



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

RAMS

Fiabilidad, Disponibilidad,
Mantenibilidad y la importancia de
incorporar la Seguridad

Servicio de Superestructura de Vía de Metro de Madrid.



RAM Reliability Availability Maintainability

Alamy | Uniendo
Destinos



Fiabilidad:

La probabilidad de completar las funciones anticipadas de un componente según criterios prescritos en un plazo de tiempo conocido.



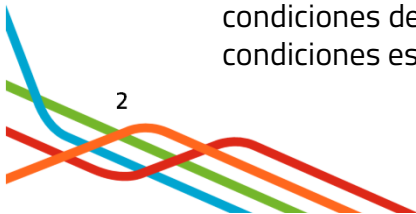
Disponibilidad:

La capacidad de un producto para estar en un estado para realizar una función requerida en condiciones dadas en un instante de tiempo dado o a lo largo de un intervalo de tiempo dado suponiendo que se proveen los recursos externos requeridos.



Mantenibilidad:

La probabilidad de que pueda llevarse a cabo una acción de mantenimiento activo dada, para un ítem en condiciones de uso dadas, dentro de un intervalo de tiempo establecido cuando el mantenimiento se realiza en condiciones establecidas y usando procedimientos y recursos establecidos.



RAM FIABILIDAD

Su finalidad es la estimación cuantitativa del correcto funcionamiento de un sistema.

La **Tasa de Fallos (λ)** es el indicador clave y más utilizado a la hora de medir la fiabilidad del sistema. Depende del tiempo y representa la probabilidad de que un elemento que lleva funcionando un tiempo falle en un intervalo.

Fallo: desviación respecto al comportamiento especificado, provocado por una falta o error en el sistema.

El Servicio de Superestructura de Vía garantiza la **fiabilidad** por:

Elección componentes/proveedores:

- Procesos de validación.
- Solvencias Técnicas.

Calidad de fabricación:

- Certificados de calidad.
- Cumplimiento normativo.

Pruebas de resistencia:

- Ensayos bajo norma.
- Pruebas en vía principal.



RAM DISPONIBILIDAD

La **disponibilidad** de un sistema depende de la **fiabilidad** y la **mantenibilidad**.

Se expresa como la **probabilidad** de que un elemento o sistema funcione en un tiempo determinado.

$$Probabilidad = \frac{T_{productivo\ medio}}{T_{productivo\ medio} + T_{caída\ medio}}$$

El Servicio de Superestructura de Vía garantiza la **disponibilidad** por:



Fiabilidad intrínseca de los materiales



Degradación progresiva

Trabajos continuos en I+D para mejorar y acortar las actuaciones en caso de indisponibilidad del servicio.



RAM MANTENIBILIDAD

Combinación de acciones técnicas/administrativas de mantener un producto para que pueda realizar una función requerida, o a devolverlo a dicho estado.

Se expresa como un probabilidad en función del tiempo. Normalmente sigue una **distribución exponencial**.

El Servicio de Superestructura de Vía garantiza la **mantenibilidad** por:



Detectabilidad.

Formas de aviso.

Intercambiabilidad.

Logística.

Formación.



RAMS SEGURIDAD

La **RAMS** de un sistema es un indicador cualitativo y cuantitativo de hasta qué punto puede confiarse en que el sistema/subsistemas que lo forman, funcionen tal y como se especifica de forma **segura** y con alta **disponibilidad**.

Seguridad ausencia de un nivel de riesgo inaceptable.

El Servicio de Superestructura de Vía basa la **seguridad** en el conocimiento de:



RAMS

NORMATIVA

Sistema ferroviario:

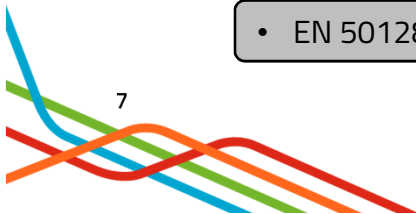
- EN 50126-1:2017. Aplicaciones Ferroviarias. Especificación y Demostración de la Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS). Parte 1: Procesos RAMS Genéricos.
- EN 50126-2:2017. Aplicaciones Ferroviarias. Especificación y Demostración de la Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS). Parte 2: Aproximación sistemática para la seguridad.

Sistema señalización ferroviaria: subsistemas/equipos/hardware

- EN 50129:2019. Sistemas de Comunicaciones, Señalización y Procesos. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.

Software

- EN 50128:2011. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.



GESTIÓN DE LA SEGURIDAD

REGLAMENTO 402/2013

Alamy | Uniendo
Destinos

El Reglamento 402/2013 se encarga de adoptar un método común de **seguridad** para la evaluación y valoración del riesgo.

Evaluación del riesgo

- Determinar riesgos, peligros, medidas de seguridad y requisitos de seguridad.

Demostración

- Confirmar que el sistema cumple con los requisitos de seguridad indicados.

