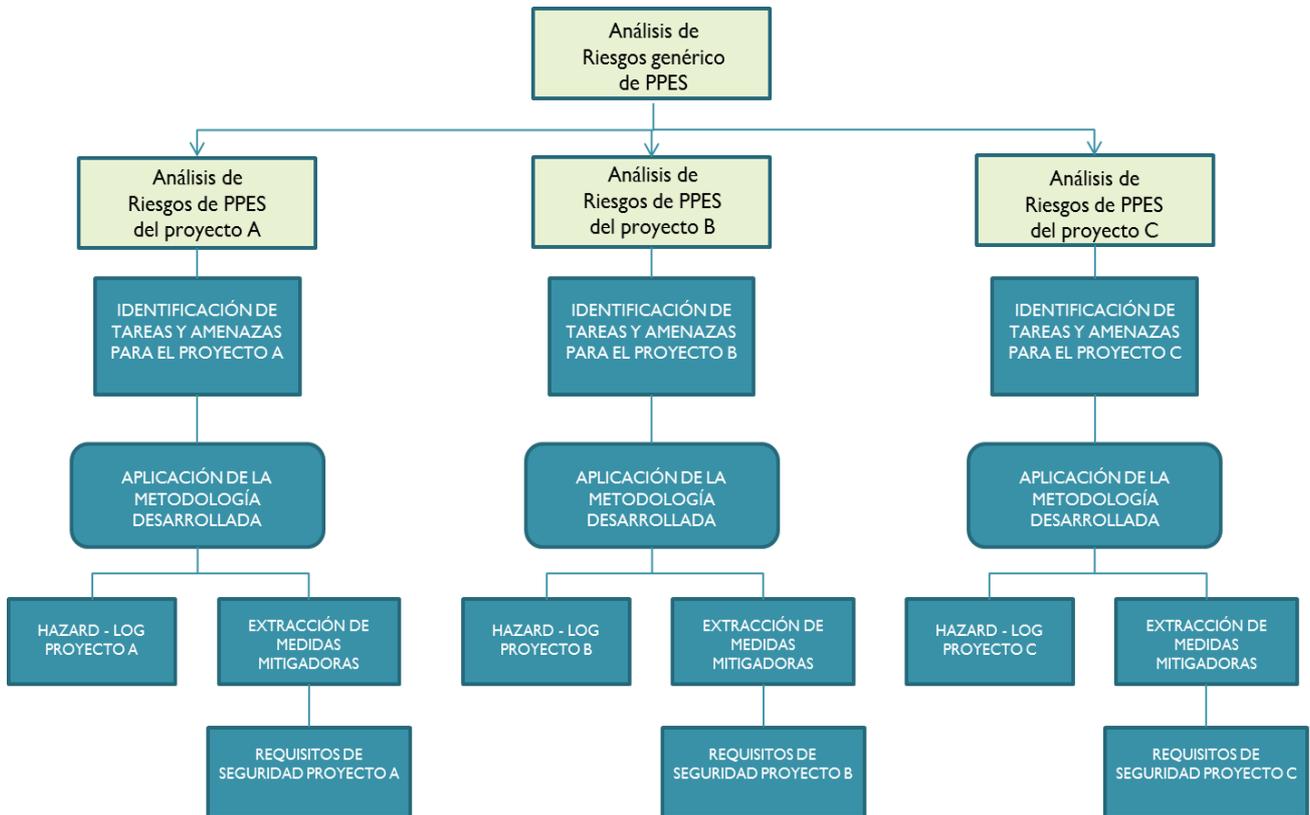


Figura 5: Trazabilidad de amenazas identificadas y evaluadas y registro en *Hazard-Log*.

4. ANÁLISIS DE RIESGOS

Los Análisis de Riesgos y el estudio sistemático de la seguridad son una necesidad de primera magnitud en los sistemas de transporte, y aún más en el ferrocarril, donde la complejidad de sus sistemas puede originar una diversidad de situaciones de peligro que si no se controlan y gestionan correctamente desembocarían en accidentes catastróficos. Todo Análisis de Riesgos implica el estudio, mitigación y determinación de un criterio de aceptación del riesgo asociado a cada amenaza particular a través de técnicas que se han desarrollado, valoración de las situaciones potencialmente peligrosas por parte de expertos, *brainstorming*...

Todo Análisis de Riesgos tiene como objetivos:

- Identificación de amenazas asociadas al sistema.
- Identificar los acontecimientos que llevan a dichas amenazas.
- Determinar el riesgo asociado a las amenazas.
- Establecer un proceso para la gestión de riesgos según estas se produzcan.

4.1. El Riesgo

Cada situación de peligro tiene asociado un nivel de riesgo, que es la combinación de dos elementos:

- Probabilidad de ocurrencia de un suceso o una combinación de sucesos que conducen a una amenaza, o bien, la cuantificación de la frecuencia de tal ocurrencia.
- Consecuencia del peligro: Daños o accidentes en los que puede desembocar una amenaza y su gravedad asociada.

El nivel de riesgo que puede alcanzar cada amenaza puede afectar a personas (probabilidad de accidente mortal por año e individuo), a los sistemas implicados, al medio ambiente y/o a la operatividad del servicio ferroviario.

En el desarrollo del Bloque B del presente documento se detalla todo el proceso de identificación de amenazas relativo a un Plan de Pruebas y Puesta en Servicio, evaluación y medida de riesgos, categorización de los mismos y el proceso de gestión de riesgos.

4.2. Aceptación del Riesgo

La aceptación de un riesgo se debe basar en principios que sean aceptados de forma general. Los criterios de aceptación del Riesgo para el Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y

Puesta en Servicio se apoyan en lo establecido en el RE 402/2013, ref. [3], el cual establece tres diferentes criterios de aceptación del riesgo: aplicación de códigos prácticos, uso de sistemas de referencia y estimación explícita del riesgo.

4.2.1. Aplicación de códigos prácticos

Consiste en un conjunto de normas o reglas escritas que, de aplicarse correctamente, puede servir para controlar uno o más peligros específicos. Los códigos prácticos, de acuerdo al RE 402/2013, ref. [3], deben satisfacer los siguientes requisitos:

- Deben contar con amplio reconocimiento en el sector ferroviario; en caso contrario deberán justificarse, garantizando como mínimo el mismo nivel de seguridad y ser aceptables para el organismo de evaluación.
- Deben ser pertinentes para el control de los peligros considerados en el sistema objeto de evaluación. Se considera que un código práctico es pertinente cuando se haya producido una aplicación acertada del mismo en casos similares a la hora de gestionar los cambios y controlar de forma efectiva las amenazas.
- Deben ponerse a disposición de los organismos de evaluación para reconocer la idoneidad tanto de la aplicación del proceso de gestión del riesgo como de sus resultados.

Todos aquellos riesgos asociados a las amenazas controladas por códigos prácticos que cumplan estos requisitos podrán ser considerados como aceptables, y en consecuencia, no será necesario analizar con mayor profundidad estos riesgos. En caso de que un enfoque alternativo que no sea capaz de convertir los riesgos asociados a una, varias o todas las amenazas en aceptables, será necesario añadir medidas de mitigación adicionales aplicando uno de los otros dos principios de aceptación del riesgo (comparación con sistemas similares o estimación explícita).

4.2.2. Uso de sistemas de referencia

Consiste en la valoración de las amenazas, analizando si se encuentran cubiertas de forma equivalente a como se hace en un sistema similar que pueda considerarse sistema de referencia. Se puede considerar que un sistema es de referencia cuando satisface, al menos, los siguientes requisitos:

- 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.

- Tener funciones e interfaces similares al sistema evaluado.
- Utilizarse en condiciones de explotación similares al sistema evaluado.
- Utilizarse en condiciones ambientales similares en las que se encuentra el sistema evaluado.

Si el sistema de referencia cumple estos requisitos, los riesgos asociados a sus amenazas podrán ser considerados como aceptables y se podrán importar los requisitos de seguridad del mismo para su aplicación e implantación en el sistema evaluado. En caso de que el sistema evaluado se desvíe del sistema de referencia, se deberán añadir medidas de mitigación adicionales que garanticen como mínimo el mismo nivel de seguridad que el propio del sistema de referencia, o bien, aplicar uno de los otros dos principios de aceptación del riesgo (códigos prácticos o estimación explícita del riesgo).

4.2.3. Estimación explícita del riesgo

La demostración de la aceptabilidad del riesgo para este principio consiste en una valoración y estimación explícita del riesgo de forma cualitativa o cuantitativa, tomando en consideración las medidas de seguridad existentes. La aceptación se evaluará utilizando criterios derivados de requisitos que figuren en la legislación de la Unión (como es el caso de CENELEC) o en normas nacionales notificadas.

Para sistemas técnicos en los que se pueden cuantificar las tasas de fallo, se establece como criterio de aceptabilidad que un riesgo cuyas consecuencias puedan ser catastróficas no puede tener una tasa de fallo superior a 10^{-9} por hora de explotación. En caso contrario, se deberán añadir medidas de mitigación adicionales para reducir el riesgo a un nivel aceptable.

Para aquellos sistemas en los que no se puedan cuantificar las tasas de fallo, se deberán aplicar técnicas y medidas de evaluación del riesgo con carácter cualitativo. En ambos casos (estimación cualitativa y cuantitativa), una estimación explícita del riesgo debe cumplir los siguientes requisitos:

- Los métodos utilizados para la estimación explícita del riesgo deberán reflejar correctamente el sistema evaluado y sus parámetros.
- Los resultados deberán ser suficientemente precisos para justificar sólidamente la decisión.

4.2.4. Elección del principio de Aceptación de Riesgo

El principio de aceptación de Riesgo que se aplicará para el Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio será por estimación explícita del riesgo, tal y como se ha

realizado para otros Análisis de Riesgos de proyectos de Aplicación Específica, tomando como criterios de aceptación los establecidos en la normativa CENELEC, ref. [1] [2].

Debido a que las actuaciones descritas en un Plan de Pruebas y Puesta en Servicio no constituyen un sistema técnico, no es posible cuantificar las tasas de fallo y compararlas con el valor de 10^{-9} por hora de explotación, puesto que son modos de fallo asociados, sobre todo, a errores humanos de los cuáles es imposible en la práctica calcular con certeza una tasa de fallo concreta. Por tanto, se asignará de manera cualitativa una frecuencia y una gravedad asociada a un peligro utilizando los criterios que establece la norma UNE-EN-50126 [1], que se encuentran detallados en el desarrollo de la metodología de Análisis del Bloque B, en el apartado 8.2.6, tomando como riesgos aceptables aquellos que sean Despreciables y Tolerables, reduciendo éstos últimos a Despreciables siempre y cuando sea viablemente posible.

4.3. Metodologías para la elaboración de Análisis de Riesgos

4.3.1. Metodologías deductivas

Las metodologías de tipo deductivo (*top-down*) son aquellas que, partiendo de los posibles accidentes que pueden manifestarse en un sistema ferroviario, se determinen los escenarios o situaciones de peligro que pueden dar lugar al accidente y se identifiquen las amenazas que pueden llevar al escenario. Una vez obtenidas las amenazas se deberá proceder a su registro para realizar la evaluación inicial del riesgo conforme al criterio establecido, asociando gravedad o criticidad (C1) y frecuencia (F1) a cada amenaza para obtener su nivel de riesgo correspondiente. En caso de resultar un riesgo no aceptable, o bien, la reducción del riesgo es viablemente practicable, como ya se ha explicado en el apartado 4.2, se determinarán medidas de mitigación para reducir los niveles de gravedad o criticidad (C2) y/o frecuencia (F2), y en consecuencia, obtener un nivel de riesgo final aceptable.

En la Figura 6 se representa el diagrama de proceso correspondiente a una metodología de tipo deductiva:

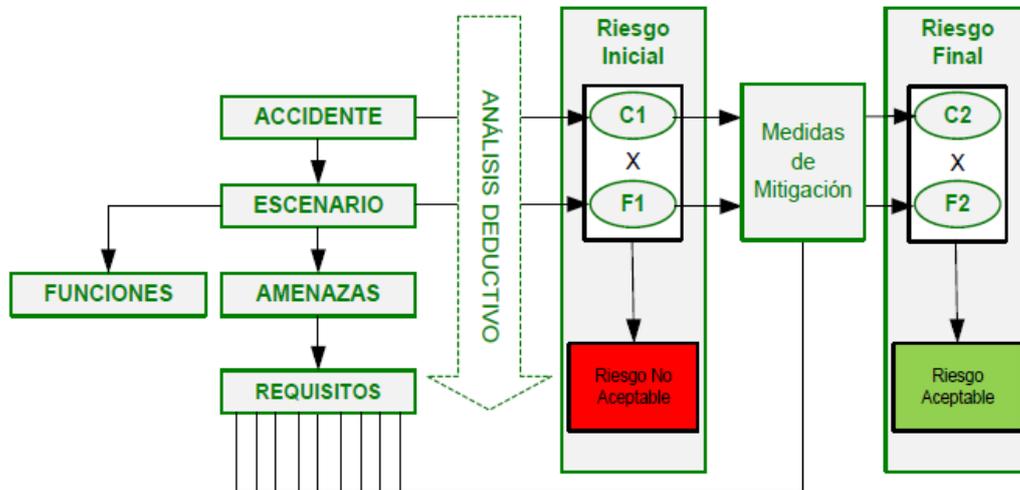


Figura 6: Metodología deductiva

4.3.2. Metodologías inductivas

Las metodologías de tipo inductivo (*bottom-up*) son aquellas que, partiendo de las posibles amenazas que pueden asociarse a un sistema, y los escenarios que pueden estar relacionados con esas amenazas, se determinen los accidentes potenciales que pueden perjudicar el funcionamiento seguro del sistema en su conjunto.

Una vez obtenidas las amenazas, el proceso de evaluación del riesgo es común al ya explicado en las metodologías deductivas: se deberá evaluar el riesgo inicial a través de la gravedad o criticidad inicial (C1) y frecuencia (F1) inicial, aplicar los criterios de aceptación del mismo e implantar las medidas de mitigación adecuadas en aquellos casos en los que el riesgo inicial no sea aceptable para obtener una nueva gravedad o criticidad final (C2) y/o una nueva frecuencia final (F2) que permitan reducir el nivel de riesgo a niveles aceptables. Tal y como se desarrollará en el apartado 8.1 del documento, la técnica elegida para el Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio será de tipo inductivo adaptando esta metodología a las particularidades propias del Análisis.

En la Figura 7 se representa el diagrama de proceso correspondiente a una metodología de tipo inductiva:

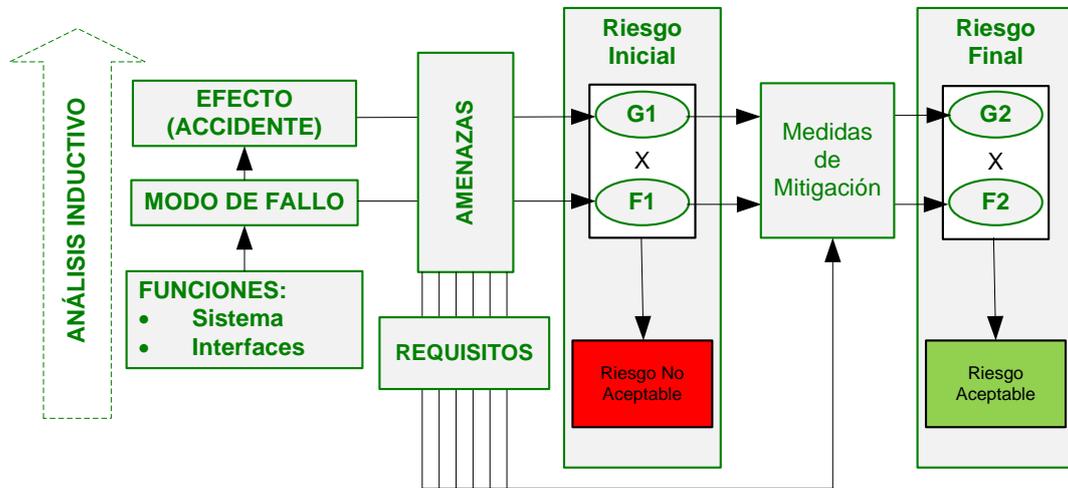


Figura 7: Metodología inductiva

5. PROCESO DE ACEPTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO EN ADIF.

En los proyectos que se desarrollan en la actualidad, la implicación de las administraciones ferroviarias en materias de seguridad junto con lo establecido en el Reglamento de Ejecución 402/2013, ref. [3], requieren del cumplimiento de una serie de condiciones relativas a la metodología a emplear para la ejecución segura de trabajos y actuaciones durante la fase de Pruebas y Puesta en Servicio.

Con el objetivo de definir tales condicionantes, la administración ferroviaria establece un proceso común para la elaboración de la documentación necesaria para la solicitud de las Consignas de Pruebas, así como las responsabilidades de cada uno de los actores que intervienen en la fase de Pruebas y Puesta en Servicio.

En este capítulo se desarrollará el procedimiento establecido, ref. [6], para tal fin por el Administrador de Infraestructuras de España (ADIF); con el objetivo de obtener una percepción general del proceso a seguir, en lo que a elaboración documental de seguridad requerida se refiere, previamente a la fase de Pruebas y Puesta en Servicio. En las directrices establecidas por ADIF, una de las condiciones imprescindibles y más relevantes para obtener la solicitud de Consignas de Pruebas es la elaboración de un Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio, objeto principal de esta memoria.

5.1. Actores principales del proceso y responsabilidades:

· Autoridad Ferroviaria:

- Elaborar una Tabla de amenazas, medidas a adoptar, área interna afectada (del Administrador de Infraestructuras) y trazabilidad.
- Definir medidas mitigadoras para la gestión de los riesgos a aplicar por los agentes implicados en el proceso.
- Cerrar la Tabla de amenazas previamente a la ejecución de trabajos identificando las áreas afectadas y confirmando y aceptando las medidas de gestión establecidas de los riesgos que les hayan sido asignados.
- Otorgar la Consigna de Pruebas al tecnólogo en caso de cumplir con los requisitos indicados.

· Dirección de Obra (ADIF):

- Evaluar la idoneidad del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio, elaborado por la empresa encargada de los trabajos.
- Evaluar la idoneidad del **Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio** elaborado por la empresa encargada de los trabajos, el cual es objeto del presente trabajo y se desarrolla en los capítulos 6, 7, 8 y 9.
- Elaborar una solicitud para obtener la Consigna de Pruebas.
- Proporcionar a los encargados de los trabajos y pruebas, tanto del Administrador de Infraestructuras como de la empresa realizadora de dichos trabajos y pruebas, toda la información que se requiera.
- Confirmar el conocimiento y aceptación de las medidas de gestión que correspondan a su ámbito de actuación, en especial las asignadas al encargado de las pruebas y trabajos.
- Planificación de las actuaciones, incluyendo las condiciones requeridas en la instalación para la ejecución de trabajos en condiciones de seguridad.

· Empresa Ferroviaria:

- La Dirección de Seguridad de la Empresa ferroviaria propietaria del vehículo o vehículos con los que se realicen pruebas deberán solicitar una Autorización Provisional de Circulación para pruebas del vehículo, en caso de ser necesaria.

· Otros tecnólogos implicados:

- Deberán cumplir con las mismas condiciones que se indican para el Solicitante de la Consigna de Pruebas dentro del ámbito que le correspondiere.

5.2. Descripción del proceso

5.2.1. Fase 1: Elaboración del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio

El Plan de Pruebas deberá ser presentado por el Solicitante de la Consigna de Pruebas, y en dicho documento se debe incluir, al menos, la siguiente información:

- Instalaciones de campo y de cabina objeto de las pruebas, detallando los elementos que se ven afectados y su ubicación física.
- Versiones del equipamiento a probar en dichas instalaciones afectadas.

- Cambios a realizar en el caso de instalaciones que ya se encuentran en servicio.
- Planificación de las actuaciones, desde la propia planificación hasta el final de la Puesta en Servicio del sistema.
- Las condiciones de circulación previstas para la ejecución de pruebas que requieran circulaciones de vehículos.
- Características del material necesario para realizar las pruebas, con sus respectivos certificados de calidad y/o seguridad.
- El listado de trabajos y pruebas a realizar.
- Los paquetes de trabajo previstos, entendiendo como paquete de cada uno de ellos los siguientes datos:
 - o Identificador del paquete de trabajo.
 - o Duración y horario previsto.
 - o Descripción clara y breve.
 - o Descripción detallada.
 - o Bloqueos de trayectos y vías afectadas.
 - o Relación de actuaciones a realizar para cada paquete de trabajo.
 - o Condiciones de circulación previstas, si aplica, para el paquete de trabajo en cuestión.
 - o Otras observaciones que se consideren necesarias.

5.2.2. Fase 2: Solicitud de la Autorización Provisional de Circulación para pruebas con vehículos

La Autorización Provisional de Circulación para pruebas con los vehículos se tramitará de forma paralela al proceso de Solicitud de Consigna de Pruebas con la Empresa Ferroviaria que aporta los vehículos. El Administrador de Infraestructuras ejercerá de coordinador entre la empresa tecnológica que aporta los sistemas de señalización y protección de tren y la empresa ferroviaria propietaria de los vehículos.

5.2.3. Fase 3: Elaboración del Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio

Como ya se ha indicado con anterioridad, el Solicitante de la Consigna de Pruebas debe elaborar y presentar un Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas. Éste debe ser elaborado por un equipo competente, el cuál determinará todos los peligros (amenazas) que sea razonable prever.

El Análisis de Riesgos deberá incluir, al menos, la siguiente información:

- Referencia al Plan de Pruebas al que aplica.

- Breve descripción del alcance de las actuaciones a realizar.
- Metodología aplicada para la evaluación y gestión de los riesgos.
- Análisis de las amenazas derivadas de las actividades previstas en el Plan de Pruebas.

5.2.4. Fase 4: Solicitud de la Consigna de Pruebas

Una vez elaborada toda la documentación correspondiente a las Fases 1 a 3, el Solicitante de la Consigna de Pruebas deberá remitir a la Dirección de Seguridad en la Circulación del Administrador de Infraestructuras dicha documentación para evaluar su conformidad, junto con la Solicitud de la Consigna de Pruebas.

5.2.5. Fase 5: Elaboración de la Tabla de Amenazas, Medidas a adoptar, Área afectada y Trazabilidad

Una vez el Administrador de Infraestructuras ha recibido toda la documentación elaborada hasta la Fase 4 y ésta es de su conformidad, elaborará un documento que consta de una tabla de amenazas, medidas a adoptar, área afectada y trazabilidad. El objetivo es la gestión de todas las amenazas recogidas hasta este punto para proceder a definir sus medidas de gestión y trasladarlas al área de actividad de ADIF correspondiente, así como a los encargados de los trabajos.

5.2.6. Fase 6: Definición de las medidas mitigadoras de gestión de los riesgos a aplicar por el Administrador de Infraestructuras y áreas afectadas

Al documento elaborado en Fase 5, se le añadirán las medidas mitigadoras en caso de resultar necesarias para la correspondiente reducción del riesgo. Para la gestión de dichas medidas mitigadoras, se indicará el área afectada y posteriormente, se trasladará al Solicitante de las Pruebas para que éste sea conocedor de las medidas de gestión del riesgo adoptadas por parte del Administrador de Infraestructuras para la ejecución de las actividades previstas en el Plan de Pruebas y Puesta en Servicio en condiciones de seguridad.

5.2.7. Fase 7: Confirmación del conocimiento y aceptación de las medidas de gestión por las Áreas afectadas de ADIF y cierre de la Tabla de Amenazas

Para poder cerrar la Tabla de Amenazas elaborada por ADIF, en la que figuran las amenazas procedentes del Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio (Fase 3), es necesario que la Dirección de Seguridad del Administrador de Infraestructuras recabe de las áreas afectadas, confirmación escrita del conocimiento y aceptación de las medidas de gestión de los riesgos que les hayan sido asignadas. De igual manera, en caso de adopción de nuevas medidas de gestión de riesgos no contempladas en el Análisis de Riesgos elaborado por

el Solicitante en la Fase 3, deberá trasladarlas al Solicitante de la Consigna de Pruebas, el cual deberá confirmar y aceptar aquellas que le correspondan.

5.2.8. Fase 8: Elaboración y publicación de la Consigna de Pruebas

Cuando se ha recibido la confirmación y aceptación escrita de todas las partes, el Administrador de Infraestructuras procederá a realizar y a publicar la Consigna de Pruebas que autoriza a realizar las actuaciones contempladas en la documentación presentada, siempre bajo cumplimiento de las medidas de gestión acordadas y asignadas por cada una de las partes implicadas. El periodo de vigencia de la Consigna de Pruebas deberá ser tal que permita la realización de todas las actuaciones previstas, considerando posibles trabajos de mantenimiento u otras circunstancias no contempladas que afecten a la disponibilidad de las instalaciones, que pueden demorar la ejecución de las actuaciones.

5.2.9. Fase 9: Planificación exacta de los trabajos

Una vez se ha publicado la Consigna de Pruebas, el Solicitante elaborará un calendario detallado de las actuaciones a realizar, especificando las fechas y horarios previstos para la coordinación de todos los recursos necesarios para la realización de las mismas:

- Vehículos y maquinistas
- Encargados de las pruebas
- Personal de la empresa contratista
- Personal en puesto de mando/puesto de operación
- Trabajos de mantenimiento

BLOQUE B

ANÁLISIS DE RIESGOS DE

PLANES DE PRUEBAS Y

PUESTA EN SERVICIO

6. PRESENTACIÓN DEL BLOQUE B

6.1. Propósito y alcance

El propósito del presente Bloque B es la elaboración de un Análisis de Riesgos de los posibles trabajos que puedan realizarse en campo durante el periodo de pruebas y puesta en servicio de los proyectos, de manera que sirva como referencia para los Análisis de Riesgos particulares de cada proyecto en ejecución.

El alcance del presente análisis intenta recoger todas las posibles actuaciones en campo durante las pruebas y puesta en servicio que son ejecutadas en los proyectos de señalización ferroviaria.

Las actuaciones que son objeto del análisis son todas aquellas necesarias para la ejecución de pruebas tipo SAT (*Site Acceptance Test*); es decir, a pruebas que se realizan sobre la ubicación real de los equipos, donde desempeñarán su funcionalidad en condiciones de explotación en el futuro; desde la planificación de trabajos hasta la realización de las pruebas para poner en servicio la instalación. Además, también son objeto del presente análisis aquellas actuaciones en instalaciones ya existentes que supongan un cambio significativo, conforme a lo establecido en el RE 402/2013, ref. [3].

Para la identificación del mayor número de actuaciones se han consultado diferentes fuentes, tales como:

- Actuaciones en campo que han sido llevadas a cabo y las condiciones para su ejecución (Planes de Pruebas y Puesta en Servicio de diferentes aplicaciones específicas).
- Protocolos de Pruebas.
- Análisis de Riesgos particulares de otros proyectos.
- Personal de Pruebas y Puesta en Servicio.
- Etcétera

No es del alcance de este análisis las pruebas tipo FAT (*Factory Acceptance Test*), cuyo cumplimiento es un requisito de entrada previo a la ejecución de los trabajos en campo. De igual manera, no es del alcance de este análisis los riesgos asociados a catástrofes medioambientales, exposiciones a sustancias tóxicas o vandalismo.

6.2. Estructura del Bloque B

El contenido del documento se estructura en los siguientes apartados:

- **Introducción:** Este apartado. Se presenta el propósito del documento, alcance del análisis y la estructura del documento.
- **Descripción de actuaciones:** Se describen los trabajos, pruebas y actuaciones en campo, elaborando un listado que servirá como punto de partida para identificar las amenazas asociadas de los mismos en el desarrollo del Análisis de Riesgos.
- **Metodología de Análisis:** Se describe el método utilizado para identificar amenazas que se han trazado a las actuaciones listadas en el capítulo 7 del presente documento y evaluar el riesgo de conformidad con lo establecido en el RE 402/2013, ref. [3] utilizando los criterios descritos en la normativa UNE-EN 50126, ref. [1].
- **Análisis de Riesgos:** Se identifican todas las amenazas referentes a las actuaciones y se evalúa el riesgo inicial de cada una de ellas. En caso de resultar necesario, se incluirán las medidas de mitigación que se consideren oportunas para reducir el nivel del riesgo inicial a los mínimos valores viablemente posibles.

7. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES

Los trabajos o actuaciones que se realizan en campo deben haber sido definidos y programados previamente en el Plan de Pruebas y Puesta en Servicio, siguiendo el procedimiento interno de CAF Sigalling conforme a la IT de Puesta en Servicio de Proyectos, ref. [4].

La realización de esta tarea de descripción e identificación de trabajos es fundamental para el Análisis de Riesgos, pues un conocimiento lo suficientemente detallado de estos trabajos permitirá identificar el mayor posibles amenazas que pueden derivarse de ellos.

Con el objetivo de identificar el máximo número de trabajos (y por lo tanto, el mayor número de amenazas asociadas a ellos), se recurre a la experiencia, a proyectos en ejecución, *brainstorming*, revisores formales, aportaciones de expertos... y se realizará una clasificación de actuaciones según su tipología y momento en el que se ejecutan, agrupándose de la siguiente manera:

- **Definición y planificación de los trabajos:** Comprende una definición y planificación total, desde los trabajos previos hasta la Puesta en Servicio de la Instalación. El objetivo de la definición y planificación de los trabajos consiste, principalmente, en detallar los trabajos que se van a llevar a cabo; cómo y cuándo se realizan, el personal involucrado, los tiempos requeridos para acometerlos y las condiciones que deben de cumplirse para llevar a cabo las actuaciones en condiciones de seguridad.
- **Instalación y ajuste de equipos:** Comprende todos aquellos trabajos que se realizan en campo para la ubicación física, instalación y alimentación, conexión y ajuste de equipamiento de vía (señales, circuitos de vía, balizas, motores de Agujas, equipos ASFA, equipos ERTMS...)
- **Carga de SW:** Comprende la carga de las versiones de SW, que han sido previamente validadas mediante pruebas FAT, en los equipos que se someten a pruebas en campo (enclavamiento, RBC, LEU...).
- **Pruebas de integración y funcionalidad:** Comprende todas aquellas pruebas que se realizan para verificar el correcto funcionamiento del sistema en conjunto. Se incluyen dentro de estas pruebas las pruebas de concordancia, las cuales tienen como objetivo comprobar que se ejecutan correctamente las órdenes enviadas desde el puesto de

operador a los equipos y que el estado que se muestra al operador sobre estos últimos es el real. Las pruebas de integración y funcionalidad en campo se deberán ejecutar con las configuraciones de equipos que han sido previamente validadas en el laboratorio y que se emplearán en la explotación de la línea para la que se han desarrollado (en caso de resultar satisfactorio todo el proceso de pruebas). Así mismo, también se incluyen en estas pruebas las pruebas de bloqueo, necesarias para verificar que el bloqueo entre enclavamientos colaterales se realiza adecuadamente.

- **Pruebas dinámicas de ERTMS:** Comprenden todas aquellas pruebas en las que existe una simulación de las condiciones reales de explotación para comprobar el correcto funcionamiento del sistema de protección ERTMS en pruebas con circulaciones de material móvil. Para la ejecución de este tipo de pruebas es necesario que el material móvil empleado cuente con un equipo embarcado interoperable y compatible con la *Baseline* del sistema ERTMS instalado en vía, garantizando su correcto funcionamiento durante las pruebas.
- **Plan de Contingencia y/o marcha atrás:** En caso de que se produzcan situaciones no previstas durante las pruebas, o en caso de que exista la necesidad de volver a cargar el SW que se encontraba en los equipos previamente a la ejecución de las pruebas, debe existir un procedimiento que indique como devolver la instalación a la situación en la que se encontraba antes del inicio de las pruebas en condiciones de seguridad, o bien la manera de gestionar las incidencias que puedan producirse durante las pruebas de forma segura.

En la Tabla 1 se enumeran las actuaciones:

| TIPO | ID. | ACTUACIÓN |
|---|------------|---|
| PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS | 01 | Definición y planificación de los trabajos |
| | 02 | Actuaciones para adaptar la instalación a las condiciones necesarias para ejecución de trabajos y/o pruebas |
| INSTALACIÓN Y AJUSTE DE EQUIPOS | 03 | Tendido de cable |
| | 04 | Instalación y conexionado de señales |
| | 05 | Ajuste de señales |
| | 06 | Instalación y conexionado de motores de aguja |
| | 07 | Ajuste de motores de aguja |
| | 08 | Instalación y conexionado de circuitos de vía |
| | 09 | Ajuste de circuitos de vía |
| | 10 | Instalación y conexionado de contadores de ejes |
| | 11 | Ajuste de contadores de ejes |
| | 12 | Instalación y conexionado de sistema ASFA |
| | 13 | Ajuste de equipos de sistema ASFA |
| | 14 | Instalación y conexionado de pasos a nivel |
| | 15 | Ajuste de pasos a nivel |
| CARGA DE SW | 16 | Instalación y conexionado de balizas ERTMS |
| | 17 | Instalación y conexionado de Detectores auxiliares |
| | 18 | Ajuste de Detectores auxiliares |
| | 19 | Instalación de cartelones de cambios significativos de velocidad |
| PRUEBAS DE INTEGRACIÓN Y FUNCIONALIDAD | 20 | Carga de SW en equipos instalados |
| | 21 | Pruebas de Concordancia |
| PRUEBAS DINÁMICAS ERTMS | 22 | Pruebas de bloqueo |
| | 23 | Pruebas dinámicas de ERTMS |
| PLAN DE CONTINGENCIA | 24 | Plan de Contingencia y/o marcha atrás |

Tabla 1. Listado de actuaciones

8. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

8.1. Presentación

El presente análisis permite identificar las amenazas que se pueden manifestar en el sistema a partir de la ejecución de los trabajos en campo realizados por el personal de Pruebas y Puesta en Servicio y otros posibles actores. El método aplicado consiste en un análisis inductivo (*bottom-up*), utilizando la técnica FMEA conforme a lo establecido en la IT de FMEA, ref. [5], basándose en los conceptos básicos FMEA previamente explicados en el capítulo 4.3.2. Dicha técnica consiste en identificar las amenazas que pueden surgir en la ejecución de actuaciones y, en consecuencia, perjudicar el funcionamiento seguro del sistema global, partiendo de cada una de las actuaciones que han sido identificadas y que son objeto del presente estudio.

El proceso de identificación de amenazas se basa en el conocimiento del sistema global y de sus componentes, en proyectos existentes (revisando sus *Hazard-Log*) *brainstorming*, *checklists* y pensamiento creativo; además de tener en cuenta la experiencia y la cualificación del personal evaluador de riesgos.

A cada uno de los trabajos o actuaciones se le asigna un identificador unívoco que será trazado a los escenarios de peligro identificados (amenazas) que pueden acontecer durante su ejecución, asociando la gravedad y la frecuencia de ocurrencia a cada una de las amenazas para obtener su nivel de riesgo correspondiente. Si el riesgo resultante (inicial) no es aceptable se definirán medidas de mitigación para su implantación por el área de actividad correspondiente, que permitan reducir el riesgo a niveles aceptables. De igual manera, existe la posibilidad de incluir medidas de mitigación para aquellos riesgos aceptables en los que sea posible reducir su riesgo aún más, hasta alcanzar valores mínimos, en caso de ser viablemente posible. Puede ocurrir que la reducción del riesgo sea impracticable; en ese caso, podría aceptarse, solamente con el acuerdo de la Autoridad Ferroviaria y siempre y cuando no sea un nivel de riesgo intolerable. Para aquellas amenazas que no se puedan mitigar por encontrarse fuera del alcance propio, se definirán Condiciones de Uso que deben cumplir uno o varios agentes externos para garantizar el funcionamiento seguro del sistema.

Las amenazas identificadas y su evaluación se trasladarán a los análisis de riesgos específicos de los proyectos, con el propósito de aportar a estos un listado inicial de amenazas, junto con el resto del procedimiento de análisis que se desarrolla en el apartado 8.2, que será completado en cada uno de ellos conforme a sus características y necesidades particulares.

La siguiente figura muestra gráficamente la metodología FMEA empleada para el Análisis de Riesgos y el control de amenazas:

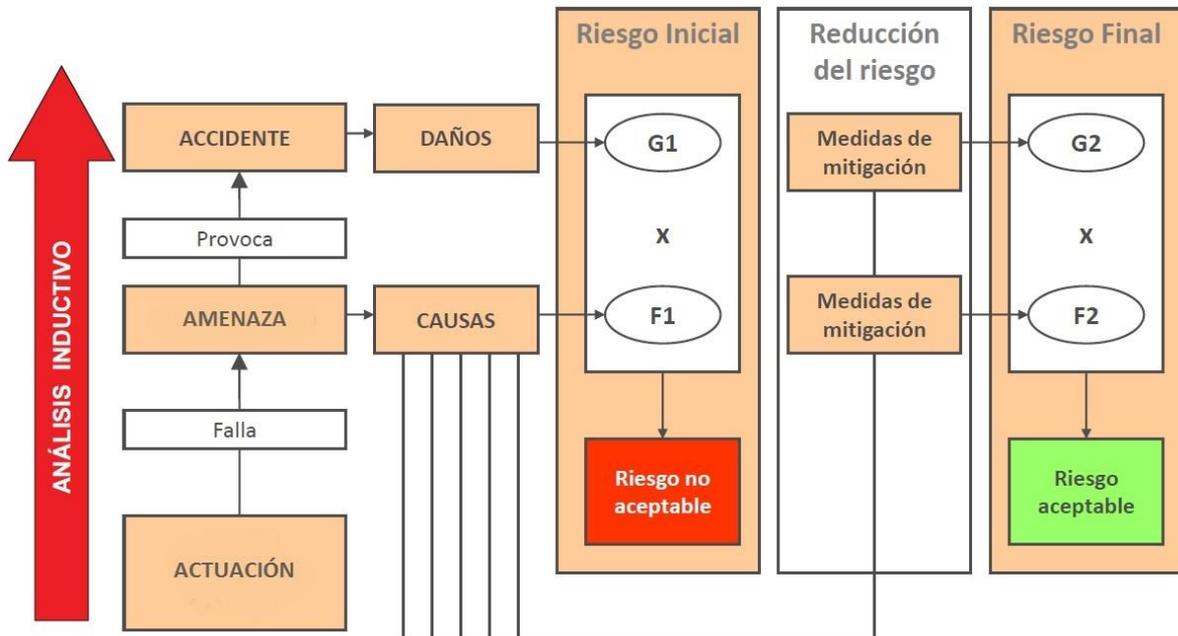


Figura 8. Metodología FMEA para ARPES

Como se aprecia en la figura, se parte de las actuaciones particulares, las cuales sirven como entrada al resto del proceso ya explicado previamente, hasta conseguir el objetivo perseguido: La reducción y/o aceptación del riesgo.

8.2. Detalle del Análisis

Para la elaboración del Análisis de Riesgos se realizan una serie de tareas comprendidas a lo largo las siguientes fases:

8.2.1. Fase 1: Identificación de amenazas

La identificación de amenazas debe ser una tarea continua con el fin de mantener actualizado el contenido del ANEXO A.

Las amenazas que se registran pueden ser de cualquiera de los siguientes tipos:

- Amenazas relacionadas con fallos técnicos.
- Amenazas relacionadas con fallos humanos.
- Amenazas derivadas de la interacción con otros tecnológicos u otros subsistemas.
- Amenazas asociadas a modificaciones o cambios sobre el sistema previamente instalado.

- Amenazas derivadas de las condiciones de explotación.
- Amenazas derivadas de las condiciones de mantenimiento.
- Amenazas relacionadas con condiciones ambientales.

El listado de amenazas se completa trazando a cada trabajo, o actuación en campo, todas las amenazas asociadas a la ejecución de dicho trabajo, asignando a cada amenaza un identificador unívoco, cuya estructura es la siguiente: **HZ-ARPPES-XX**, donde XX = numeración correlativa.

8.2.2. Fase 2: Estimación y análisis del riesgo

Para cada amenaza identificada en la Fase 1, el siguiente paso es realizar una estimación inicial de la frecuencia de aparición de dicha amenaza y de la gravedad de las consecuencias del accidente o incidente que puede llegar a ocasionar.

Los principios empleados para la estimación explícita del riesgo según establece el RE 402/2013, ref. [3], y tal y como se ha explicado en el apartado 4.2.4, utilizan los criterios de evaluación y aceptación del riesgo presentes en la normativa CENELEC EN 50126, ref. [1], asociando frecuencia y gravedad a cada una de las amenazas identificadas. En la Tabla 3 y Tabla 4 del apartado 8.2.6 se detallan estos niveles de gravedad y frecuencia y los criterios básicos para su elección, los cuales siguen los siguientes principios:

- **Frecuencia:** La frecuencia de cada amenaza se estima en base a la exposición del sistema a esa amenaza, el nivel de deficiencia y factores correctores del nivel medio de actividad. Para este último es muy significativa la presencia o no de intervención humana en cada actuación analizada, siendo más frecuentes aquellas en las que existe intervención humana.
- **Gravedad:** La gravedad de cada amenaza se estima en base a las consecuencias que podrían manifestarse en caso de que aconteciera el accidente asociado a la amenaza.

8.2.3. Fase 3: Valoración del riesgo inicial

El impacto global de cada amenaza se establecerá de acuerdo a la combinación de la frecuencia y la gravedad, previamente estimadas, obteniendo un nivel de riesgo inicial, tal y como se detalla en la Tabla 5 del apartado 8.2.6, permitiendo categorizar el nivel de riesgo calculado en los cuatro niveles definidos en la Tabla 6.

Sobre ambas tablas, se establece el criterio de aceptabilidad del riesgo para cada uno de los cuatro niveles. Este criterio será uno de los que determine si es necesario identificar acciones mitigadoras para reducir el riesgo que haya resultado inaceptable, a valores aceptables.

8.2.4. Fase 4: Acciones mitigadoras y Condiciones de Uso

Para todas aquellas amenazas cuyo riesgo no sea aceptable se deberán establecer las medidas mitigadoras correspondientes y trasladarlas al área de actividad correspondiente que se encargará del cumplimiento de cada una de ellas, convirtiéndose en requisitos de seguridad para la ejecución de las actuaciones. Así mismo, se podrán incluir acciones mitigadoras para aquellas amenazas cuyo nivel de riesgo obtenido es aceptable pero viablemente reducible a valores mínimos.

Para las amenazas que no se puedan mitigar completamente debido a la dependencia de actuaciones de agentes externos, se especificarán e identificarán de manera unívoca las Condiciones de Uso, incluidas en el capítulo 10 del presente documento, que deben cumplir otros actores en el desempeño de las actividades de las que son responsables durante las actuaciones en campo, en cooperación con el resto de agentes implicados, con el objetivo de garantizar la seguridad en la ejecución de las mismas.

8.2.5. Fase 5: Evaluación de su eficacia y seguimiento de Amenazas

Una vez que se han definido las medidas mitigadoras necesarias para reducir el nivel de riesgo inicial, se requiere realizar una nueva valoración del Riesgo final, utilizando el mismo criterio empleado en las fases 2 y 3, pero en esta ocasión teniendo en cuenta las acciones de las medidas de mitigación. Si estas se implantan y ejecutan correctamente, el riesgo final siempre deberá permanecer en valores aceptables.

Además, las amenazas identificadas y su análisis se trasladarán a los *Hazard-Log* de los proyectos específicos correspondientes, dónde se realizará su control, gestión y seguimiento, siguiendo la trazabilidad que aparece en la Figura 5 del apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

8.2.6. Fase 6: Registro

El objetivo de la fase 6 es registrar todas las acciones descritas durante las fases definidas previamente, constituyendo una fase transversal a todo el proceso.

En este apartado se describe el contenido de las columnas de la tabla de análisis, que se presentan como resultado del análisis de las distintas actuaciones en los capítulos siguientes.

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO |
|------|----|-----------|---------|-------|--------------|----------------|----|----|-------------|-----------|--------------|----|----|------------------|
| | | | | | | Gi | Fi | Ri | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | |

Tabla 2. Detalle de las tablas de análisis de riesgos

Cada columna representa la información siguiente:

- **Columna 1: TIPO**

Tipo de actuación ejecutada, según la Tabla 1.

- **Columna 2: ID**

Identificador de la actuación en campo.

- **Columna 3: ACTUACIÓN**

Descripción breve de la actuación que se realiza en campo.

- **Columna 4: AMENAZAS**

Condiciones de las actuaciones que podrían desembocar en un accidente. A cada amenaza se le deberá asignar un identificador unívoco, diferente al identificador de la actuación.

- **Columna 5: CAUSA**

Condición o conjunto de condiciones que suponen la aparición de una amenaza.

- **Columna 6: CONSECUENCIA**

Descripción de los efectos de la amenaza considerando que aún no se ha aplicado ninguna mitigación.

- **Columnas 7 y 9: RIESGO INICIAL Y FINAL**

Para la evaluación de las amenazas, se establece un esquema de clasificación de Riesgos tal y como se explica en la normativa CENELEC, ref. [1], basado en las siguientes categorías de gravedad y frecuencia de ocurrencia:

| Nivel de gravedad | Consecuencia para las personas y el entorno | Consecuencias para el servicio |
|----------------------|---|---------------------------------|
| CA - Catastrófico | Víctimas mortales y / o múltiples heridas graves y / o daños importantes al medio ambiente. | --- |
| CR - Crítico | Una sola víctima mortal y / o herida grave y/o daños señalados al medio ambiente | Pérdida de un sistema principal |
| MA - Marginal | Heridas menores y / o peligro señalada al medio ambiente | Daño grave a sistema o sistemas |
| INS - Insignificante | Posible herida menor | Daño menor al sistema |

Tabla 3. Niveles de gravedad según UNE- EN 50126

| Categoría | Descripción |
|-----------------|---|
| FR - Frecuente | Es probable que ocurra con frecuencia. El peligro se experimentará continuamente. |
| PR - Probable | Se dará varias veces. Puede esperarse que el peligro ocurra con frecuencia. |
| OC - Ocasional | Es probable que se dé varias veces. Puede esperarse que el peligro ocurra varias veces. |
| RE - Remota | Es probable que se dé alguna vez en el ciclo de vida del sistema. Puede razonablemente esperarse que el peligro ocurra. |
| IM - Improbable | Es improbable, aunque posible que ocurra. Puede suponerse que el peligro ocurrirá excepcionalmente. |
| INC - Increíble | Es extremadamente improbable que ocurra. Puede suponerse que el peligro pueda no ocurrir. |

Tabla 4. Niveles de frecuencia según UNE-EN 50126

Como criterio para la aceptación de riesgos, se establece la siguiente matriz:

| Frecuencia | Niveles de Riesgo | | | |
|--|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| Frecuente | No Deseable | Intolerable | Intolerable | Intolerable |
| Probable | Tolerable | No Deseable | Intolerable | Intolerable |
| Ocasional | Tolerable | No Deseable | No Deseable | Intolerable |
| Remota | Despreciable | Tolerable | No Deseable | No Deseable |
| Improbable | Despreciable | Despreciable | Tolerable | Tolerable |
| Increíble | Despreciable | Despreciable | Despreciable | Despreciable |
| | Insignificante | Marginal | Crítico | Catastrófico |
| Niveles de Gravedad de las consecuencias de una Amenaza | | | | |

Tabla 5. Matriz de aceptación del riesgo

Para los 4 niveles de riesgo identificados se establece que:

| Nivel de Riesgo | Acciones |
|-------------------|--|
| INT - Intolerable | Debe eliminarse. |
| ND - No Deseable | Sólo debe aceptarse cuando la reducción del riesgo sea impracticable y con el acuerdo de la Autoridad Ferroviaria. |
| TO - Tolerable | Aceptable con un control adecuado y con el acuerdo de la Autoridad Ferroviaria. |
| DE - Despreciable | Aceptable sin necesidad de acuerdo con la Autoridad Ferroviaria. |

Tabla 6. Categorización de Niveles de Riesgo

- Columna 8: MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Actividades que se deben realizar para reducir el riesgo de la amenaza a valores aceptables y su evidencia.

- Columna 10: CONDICIÓN DE USO

Condición que debe cumplir un agente externo al sistema para garantizar la seguridad del mismo.

9. ANÁLISIS DE RIESGOS DE PPES

El Análisis de Riesgos se recoge en la Tabla Análisis del ANEXO A.

10. CONCLUSIONES Y APORTACIONES

10.1. Conclusiones

- El Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio tiene como objetivo principal establecer una metodología clara y precisa de análisis que sirva como entrada para los análisis particulares de los proyectos específicos, creando un entorno de seguridad en la ejecución de los trabajos en campo durante el periodo de Pruebas y Puesta en Servicio.

- La metodología de análisis es de tipo inductivo, utilizando los principios básicos de la técnica FMEA.

- El criterio utilizado para la Aceptación del Riesgo es por estimación explícita (criterio establecido por el RE 402/2013, ref. [3]), empleando los principios de aceptación reconocidos en la Unión y recogidos por la normativa CENELEC 50126, ref. [1].

- Para obtener la Consigna de Pruebas, en Administraciones Ferroviarias como es el caso de ADIF, es imprescindible la elaboración de un Análisis de Riesgos del Plan de Pruebas y Puesta en Servicio.

- A la vista de la Tabla Análisis del ANEXO A, se han identificado un total de **84 amenazas** asociadas a actuaciones en campo, de las cuales 8 tienen un nivel de riesgo inicial Despreciable, por lo que no es necesario definir medidas de mitigación para ninguna de las 8. Las 76 amenazas restantes tienen niveles iniciales de riesgo No Deseable o Intolerable. Para estas últimas, tras el cumplimiento de las medidas de mitigación correspondientes y la aplicación adecuada de las condiciones de uso que han sido identificadas reducirían el riesgo a niveles Despreciables y por tanto, Aceptables.

- Cada una de las amenazas se ha identificado de manera unívoca, siguiendo la estructura: **HZ-ARPPES-XX**, siendo XX la numeración correlativa correspondiente a cada amenaza.

- Las amenazas que se importen desde este análisis genérico a los análisis particulares de los proyectos, se trasladarán a sus *Hazard-Log* correspondientes para su control, gestión y seguimiento.

- Se han extraído un total de 5 Condiciones de Uso (CU), identificadas de manera unívoca siguiendo la estructura **CU-PPES-XX** (donde XX = numeración correlativa), que otros agentes externos deben asumir para garantizar la seguridad de los trabajos en campo cuando las

medidas que se pueden implantar internamente son insuficientes para controlar por completo las situaciones de peligro. Las condiciones de uso se deben de comunicar a los distintos agentes implicados para la obtención de su conformidad y/o las evidencias de cumplimiento de estos, constituyendo de esta manera un proceso de gestión compartida del riesgo mediante la cooperación de todas las partes implicadas.

| ID | CONDICIÓN DE USO |
|-------------------|---|
| CU-PPES-01 | La Autoridad Ferroviaria debe asegurar los correspondientes cortes de circulación en coordinación con el puesto de mando durante la ejecución de trabajos o pruebas que lo requieran, junto con otras acciones necesarias para garantizar la ejecución de tales trabajos o pruebas en condiciones de seguridad. |
| CU-PPES-02 | La Autoridad Ferroviaria debe aportar el personal necesario en el puesto de mando para coordinar los trabajos. |
| CU-PPES-03 | Los trenes que circulan bajo consigna de pruebas deben contar con su equipo embarcado validado. |
| CU-PPES-04 | La Autoridad Ferroviaria deberá asegurarse de que el maquinista conoce y respeta las LTV que sigan vigentes durante las pruebas. |
| CU-PPES-05 | La Autoridad Ferroviaria junto con los tecnólogos involucrados en la ejecución de trabajos deben encargarse de realizar el procedimiento de marcha atrás una vez finalizados los trabajos. |

Tabla 7. Condiciones de Uso

10.2. Aportaciones

- Establecimiento de una metodología genérica de Análisis de Riesgos de los Planes de Pruebas y Puesta en Servicio que sirva de entrada para los análisis particulares de proyectos específicos.
- Identificación, registro y seguimiento de amenazas asociadas a actuaciones en campo y evaluación del riesgo asociado, estableciendo un criterio unívoco para cada tipo de amenaza.
- Establecimiento de un criterio unívoco de aceptación del riesgo asociado a las amenazas identificadas asociadas a las actuaciones en campo.
- Extracción de requisitos de seguridad a partir de las medidas de mitigación propuestas y su evidencia para su aplicación a los proyectos reales durante las fases de instalación, pruebas y puesta en servicio.
- Elaboración de la documentación de seguridad requerida para la solicitud de las Consignas de Pruebas a las Autoridades Ferroviarias, así como las pautas a seguir para la elaboración de dicha documentación.

ANEXO A. TABLA DE ANÁLISIS

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO | |
|--|----|--|--------------|---|--|---|----|----|-------------|---|---------------------------------------|----|-----|------------------|---|
| | | | | | | Gi | Ff | Ri | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | | |
| DEFINICIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS | 01 | Definición y planificación de los trabajos | HZ-ARPPES-01 | Los paquetes de trabajo que se van a ejecutar no están bien definidos. | Definición de trabajos insuficiente o inexistente. | Colisión Descarrilamiento. Electrocución. Atropello. | CA | OC | INT | Se deberá realizar y respetar el Plan de Pruebas y Puesta en Servicio que identifique y detalle todas las pruebas y trabajos (paquetes de trabajo) que se van a realizar. | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio. | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-02 | Las fronteras e interfaces del sistema en el que se realizan las actuaciones con su entorno (subsistemas, entradas/salidas funcionales, instalaciones no ferroviarias) no están bien definidos. | Definición / planificación de trabajos insuficiente o inexistente. | Colisión Descarrilamiento Electrocución Atropello | CR | RE | ND | Se deberán identificar en el Plan de Pruebas y Puesta en servicio las fronteras y/o interfaces del sistema en el que se realizan las actuaciones con su entorno (subsistemas, entradas/salidas funcionales, instalaciones no ferroviarias). | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio | CR | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-03 | No se conoce el impacto de la ejecución de las actuaciones en la gestión y procesos de circulación, mantenimiento, personal y subsistemas estructurales. | Definición / planificación de trabajos insuficiente o inexistente. | Colisión Descarrilamiento Electrocución Atropello | CR | RE | ND | Se deberá identificar en el Plan de Pruebas y Puesta en servicio el impacto de la ejecución de las actuaciones en gestión y procesos de circulación, mantenimiento, personal y subsistemas estructurales. | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio | CR | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-04 | No se identifica el personal involucrado en los trabajos y los roles de cada uno de los actores en el proceso, pudiendo ser personal no cualificado o no autorizado. | Definición / planificación de trabajos insuficiente o inexistente. | Colisión Descarrilamiento Electrocución Atropello | CR | RE | ND | Se deberá identificar en el Plan de Pruebas y Puesta en servicio el personal involucrado en los trabajos y los roles de cada uno de los actores del proceso. | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio | CR | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-05 | No se aplican las medidas de seguridad existentes que aplican a las actuaciones. | Definición / planificación de trabajos insuficiente o inexistente. | Colisión Descarrilamiento Electrocución Atropello | CR | RE | ND | Se deberán identificar en el Plan de Pruebas y Puesta en servicio las medidas de seguridad a adoptar en la ejecución de trabajos y aplicarlas. Se deberán estudiar las posibles situaciones de riesgo que afectan a las actuaciones, gestionarlasy aplicarlas. | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio | CR | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-06 | No se dispone de la información actualizada sobre la ejecución de trabajos, el estado del sistema o sus interfaces y fronteras. | Definición / planificación de trabajos insuficiente o inexistente. | Colisión Descarrilamiento Electrocución Atropello | CR | RE | ND | El Plan de Pruebas y Puesta en servicio debe contemplar los cambios significativos que hayan podido tener lugar durante todo el proceso, permaneciendo siempre actualizado. | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio | CR | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-07 | No se identifican los recursos que se utilizarán para cada uno de los paquetes de trabajo, pudiendo ser defectuosos o insuficientes. | Definición / planificación de trabajos insuficiente o inexistente. | Colisión Descarrilamiento Electrocución Atropello | CR | RE | ND | Se deberán identificar en el Plan de Pruebas y Puesta en servicio los recursos que se utilizarán en la ejecución de cada uno de los paquetes de pruebas. | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio | CR | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-08 | Los paquetes de trabajo que se van a ejecutar no están bien planificados. | Planificación de trabajos insuficiente o inexistente. | Colisión Descarrilamiento. Electrocución. Atropello. | CA | OC | INT | Se deberá realizar y respetar una planificación de todas las pruebas y trabajos que se van a realizar (paquetes de trabajo) en el Plan de Pruebas y Puesta en Servicio. | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio. | CA | INC | DE | - |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO |
|------|----|---|--------------|--|--|--|----------------|----|-----|---|---|--------------|-----|----|---|
| | | | | | | | Gi | Ff | Ri | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | |
| | 02 | Actuaciones para adaptar la instalación a las condiciones necesarias para ejecución de trabajos y/o pruebas | HZ-ARPPES-09 | No se especifican las condiciones necesarias para realizar las actuaciones bajo condiciones seguras. | Definición / planificación de trabajos insuficiente o inexistente. | Colisión Descarrilamiento. Electrocución. Atropello. | CA | OC | INT | Se deberán especificar en el Plan de Pruebas y Puesta en Servicio las condiciones necesarias que se requieren en la instalación que permitan realizar las actuaciones bajo condiciones seguras. | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio. | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-10 | No se cumplen las condiciones necesarias para ejecutar las actuaciones en campo bajo condiciones seguras. | No se han realizado las actuaciones contempladas en el Plan de Pruebas y Puesta en servicio necesarias para garantizar la ejecución de actuaciones en campo de forma segura. | Colisión Descarrilamiento. Electrocución. Atropello. | CA | OC | INT | Se deberá especificar en el Plan de Pruebas y Puesta en Servicio las condiciones necesarias que permitan realizar las actuaciones bajo condiciones seguras. Se reduce el riesgo a Despreciable si se aplica: Condición de uso (CU-PPES-01 CU-PPES-02) | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio. | CA | INC | DE | CU-PPES-01: La Autoridad Ferroviaria debe asegurar los correspondientes cortes de circulación en coordinación con el puesto de mando durante la ejecución de trabajos o pruebas que lo requieran, junto con otras acciones necesarias para garantizar la ejecución de tales trabajos o pruebas en condiciones de seguridad. CU-PPES-02: La Autoridad Ferroviaria debe aportar el personal necesario en el puesto de mando para coordinar los trabajos. |
| | 03 | Tendido de cable | HZ-ARPPES-11 | Tendido de cable erróneo. | No se han respetado los planos de cableado en el emplazamiento del mismo en campo. | Colisión o descarrilo debido a un inadecuado funcionamiento del equipamiento de campo según órdenes del enclavamiento. | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los elementos de vía instalados que garanticen que la comunicación entre equipos es correcta. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CA | INC | DE | - |
| | 04 | Instalación y conexionado de señales | HZ-ARPPES-12 | Las señales ubicadas en campo invaden zona de gálibo del tren. | No se han respetado los planos en el emplazamiento de señales en campo. | Colisión con obstáculo que invade zona de gálibo. | MA | PR | ND | Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se han respetado los planos de ubicación de las señales, respetando el gálibo. | PPI de señales | MA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-13 | Instalación o conexionado incorrecto de las señales. | No se han respetado los manuales de instalación y planos de conexionado de señales. | Colisión Descarrilamiento Sobrealimentación e incendio de equipos en vía. | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y las señales instaladas y conexionadas. Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se ha realizado la instalación de las señales conforme a sus respectivos manuales y que se ha realizado su conexionado de acuerdo a los planos de conexionado. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de instalación de señales Planos de conexionado de señales PPI de señales | CA | INC | DE | - |
| | 05 | Ajuste de Señales | HZ-ARPPES-14 | Ajuste incorrecto de las señales instaladas. | No se han respetado los manuales de ajuste de las señales | Colisión. Descarrilamiento. | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y las señales ajustadas. Se deben completar las hojas de ajuste correspondientes que evidencien que se ha realizado el ajuste de señales correctamente, de acuerdo a los manuales de ajuste. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de ajuste de señales Hoja de ajuste de señales | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-15 | Los dispositivos de medida que se utilizan para el ajuste de señales no se encuentran correctamente calibrados, mostrando valores que no son los reales. | No se han calibrado los dispositivos de medición que se utilizan para realizar mediciones sobre las señales previamente a llevar a cabo el ajuste de las mismas. | Colisión Descarrilamiento. | CR | OC | ND | Se deberá comprobar que todos los dispositivos que se utilizan para realizar mediciones sobre el equipamiento de vía a ajustar se encuentran correctamente calibrados, sin superar las tolerancias de error permitidas. Se indicará en la hoja de ajuste, a modo de evidencia, el dispositivo de medida utilizado identificándolo con su modelo y número de serie. | Hoja de ajuste de señales | CR | INC | DE | - |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO |
|------|---|--------------|---|---|---|----------------|----------------|----------------|---|--|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | | | | | | G _i | F _i | R _i | Descripción | Evidencia | G _f | F _f | R _f | |
| 06 | Instalación y conexionado de motores de aguja | HZ-ARPPES-16 | Los motores de aguja ubicados en campo invaden zona de gálibo del tren. | No se han respetado los planos en el emplazamiento de motores de aguja en campo. | Colisión con obstáculo que invade zona de gálibo. | MA | PR | ND | Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se han respetado los planos de ubicación de los motores de aguja, respetando el gálibo. | PPI de motores de aguja | MA | INC | DE | - |
| | | HZ-ARPPES-17 | Instalación o conexionado incorrecto de los motores de aguja. | No se han respetado los manuales de instalación y planos de conexionado de los motores de aguja. | Colisión Descarrilamiento Sobrealimentación e incendio de equipos en vía. | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los motores de aguja instalados y conexionados Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se ha realizado la instalación de los motores de aguja conforme a sus respectivos manuales y que se ha realizado su conexionado de acuerdo a los planos de conexionado. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de instalación de motores de aguja Planos de conexionado de motores de aguja PPI de motores de aguja | CA | INC | DE | - |
| 07 | Ajuste de motores de aguja | HZ-ARPPES-18 | Ajuste incorrecto de los motores de aguja instalados. | No se han respetado los manuales de ajuste de los motores de aguja. | Colisión Descarrilamiento. | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los motores ajustados. Se deben completar las hojas de ajuste correspondientes que evidencien que se ha realizado el ajuste de motores de aguja correctamente, de acuerdo a los manuales de ajuste. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de ajuste de motores de aguja Hoja de ajuste de motores de aguja | CA | INC | DE | - |
| | | HZ-ARPPES-19 | Los dispositivos de medida que se utilizan para el ajuste de motores de aguja no se encuentran correctamente calibrados, mostrando valores que no son los reales. | No se han calibrado los dispositivos de medición que se utilizan para realizar mediciones sobre los motores de aguja previamente a llevar a cabo el ajuste de los mismos. | Colisión Descarrilamiento | CR | OC | ND | Se deberá comprobar que todos los dispositivos que se utilizan para realizar mediciones sobre el equipamiento de vía a ajustar se encuentran correctamente calibrados, sin superar las tolerancias de error permitidas. Se indicará en la hoja de ajuste, a modo de evidencia, el dispositivo de medida utilizado identificándolo con su modelo y número de serie. | Hoja de ajuste de motores de aguja | CR | INC | DE | - |
| 08 | Instalación y conexionado de circuitos de vía | HZ-ARPPES-20 | El equipamiento de circuitos de vía ubicado en campo invade zona de gálibo del tren. | No se han respetado los planos en el emplazamiento de equipos de los circuitos de vía en campo. | Colisión con obstáculo que invade zona de gálibo. | MA | PR | ND | Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se han respetado los planos de ubicación de los equipos de circuitos de vía, respetando el gálibo. | PPI de circuitos de vía | MA | INC | DE | - |
| | | HZ-ARPPES-21 | Instalación o conexionado incorrecto de circuitos de vía. | No se han respetado los manuales de instalación y planos de conexionado de circuitos de vía. | Colisión. Sobrealimentación e incendio de equipos en vía. | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los circuitos de vía instalados y conexionados Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se ha realizado la instalación de los equipos de circuitos de vía conforme a sus respectivos manuales y que se ha realizado su conexionado de acuerdo a los planos de conexionado. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de instalación de circuitos de vía Planos de conexionado de circuitos de vía PPI de circuitos de vía | CA | INC | DE | - |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO |
|------|---|--------------|--|---|---|---|----------------|----------------|---|--|--|----------------|----------------|------------------|
| | | | | | | G _i | F _i | R _i | Descripción | Evidencia | G _f | F _f | R _f | |
| 09 | Ajuste de circuitos de vía | HZ-ARPPES-22 | Ajuste incorrecto de circuitos de vía instalados. | No se han respetado los manuales de ajuste de circuitos de vía | Colisión. | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los circuitos de vía ajustados. Se deben completar las hojas de ajuste correspondientes que evidencien que se ha realizado el ajuste de los equipos de circuitos de vía correctamente, de acuerdo a los manuales de ajuste. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de ajuste de circuitos de vía Hoja de ajuste de circuitos de vía | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-23 | Los dispositivos de medida que se utilizan para el ajuste de circuitos de vía no se encuentran correctamente calibrados, mostrando valores que no son los reales. | No se han calibrado los dispositivos de medición que se utilizan para realizar mediciones sobre los circuitos de vía previamente a llevar a cabo el ajuste de los mismos. | Colisión. | CR | OC | ND | Se deberá comprobar que todos los dispositivos que se utilizan para realizar mediciones sobre el equipamiento de vía a ajustar se encuentran correctamente calibrados, sin superar las tolerancias de error permitidas. Se indicará en la hoja de ajuste, a modo de evidencia, el dispositivo de medida utilizado identificándolo con su modelo y número de serie. | Hoja de ajuste de circuitos de vía | CR | INC | DE |
| 10 | Instalación y conexionado de contadores de ejes | HZ-ARPPES-24 | El equipamiento de contadores de ejes ubicado en campo invade zona de gálibo del tren. | No se han respetado los planos en el emplazamiento de equipos de los contadores de ejes en campo. | Colisión con obstáculo que invade zona de gálibo. | MA | PR | ND | Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se han respetado los planos de ubicación de los contadores de ejes, respetando el gálibo. | PPI de contadores de ejes | MA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-25 | Instalación o conexionado incorrecto de contadores de ejes. | No se han respetado los manuales de instalación y planos de conexionado de contadores de ejes. | Colisión Sobrealimentación e incendio de equipos en vía. | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los contadores de ejes instalados y conexionados. Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se ha realizado la instalación de los equipos de contadores de ejes conforme a sus respectivos manuales y que se ha realizado su conexionado de acuerdo a los planos de conexionado. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de instalación de contadores de ejes Planos de conexionado de contadores de ejes PPI de contadores de ejes | CA | INC | DE |
| 11 | Ajuste de contadores de ejes | HZ-ARPPES-26 | Ajuste incorrecto de contadores de ejes instalados. | No se han respetado los manuales de ajuste de contadores de ejes. | Colisión. | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los contadores de ejes ajustados. Se deben completar las hojas de ajuste correspondientes que evidencien que se ha realizado el ajuste de contadores de ejes correctamente, de acuerdo a los manuales de ajuste. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de ajuste de contadores de ejes Hoja de ajuste de contadores de ejes | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-27 | Los dispositivos de medida que se utilizan para el ajuste de contadores de ejes no se encuentran correctamente calibrados, mostrando valores que no son los reales. | No se han calibrado los dispositivos de medición que se utilizan para realizar mediciones sobre los contadores de ejes previamente a llevar a cabo el ajuste de los mismos. | Colisión. | CR | OC | ND | Se deberá comprobar que todos los dispositivos que se utilizan para realizar mediciones sobre el equipamiento de vía a ajustar se encuentran correctamente calibrados, sin superar las tolerancias de error permitidas. Se indicará en la hoja de ajuste, a modo de evidencia, el dispositivo de medida utilizado identificándolo con su modelo y número de serie. | Hoja de ajuste de contadores de ejes | CR | INC | DE |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO | |
|---------------------------------|----|--|--------------|--|---|---|----|----|-------------|---|---|----|-----|------------------|---|
| | | | | | | Gi | Ff | Ri | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | | |
| INSTALACIÓN Y AJUSTE DE EQUIPOS | 12 | Instalación y conexionado de sistema ASFA | HZ-ARPPES-28 | El equipamiento del sistema ASFA ubicado en campo invade zona de gálibo del tren. | No se han respetado los planos en el emplazamiento de equipos ASFA. | Colisión con obstáculo que invade zona de gálibo. | MA | PR | ND | Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se han respetado los planos de ubicación de los equipos del sistema ASFA, respetando el gálibo. | PPI de sistema ASFA | MA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-29 | Instalación o conexionado incorrecto de sistema ASFA. | No se han respetado los manuales de instalación y planos de conexionado de equipos ASFA | Falta de protección del sistema ASFA en el tramo. | CR | RE | ND | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los equipos ASFA instalados y conexiónados. Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se ha realizado la instalación de los equipos del sistema ASFA conforme a sus respectivos manuales y que se ha realizado su conexionado de acuerdo a los planos de conexionado. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de instalación de equipos ASFA Planos de conexionado de equipos ASFA PPI de equipos ASFA | CR | INC | DE | - |
| | 13 | Ajuste de equipos de sistema ASFA | HZ-ARPPES-30 | Ajuste incorrecto de equipos de sistema ASFA | No se han respetado los manuales de ajuste del sistema ASFA. | Falta de protección del sistema ASFA en el tramo. | CR | RE | ND | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los equipos ASFA ajustados. Se deben completar las hojas de ajuste correspondientes que evidencien que se ha realizado el ajuste de los equipos del sistema ASFA correctamente, de acuerdo a los manuales de ajuste. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de ajuste de equipos de sistema ASFA Hoja de ajuste de equipos de sistema ASFA | CR | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-31 | Los dispositivos de medida que se utilizan para el ajuste de equipos de sistema ASFA no se encuentran correctamente calibrados, mostrando valores que no son los reales. | No se han calibrado los dispositivos de medición que se utilizan para realizar mediciones sobre los equipos del sistema ASFA previamente a llevar a cabo el ajuste de los mismos. | Falta de protección del sistema ASFA en el tramo. | CR | OC | ND | Se deberá comprobar que todos los dispositivos que se utilizan para realizar mediciones sobre el equipamiento de vía a ajustar se encuentran correctamente calibrados, sin superar las tolerancias de error permitidas. Se indicará en la hoja de ajuste, a modo de evidencia, el dispositivo de medida utilizado identificándolo con su modelo y número de serie. | Hoja de ajuste de sistema ASFA | CR | INC | DE | - |
| | 14 | Instalación y conexionado de pasos a nivel | HZ-ARPPES-32 | El paso a nivel invade zona de gálibo del tren | No se han respetado los planos en el emplazamiento de pasos a nivel. | Colisión con obstáculo que invade zona de gálibo. | MA | PR | ND | Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se han respetado los planos de ubicación de los pasos a nivel | PPI de pasos a nivel | MA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-33 | Instalación o conexionado incorrecto del paso a nivel | No se han respetado los manuales de instalación y planos de conexionado del paso a nivel. | Colisión | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los pasos a nivel instalados y conexiónados. Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se ha realizado la instalación de los pasos a nivel conforme a sus respectivos manuales y que se ha realizado su conexionado de acuerdo a los planos de conexionado. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de instalación de pasos a nivel Planos de conexionado de pasos a nivel PPI de pasos a nivel | CA | INC | DE | - |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO | | |
|------|----|--|--------------|--|--|---|----|----|-------------|---|---|----|-----|------------------|---|---|
| | | | | | | Gi | Ff | Ri | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | | | |
| | 15 | Ajuste de pasos a nivel | HZ-ARPPES-34 | Ajuste incorrecto de pasos a nivel | No se han respetado los manuales de ajuste de pasos a nivel | Colisión | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los pasos nivel ajustados Se deben completar las hojas de ajuste correspondientes que evidencien que se ha realizado el ajuste de los pasos a nivel correctamente, de acuerdo a los manuales de ajuste. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de ajuste de pasos a nivel Hoja de ajuste de pasos a nivel | CA | INC | DE | - | |
| | | | HZ-ARPPES-35 | Los dispositivos de medida que se utilizan para el ajuste de pasos a nivel no se encuentran correctamente calibrados, mostrando valores que no son los reales. | No se han calibrado los dispositivos de medición que se utilizan para realizar mediciones sobre los pasos a nivel previamente a llevar a cabo el ajuste de los mismos. | Colisión | CR | OC | ND | Se deberá comprobar que todos los dispositivos que se utilizan para realizar mediciones sobre el equipamiento de vía a ajustar se encuentran correctamente calibrados, sin superar las tolerancias de error permitidas. Se indicará en la hoja de ajuste, a modo de evidencia, el dispositivo de medida utilizado identificándolo con su modelo y número de serie. | Hoja de ajuste de pasos a nivel | CR | INC | DE | - | |
| | 16 | Instalación y conexionado de balizas ERTMS | HZ-ARPPES-36 | Las balizas ERTMS ubicadas en campo invaden zona de gálibo del tren. | No se han respetado los planos en el emplazamiento de balizas ERTMS. | Colisión con obstáculo que invade zona de gálibo. | MA | PR | ND | Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se han respetado los planos de ubicación de las balizas ERTMS, respetando el gálibo. | PPI de balizas ERTMS | MA | INC | DE | - | |
| | | | HZ-ARPPES-37 | Instalación o conexionado incorrecto de balizas ERTMS. | No se han respetado los manuales de instalación y planos de conexionado de balizas ERTMS. | Colisión Descarrilamiento Accidente de pasajeros ante posible frenado brusco del tren | CA | OC | INT | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el sistema ERTMS y las balizas ERTMS instaladas y conexionadas. Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se ha realizado la instalación de los las balizas ERTMS conforme a sus respectivos manuales y que se ha realizado su conexionado de acuerdo a los planos de conexionado. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de instalación de balizas ERTMS Planos de conexionado de balizas ERTMS PPI de balizas ERTMS | CR | INC | DE | - | |
| | 17 | Instalación y conexionado de Detectores auxiliares | HZ-ARPPES-38 | Los detectores auxiliares (DCOs, DVLS, DCCs) ubicados en campo invaden zona de gálibo del tren. | No se han respetado los planos en el emplazamiento de equipos detectores de seguridad. | Colisión con obstáculo que invade zona de gálibo. | MA | PR | ND | Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se han respetado los planos de ubicación de los equipos detectores de seguridad. | PPI de detectores auxiliares | MA | INC | DE | - | |
| | | | HZ-ARPPES-39 | Instalación o conexionado incorrecto de DCOs. | No se han respetado los manuales de instalación y planos de conexionado de DCOs. | Falta de protección auxiliar ante la presencia de un obstáculo en vía | CR | RE | ND | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los DCOs instalados. Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se ha realizado la instalación de los DCOs conforme a sus respectivos manuales y que se ha realizado su conexionado de acuerdo a los planos de conexionado. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de instalación de DCO Planos de conexionado de DCO PPI de DCO | CR | INC | DE | - | |
| | | | HZ-ARPPES-40 | Instalación o conexionado incorrecto de DVLS. | No se han respetado los manuales de instalación y planos de conexionado de DVLS. | El DVL no se considera un equipo SIL4, por lo que un fallo en la instalación o conexionado del mismo no debe tener afección en la señalización lateral. | MA | IM | DE | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | HZ-ARPPES-41 | Instalación o conexionado incorrecto de DCCs. | No se han respetado los manuales de instalación y planos de conexionado de DCCs. | El DCC no se considera un equipo SIL4, por lo que un fallo en la instalación o conexionado del mismo no debe tener afección en la señalización lateral. | MA | IM | DE | - | - | - | - | - | - | - |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO | |
|------|--|-----------|--------------|--|---|--|----|----|-------------|---|---|----|-----|------------------|---|
| | | | | | | Gi | Ff | Ri | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | | |
| 18 | Ajuste de Detectores auxiliares | | HZ-ARPPES-42 | Ajuste incorrecto de Detectores de Caídas de Objetos. | No se han respetado los manuales de ajuste de DCOs. | Falta de protección auxiliar ante la presencia de un obstáculo en vía. | CR | RE | ND | Se deben realizar pruebas de concordancia entre el enclavamiento y los DCO ajustados. Se deben completar las hojas de ajuste correspondientes que evidencien que se ha realizado el ajuste de los DCO correctamente, de acuerdo a los manuales de ajuste. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia Manual de ajuste de DCO Hoja de ajuste de DCO | CR | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-43 | Ajuste incorrecto de Detectores de Viento Lateral. | No se han respetado los manuales de ajuste de DVLs. | El DVL no se considera un equipo SIL4, por lo que un fallo en el ajuste del mismo no debe tener afección en la señalización lateral. | MA | IM | DE | - | - | - | - | - | |
| | | | HZ-ARPPES-44 | Ajuste incorrecto de Detectores de Cajas Calientes. | No se han respetado los manuales de ajuste de DCCs. | El DCC no se considera un equipo SIL4, por lo que un fallo en el ajuste del mismo no debe tener afección en la señalización lateral. | MA | IM | DE | - | - | - | - | - | |
| | | | HZ-ARPPES-45 | Los dispositivos de medida que se utilizan para el ajuste de equipos detectores auxiliares (DCO, DVL, DCC) no se encuentran correctamente calibrados, mostrando valores que no son los reales. | No se han calibrado los dispositivos de medición que se utilizan para realizar mediciones sobre los equipos detectores auxiliares, previamente a llevar a cabo el ajuste de los mismos. | Falta de protección auxiliar. | CR | OC | ND | Se deberá comprobar que todos los dispositivos que se utilizan para realizar mediciones sobre el equipamiento de vía a ajustar se encuentran correctamente calibrados, sin superar las tolerancias de error permitidas. Se indicará en la hoja de ajuste, a modo de evidencia, el dispositivo de medida utilizado identificándolo con su modelo y número de serie. | Hoja de ajuste de detectores auxiliares | CR | INC | DE | - |
| 19 | Instalación de cartelones de cambios significativos de velocidad | | HZ-ARPPES-46 | Los cartelones de cambios significativos de velocidad ubicados en campo invade zona de gálibo del tren. | No se han respetado los planos en el emplazamiento de los cartelones de cambios significativos de velocidad. | Colisión con obstáculo que invade zona de gálibo. | MA | PR | ND | Se deben completar los PPIs correspondientes que evidencien que se han respetado los planos de ubicación de los cartelones de cambios significativos de velocidad, respetando el gálibo. | PPI de cartelones de cambios significativos de velocidad | MA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-47 | No se han instalado correctamente los cartelones de cambios significativos de velocidad. | No se ha respetado la tira de vía y/o el cuadro de velocidades máximas en la instalación de los cartelones de cambios significativos de velocidad. | Descarrilamiento. | CA | RE | ND | Los cartelones de cambio significativo de velocidad deben estar de acuerdo a la tira de vía y al cuadro de velocidades máximas. | Tira de vía Cuadro de velocidades máximas PPI de cartelones de cambios significativos de velocidad | CA | INC | DE | - |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO | |
|-------------|----|-----------------------------------|--------------|--|---|-------------------------------|----|----|-------------|--|--|----|-----|------------------|---|
| | | | | | | Gi | Ff | Ri | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | | |
| CARGA DE SW | 20 | Carga de SW en equipos instalados | HZ-ARPPES-48 | Carga de un SW en el enclavamiento diferente al que se ha validado previamente, pudiendo contener fallos. | No se identifica adecuadamente la versión SW validada y autorizada que se debe cargar en el enclavamiento. | Colisión Descarrilamiento. | CA | OC | INT | La versión de SW que se carga en el enclavamiento para la realización de pruebas debe haber sido validada y autorizada previamente. En caso de existir una nueva configuración de vías, el SW validado y cargado debe disponer de dicha configuración de vías. El instalador debe comprobar mediante la hoja de instalación SW que la configuración que ha cargado en el equipo se corresponde con la que figura en la hoja de autorización SW | Informe de Validación del SW ENCE Hoja de autorización SW ENCE Hoja de instalación SW ENCE | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-49 | Carga de un SW en el CLC (Concentrador de LEUs) diferente al que se ha validado previamente, pudiendo contener fallos. | No se identifica adecuadamente la versión SW validada y autorizada que se debe cargar en el CLC. | Colisión Descarrilamiento. | CA | OC | INT | La versión de SW que se carga en el CLC para la realización de pruebas debe haber sido validada y autorizada previamente. El instalador debe comprobar mediante la hoja de instalación SW que la configuración que ha cargado en el equipo se corresponde con la que figura en la hoja de autorización SW. | Informe de Validación del SW CLC Hoja de autorización SW CLC Hoja de instalación SW CLC | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-50 | Carga de un SW en el LEU diferente al que se ha validado previamente, pudiendo contener fallos. | No se identifica adecuadamente la versión SW validada y autorizada que se debe cargar en el LEU. | Colisión Descarrilamiento. | CA | OC | INT | La versión de SW que se carga en el LEU para la realización de pruebas debe haber sido validada y autorizada previamente. El instalador debe comprobar mediante la hoja de instalación SW que la configuración que ha cargado en el equipo se corresponde con la que figura en la hoja de autorización SW. | Informe de Validación del SW LEU Hoja de autorización SW LEU Hoja de instalación SW LEU | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-51 | Carga de un SW en el RBC diferente al que se ha validado previamente, pudiendo contener fallos. | No se identifica adecuadamente la versión SW validada y autorizada que se debe cargar en el RBC. | Colisión Descarrilamiento. | CA | OC | INT | La versión de SW que se carga en el RBC para la realización de pruebas debe haber sido validada y autorizada previamente. El instalador debe comprobar mediante la hoja de instalación SW que la configuración que ha cargado en el equipo se corresponde con la que figura en la hoja de autorización SW. | Informe de Validación del SW RBC Hoja de autorización SW RBC Hoja de instalación SW RBC | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-52 | Carga de un SW en el Gestor de LTVs diferente al que se ha validado previamente, pudiendo contener fallos. | No se identifica adecuadamente la versión SW validada y autorizada que se debe cargar en el Gestor de LTVs. | Colisión Descarrilamiento. | CA | OC | INT | La versión de SW que se carga en el Gestor de LTVs para la realización de pruebas debe haber sido validada y autorizada previamente. El instalador debe comprobar mediante la hoja de instalación SW que la configuración que ha cargado en el equipo se corresponde con la que figura en la hoja de autorización SW. | Informe de Validación del SW Gestor de LTVs Hoja de autorización SW Gestor de LTVs Hoja de instalación SW Gestor de LTVs | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-53 | Carga de un SW en el PCE diferente al que se ha validado previamente, pudiendo contener fallos. | No se identifica adecuadamente la versión SW validada y autorizada que se debe cargar en el PCE. | Colisión Descarrilamiento. | CA | OC | INT | La versión de SW que se carga en el PCE para la realización de pruebas debe haber sido validada y autorizada previamente. El instalador debe comprobar mediante la hoja de instalación SW que la configuración que ha cargado en el equipo se corresponde con la que figura en la hoja de autorización SW. | Informe de Validación del SW PCE Hoja de autorización SW PCE Hoja de instalación SW PCE | CA | INC | DE | - |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO | |
|------|----|-------------------------|--------------|---|---|---|----|----|-------------|---|---|----|-----|------------------|--|
| | | | | | | Gf | Ff | Ri | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | | |
| | | | HZ-ARPPES-54 | Carga de un SW en el equipo Concentrador de Detectores de Seguridad (CDS) diferente al que se ha validado previamente, pudiendo contener fallos. | No se identifica adecuadamente la versión SW validada y autorizada que se debe cargar en el CDS | Falta de protección auxiliar | CA | OC | INT | La versión de SW que se carga en el CDS para la realización de pruebas debe haber sido validada y autorizada previamente. El instalador debe comprobar mediante la hoja de instalación SW que la configuración que ha cargado en el equipo se corresponde con la que figura en la hoja de autorización SW. | Informe de Validación del SW CDS Hoja de autorización SW CDS Hoja de instalación SW CDS | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-55 | No se ejecutan correctamente las pruebas de concordancia necesarias para verificar la correcta integración y funcionalidad de todos los equipos instalados. | No se ha definido o no se ha respetado el Protocolo de Concordancia que establece las pruebas de concordancia a realizar y la manera de ejecutarlas. | Colisión Descarrilamiento | CA | OC | INT | Se debe establecer y respetar un Protocolo de Concordancia en el que se indiquen todas las pruebas de concordancia que es necesario realizar para garantizar la correcta integración y funcionamiento de los equipos instalados. Se reduce a despreciable si se aplica: Condición de Uso (CU-PPES-02) | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CA | INC | DE | CU-PPES-02: La Autoridad Ferroviaria debe aportar el personal necesario en el puesto de mando para coordinar los trabajos. |
| | | | HZ-ARPPES-56 | Se envía o recibe información errónea entre el enclavamiento y los equipos de vía. | Existen errores en las comunicaciones entre el enclavamiento en pruebas y los elementos de vía (Circuitos de Vía, Contadores de Ejes, Señales, Motores de agujas) | Colisión Descarrilamiento | CA | RE | ND | Se deben realizar pruebas de concordancia para verificar la correcta comunicación entre el enclavamiento y los Elementos de Vía instalados de siguiendo el Protocolo de Concordancia establecido. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-57 | Intercambio de información incorrecta entre Enclavamiento-CDS-DCO | Existen errores en las comunicaciones entre el CDS y el DCO en pruebas. | Falta de protección auxiliar ante la presencia de un obstáculo en vía | CR | RE | ND | Se deben realizar pruebas de concordancia para verificar la correcta comunicación de la cadena Enclavamiento-CDS-DCO siguiendo el Protocolo de Concordancia establecido. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CR | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-58 | Intercambio de información incorrecta entre Enclavamiento-CDS-DVL | Existen errores en las comunicaciones entre el CDS y el DVL en pruebas. | El DVL no se considera un equipo SIL4, por lo que la información que envía al enclavamiento no tiene afección en la señalización lateral, únicamente es informativa para el operador | MA | IM | DE | - | - | - | - | - | - |
| | | | HZ-ARPPES-59 | Intercambio de información incorrecta entre Enclavamiento-CDS-DCC | Existen errores en las comunicaciones entre el CDS y el DCC en pruebas. | El DCC no se considera un equipo SIL4, por lo que la información que envía al enclavamiento no tiene afección en la señalización lateral, únicamente es informativa para el operador. | MA | IM | DE | - | - | - | - | - | - |
| | | | HZ-ARPPES-60 | Se envía o recibe información errónea entre el enclavamiento y los equipos ERTMS N1 en pruebas. | El sistema ERTMS N1 recibe información diferente a la que envía el enclavamiento. El enclavamiento recibe información errónea del sistema ERTMS N1. | Colisión Descarrilamiento | CA | RE | ND | Se debe verificar la correcta comunicación entre el enclavamiento y los equipos ERTMS N1 en pruebas mediante pruebas de concordancia. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CA | INC | DE | - |
| | 21 | Pruebas de concordancia | HZ-ARPPES-61 | Se envía o recibe información errónea entre el enclavamiento y el RBC en pruebas. | El sistema ERTMS N2 recibe información diferente a la que envía el enclavamiento. El enclavamiento recibe información errónea del sistema ERTMS N2. | Colisión Descarrilamiento | CA | RE | ND | Se debe verificar la correcta comunicación entre el enclavamiento y el RBC en pruebas mediante pruebas de concordancia. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CA | INC | DE | - |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO | |
|--|--------------------|--------------|--|--|---|--|----------------|-----|--|---|---|--------------|-----|----|--|---|
| | | | | | | | GI | FI | RI | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | | |
| PRUEBAS DE INTEGRACIÓN Y FUNCIONALIDAD | | | HZ-ARPPES-62 | Se envía o recibe información errónea entre el Gestor de LTVs y los equipos ERTMS N1 en pruebas. | Existen errores en las comunicaciones entre el Gestor de LTVs y los equipos ERTMS N1 en pruebas. | Colisión Descarrilamiento | CA | RE | ND | Se debe verificar la correcta comunicación entre el Gestor de LTVs y los equipos ERTMS N1 en pruebas mediante pruebas de concordancia. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CA | INC | DE | - | |
| | | | HZ-ARPPES-63 | Se envía o recibe información errónea entre el Gestor de LTVs y el RBC en pruebas. | Existen errores en las comunicaciones entre el Gestor de LTVs y el RBC en pruebas. | Colisión Descarrilamiento | CA | RE | ND | Se debe verificar la correcta comunicación entre el Gestor de LTVs y el RBC en pruebas mediante pruebas de concordancia. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CA | INC | DE | - | |
| | | | HZ-ARPPES-64 | Se envía o recibe información errónea entre los equipos ERTMS N1 y el LEU en pruebas. | Existen errores en las comunicaciones entre los equipos ERTMS N1 y el LEU en pruebas. | Colisión Descarrilamiento | CA | RE | ND | Se debe verificar la correcta comunicación entre los equipos ERTMS N1 y el LEU en pruebas mediante pruebas de concordancia. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CA | INC | DE | - | |
| | | | HZ-ARPPES-65 | Se envía o recibe información errónea entre el LEU y las balizas ERTMS en pruebas. | Existen errores en las comunicaciones entre el LEU y las balizas ERTMS en pruebas. | Colisión Descarrilamiento | CA | RE | ND | Se debe verificar la correcta comunicación entre el LEU y las balizas ERTMS en pruebas mediante pruebas de concordancia. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CA | INC | DE | - | |
| | | | HZ-ARPPES-66 | Se envía o recibe información errónea entre el PCE / PLE y el Gestor de LTVs en pruebas. | Existen errores en las comunicaciones entre el PCE / PLE y el Gestor de LTVs en pruebas. | Colisión Descarrilamiento | CA | RE | ND | Se debe verificar la correcta comunicación entre el PCE / PLE y el Gestor de LTVs en pruebas mediante pruebas de concordancia. | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CA | INC | DE | - | |
| | | | HZ-ARPPES-67 | El enclavamiento intercambia información errónea con el CTC. | Existen errores en las comunicaciones entre el enclavamiento y el CTC en pruebas. | La información recibida en el CTC es de carácter informativo y no se debe usar con fines de seguridad. | MA | IM | DE | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | HZ-ARPPES-68 | El enclavamiento intercambia información errónea con el PLO / PRO. | Existen errores en las comunicaciones entre el enclavamiento y el PLO / PRO en pruebas. | La información recibida en el PLO / PRO es de carácter informativo y no se debe usar con fines de seguridad. | MA | IM | DE | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | HZ-ARPPES-69 | Se toman resultados en los registros de pruebas de concordancia que no son válidos. | La coordinación entre el personal del puesto de mando y el personal de campo durante la ejecución de las pruebas de concordancia es errónea o insuficiente. | Colisión Descarrilamiento | CA | OC | INT | Durante la ejecución de pruebas de concordancia debe existir comunicación entre el puesto de mando y el personal en campo para garantizar que lo que se muestra en el puesto del operador se corresponde con lo que se observa en campo. Se reduce a despreciable si se aplica: Condición de Uso (CU-PPES-02) | Protocolo de pruebas de concordancia Informe de pruebas de concordancia Registro de pruebas de concordancia | CA | INC | DE | CU-PPES-02: La Autoridad Ferroviaria debe aportar el personal necesario en el puesto de mando para coordinar los trabajos. | |
| | | | HZ-ARPPES-70 | No se ejecutan correctamente las pruebas de bloqueo necesarias para verificar el correcto establecimiento de bloqueo entre enclavamientos colaterales. | No se ha definido o no se ha respetado el Protocolo de Pruebas de Bloqueo que establece las pruebas de bloqueo a realizar y la manera de ejecutarlas. | Colisión establecimiento desestablecimiento erróneo de bloqueo. | CA | OC | INT | Se debe establecer y respetar un Protocolo de Pruebas de Bloqueo en el que se indiquen todas las pruebas de bloqueo que es necesario realizar en campo para garantizar el correcto establecimiento de bloqueo entre enclavamientos colaterales. | Protocolo de pruebas de bloqueo Informe de pruebas de bloqueo Registro de pruebas de bloqueo | CA | INC | DE | - | |
| 22 | Pruebas de bloqueo | HZ-ARPPES-71 | Un enclavamiento intercambia información errónea con el colateral sobre el estado del bloqueo. | La versión SW que se ha cargado en alguno de los enclavamientos no se corresponde con la validada en el laboratorio, pudiendo tener fallos. | Colisión establecimiento desestablecimiento erróneo de bloqueo. | CA | OC | INT | La configuración del enclavamiento que se somete a pruebas debe tener implementadas y validadas las interfaces con los enclavamientos colaterales con los que establece bloqueo. | Protocolo de pruebas de bloqueo Informe de pruebas de bloqueo Registro de pruebas de bloqueo Informe de Validación del SW ENCE Hoja de autorización SW ENCE Hoja de instalación SW ENCE | CA | INC | DE | - | | |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO | |
|-------------------------|----|-------------------------|--------------|--|---|--|----|----|-------------|--|--|----|-----|------------------|--|
| | | | | | | Gi | Ff | Ri | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | | |
| | | | HZ-ARPPES-72 | El bloqueo se establece de manera errónea entre dos estaciones colaterales. | La versión SW que se ha cargado en alguno de los enclavamientos no se corresponde con la validada en el laboratorio, pudiendo tener fallos. | Colisión establecimiento desestablecimiento erróneo de bloqueo. | CA | OC | INT | La configuración de los interfaces entre enclavamientos colaterales debe haber sido previamente validada en el laboratorio. Se debe establecer y respetar un Protocolo de Bloqueo en el que se indiquen todas las pruebas de bloqueo que es necesario realizar para verificar el correcto establecimiento de bloqueo entre dos enclavamientos colaterales | Protocolo de pruebas de bloqueo Informe de pruebas de bloqueo Registro de pruebas de bloqueo Informe de Validación del SW ENCE Hoja de autorización SW ENCE Hoja de instalación SW ENCE | CA | INC | DE | - |
| PRUEBAS DINÁMICAS ERTMS | 23 | Pruebas dinámicas ERTMS | HZ-ARPPES-73 | Durante las pruebas, el RBC proporciona al tren en pruebas información errónea. | No se ha realizado adecuadamente la instalación del sistema ERTMS N2 o se han cargado versiones de SW en sus equipos que no han sido validadas. | Colisión Descarrilamiento | CA | OC | INT | Se ha debido realizar correctamente todo el proceso de instalación de equipos del sistema ERTMS N2 y se han debido cargar en los mismos las versiones de SW validadas. | Informe de Validación del SW del RBC Hoja de autorización SW del RBC Hoja de instalación SW del RBC PPI de RBC | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-74 | Durante las pruebas, alguna de las balizas ERTMS proporciona al tren en pruebas información incorrecta. | No se ha realizado adecuadamente la instalación del sistema ERTMS N1 o se han cargado versiones de SW en sus equipos que no han sido validadas. | Colisión Descarrilamiento | CA | OC | INT | Se ha debido realizar correctamente todo el proceso de instalación de equipos del sistema ERTMS N1 y se han debido cargar en los mismos las versiones de SW especificadas y validadas. | Informe de Validación del SW de equipos ERTMS N1 Hoja de autorización SW de equipos ERTMS N1 Hoja de instalación SW de equipos ERTMS N1 PPI de equipos ERTMS N1 | CA | INC | DE | - |
| | | | HZ-ARPPES-75 | Un tren de pruebas circula sobre una línea de ERTMS en pruebas con su equipo embarcado no validado. | El equipo embarcado ERTMS del tren que circula en pruebas no está validado. | Colisión Descarrilamiento | CA | OC | INT | Se debe especificar en el Plan de Pruebas y Puesta en servicio las condiciones necesarias en las que se debe encontrar la instalación para la ejecución de pruebas dinámicas ERTMS. Se reduce a despreciable si se aplica: Condición de Uso (CU-PPES-03) | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio. | CA | INC | DE | CU-PPES-03: Los trenes que circulan bajo consigna de pruebas deben contar con su equipo embarcado validado. |
| | | | HZ-ARPPES-76 | Durante las pruebas dinámicas ERTMS, existen otros trenes ajenos a las pruebas circulando bajo supervisión ERTMS. | Trenes ajenos a las pruebas circulando en vía en pruebas. | Colisión Descarrilamiento | CA | OC | INT | Se debe especificar en el Plan de Pruebas y Puesta en servicio las condiciones necesarias en las que se debe encontrar la instalación para la ejecución de pruebas dinámicas ERTMS. Se reduce a despreciable si se aplica: Condición de uso (CU-PPES-01) | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio. | CA | INC | DE | CU-PPES-01: La Autoridad Ferroviaria debe asegurar los correspondientes cortes de circulación en coordinación con el puesto de mando durante la ejecución de trabajos o pruebas que lo requieran, junto con otras acciones necesarias para garantizar la ejecución de tales trabajos o pruebas en condiciones de seguridad. |
| | | | HZ-ARPPES-77 | Durante las pruebas dinámicas, un tren no respeta las LTVs impuestas por causas especiales y que permanecen vigentes durante las pruebas | No se dispone de las LTVs existentes antes de realizar las pruebas al haber cargado un SW diferente en los equipos. | Colisión Descarrilamiento Atropello de personal | CA | OC | INT | Se deberán establecer sobre el nuevo SW que se ha cargado para las pruebas, las LTVs vigentes durante dichas pruebas previamente a su ejecución. Se reduce a despreciable si se aplica: Condición de Uso (CU-PPES-04) | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio. | CA | INC | DE | CU-PPES-04: La Autoridad Ferroviaria deberá asegurarse de que el maquinista conoce y respeta las LTV que sigan vigentes durante las pruebas. |
| | | | HZ-ARPPES-78 | Existen trenes circulando bajo supervisión ERTMS durante el proceso de cambio del SW en el PCE | Trenes circulando con un SW de PCE en pruebas. | Colisión Descarrilamiento | CA | OC | INT | Se debe especificar en el Plan de Pruebas y Puesta en servicio las condiciones necesarias en las que se debe encontrar la instalación para la ejecución de pruebas dinámicas ERTMS. Se reduce a despreciable si se aplica: Condición de uso (CU-PPES-01) | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio. | CA | INC | DE | CU-PPES-01: La Autoridad Ferroviaria debe asegurar los correspondientes cortes de circulación en coordinación con el puesto de mando durante la ejecución de trabajos o pruebas que lo requieran, junto con otras acciones necesarias para garantizar la ejecución de tales trabajos o pruebas en condiciones de seguridad. |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO | |
|--------------------|----|---------------------------------------|--------------|--|---|---|----|----|-------------|---|--|----|-----|------------------|--|
| | | | | | | Gi | Ff | Ri | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | | |
| A Y/O MARCHA ATRÁS | 24 | Plan de Contingencia y/o marcha atrás | HZ-ARPPES-79 | Para los paquetes de trabajo que requieran volver a una situación inicial existente previamente a las pruebas, no se realizan las actuaciones necesarias para volver a tal situación inicial de forma segura. | No se han realizado las actuaciones necesarias contempladas en el Plan de Contingencia para devolver la instalación a las condiciones en las que se encontraba previamente a la realización de pruebas. | Colisión Descarrilamiento Atropello | CA | OC | INT | El Plan de Pruebas y Puesta en servicio deberá identificar los paquetes de trabajo que requieran volver a la situación inicial antes de volver a la explotación y el procedimiento para ello. Se debe respetar y ejecutar lo establecido en el Plan de Contingencia para devolver la instalación a la situación en la que se encontraba previamente a la realización de pruebas, en condiciones de seguridad. Se reduce a despreciable si se aplica: Condición de Uso (CU-PPES-05) | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio Plan de Contingencia | CA | INC | DE | CU-PPES-05: La Autoridad Ferroviaria, junto con los tecnólogos involucrados en la ejecución de trabajos, deben encargarse de realizar el procedimiento de marcha atrás una vez finalizados los trabajos. |
| | | | HZ-ARPPES-80 | Para los paquetes de trabajo que requieran volver a una situación inicial existente previamente a las pruebas, tras finalizar las pruebas dinámicas existen trenes circulando bajo supervisión de un PCE con un SW de pruebas o con fallos. | Trenes circulando con un SW de PCE en pruebas. | Colisión Descarrilamiento | CA | OC | INT | El Plan de Pruebas y Puesta en servicio deberá identificar los paquetes de trabajo que requieran volver a la situación inicial antes de volver a la explotación y el procedimiento para ello. Se debe respetar y ejecutar lo establecido en el Plan de Contingencia para devolver la instalación a la situación en la que se encontraba previamente a la realización de pruebas, en condiciones de seguridad. Se reduce a despreciable si se aplica: Condición de Uso (CU-PPES-05) | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio Plan de Contingencia | CA | INC | DE | CU-PPES-05: La Autoridad Ferroviaria junto con los tecnólogos involucrados en la ejecución de trabajos deben encargarse de realizar el procedimiento de marcha atrás una vez finalizados los trabajos |
| | | | HZ-ARPPES-81 | Para los paquetes de trabajo que requieran volver a una situación inicial existente previamente a las pruebas, tras finalizar las pruebas dinámicas existen trenes circulando con ETCS N2 activado bajo supervisión de un RBC con un SW de pruebas o con fallos. | Trenes circulando con un SW de RBC en pruebas. | Colisión Descarrilamiento | CA | OC | INT | El Plan de Pruebas y Puesta en servicio deberá identificar los paquetes de trabajo que requieran volver a la situación inicial antes de volver a la explotación y el procedimiento para ello. Se debe respetar y ejecutar lo establecido en el Plan de Contingencia para devolver la instalación a la situación en la que se encontraba previamente a la realización de pruebas, en condiciones de seguridad. Se reduce a despreciable si se aplica: Condición de Uso (CU-PPES-05) | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio Plan de Contingencia | CA | INC | DE | CU-PPES-05: La Autoridad Ferroviaria junto con los tecnólogos involucrados en la ejecución de trabajos deben encargarse de realizar el procedimiento de marcha atrás una vez finalizados los trabajos |

| TIPO | ID | ACTUACIÓN | AMENAZA | CAUSA | CONSECUENCIA | Riesgo inicial | | | MITIGACIÓN | | Riesgo final | | | CONDICIÓN DE USO |
|--------------|----|-----------|---|--|---|----------------|----|-----|---|--|--------------|-----|----|---|
| | | | | | | Gi | Ff | Ri | Descripción | Evidencia | Gf | Ff | Rf | |
| CONTINGENCIA | | | HZ-ARPPES-82 Para los paquetes de trabajo que requieran volver a una situación inicial existente previamente a las pruebas, tras finalizar las pruebas dinámicas existen trenes circulando que reciben información errónea o con fallos de las balizas ERTMS en pruebas. | Trenes circulando sobre balizas en pruebas. | Colisión Descarrilamiento | CA | OC | INT | El Plan de Pruebas y Puesta en servicio deberá identificar los paquetes de trabajo que requieran volver a la situación inicial antes de volver a la explotación y el procedimiento para ello. Se debe respetar y ejecutar lo establecido en el Plan de Contingencia para devolver la instalación a la situación en la que se encontraba previamente a la realización de pruebas, en condiciones de seguridad. Se reduce a despreciable si se aplica: Condición de Uso (CU-PPES-05) | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio Plan de Contingencia | CA | INC | DE | CU-PPES-05: La Autoridad Ferroviaria junto con los tecnólogos involucrados en la ejecución de trabajos deben encargarse de realizar el procedimiento de marcha atrás una vez finalizados los trabajos |
| | | | HZ-ARPPES-83 Para los paquetes de trabajo que requieran volver a una situación inicial existente previamente a las pruebas, tras finalizar las pruebas dinámicas no se reestablecen las LTV que estaban vigentes previamente a la ejecución de las pruebas. | No se realiza correctamente el procedimiento de marcha atrás | Descarrilamiento | CA | OC | INT | El Plan de Pruebas y Puesta en servicio deberá identificar los paquetes de trabajo que requieran volver a la situación inicial antes de volver a la explotación y el procedimiento para ello. Se debe respetar y ejecutar lo establecido en el Plan de Contingencia para devolver la instalación a la situación en la que se encontraba previamente a la realización de pruebas, en condiciones de seguridad. Se reduce a despreciable si se aplica: Condición de Uso (CU-PPES-05) | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio Plan de Contingencia | CA | INC | DE | CU-PPES-05: La Autoridad Ferroviaria junto con los tecnólogos involucrados en la ejecución de trabajos deben encargarse de realizar el procedimiento de marcha atrás una vez finalizados los trabajos |
| | | | HZ-ARPPES-84 Puesta en servicio incorrecta | No se ha respetado el Plan de Pruebas y Puesta en servicio / Plan de Contingencia. | Colisión Descarrilamiento Atropello | CA | OC | INT | El Plan de Pruebas y Puesta en servicio deberá detallar las actuaciones a realizar en cada paquete de trabajo El Plan de Pruebas y Puesta en servicio deberá identificar los paquetes de trabajo que requieran volver a la situación inicial antes de volver a la explotación y el procedimiento para ello. Se debe respetar y ejecutar lo establecido en el Plan de Contingencia para devolver la instalación a la situación en la que se encontraba previamente a la realización de pruebas, en condiciones de seguridad. | Plan de Pruebas y Puesta en Servicio Plan de Contingencia | CA | INC | DE | - |