Gestión de peligros

**TODOS LOS RIESGOS DEBEN QUEDAR CERRADOS O
CONTROLADOS EN UN NIVEL ACEPTABLE**



REGLAMENTO 402/2013

Metro de Madrid

DIRECCIÓN DE EXPLOTACIÓN FERROVIARIA DESIGNA PROPONENTE
RESPONSABLE DEL ÁREA PROMOTORA DEL CAMBIO

EL PROPONENTE DESIGNA DELEGADO
RESPONSABLE DEL SERVICIO PROMOTOR DEL CAMBIO

CONFIGURACIÓN DEL EXPEDIENTE 402

INFORME DE EVALUACIÓN INDEPENDIENTE DE SEGURIDAD - AsBo

DECLARACIÓN DEL PROPONENTE

- Designación de expertos.
- Análisis de significatividad. Afección del cambio a la seguridad.
- Aplicación del proceso 402.
- Registro específico de peligros.
- Demostración cumplimiento requisitos de seguridad. Lista de requisitos.
- Pruebas de aplicación de procesos de gestión del riesgo.
- Conclusión demostración cumplimiento del 402.



REGISTRO ESPECÍFICO DE PELIGROS 402/2013

Identificar y recopilar los peligros derivados de la variación de la funcionalidad y operatividad de los sistemas/subsistemas.

Clasificación del riesgo:

Propuesta Matriz UNE EN 50126:2018

Frecuencia	FR	ND	IN	IN	IN
	PR	TO	ND	IN	IN
	O	TO	ND	ND	IN
	INF	DE	TO	ND	ND
	IM	DE	DE	TO	ND
	EX	DE	DE	DE	TO
		INS	M	CR	CA
		Gravedad			

NIVEL DE RIESGO		CLASIFICACIÓN DEL RIESGO
IN	Intolerable	No aceptable
ND	No deseable	No aceptable
TO	Tolerable	Aceptable
DE	Despreciable	Aceptable
N/A	No aplica	Aceptable

Principios de aceptación:

NORMATIVAS , REGLAS (RECONOCIMIENTO EN EL SECTOR FERROVIARIO)

SISTEMA SIMILAR EN USO (CON NIVEL DE SEGURIDAD ACREDITADO)

ESTUDIO FRECUENCIA/GRAVEDAD (DEFINIR EL CRITERIO DE ACEPTACIÓN DEL RIESGO)

PRINCIPIO DE ACEPTACIÓN	ESTIMACIÓN RIESGO			CLASIFICACIÓN FINAL RIESGO
	F	G	R	
CÓDIGO PRÁCTICO			N/A	ACEPTABLE
SISTEMA DE REFERENCIA			N/A	ACEPTABLE
ESTIMACIÓN EXPLÍCITA				



REGISTRO PELIGROS 402

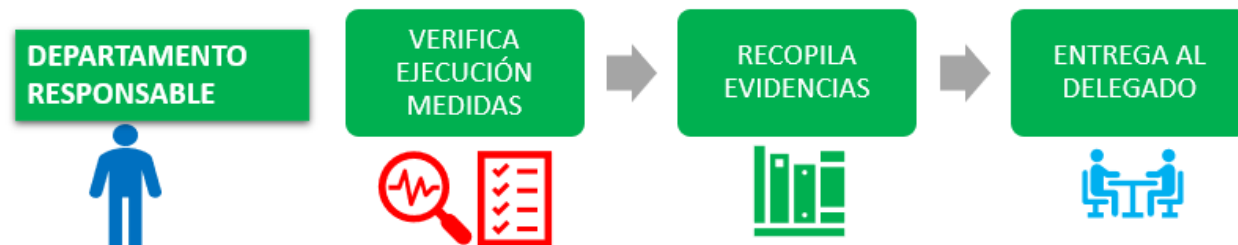
Metro de Madrid

Peligro	Consecuencias	Riesgo estimado inicial			Clasificación Inicial del riesgo	Principio de aceptación				Clasificación Final del riesgo	Requisito de Seguridad
		F	G	R			Estimación del riesgo				
Rotura o deformación de carril	Pérdida de confort Descarrilamiento	IM	CA	ND	NO ACEPTABLE	Código práctico			N/A	ACEPTABLE	RS-01: Cumplimiento del pliego de prescripciones Técnicas de Proyecto, ref. VI.20.007, de fecha 12 de enero de 2021 y la corrección de errores de fecha 13 de octubre de 2021. Apartado: 3.1.1. RS-06: Especificación técnica nº 03.360.161.8 "Carril" de ADIF, 2ªedición: Enero 2018+M1:Julio 2020
Rotura de carril en soldadura	Pérdida de confort Descarrilamiento	INF	CA	ND	NO ACEPTABLE	Código práctico			N/A	ACEPTABLE	RS-03: MM-NV-1-2-02 "NORMATIVA DE VÍA MONTAJE Y RECEPCIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA DE VÍA SOBRE PLACA DE HORMIGÓN Edición 4. Fecha 12/12/2005 . Apartado 4.2.13 RS-01: Cumplimiento del pliego de prescripciones Técnicas de Proyecto, ref. VI.20.007, de fecha 12 de enero de 2021 y la corrección de errores de fecha 13 de octubre de 2021.Apartado 3.4.1. RS-07: NAV 3-3-2.2. Homologación de soldadores aluminotérmicos.1ª edición. Marzo 1992.
Invasión de gálibo por elementos mal colocados de la instalación fija que se han visto afectados por las obras o por existencia de elementos de obra que puedan entorpecer la circulación	Colisión del tren con un obstáculo dentro del gálibo de libre paso	O	CR	ND	NO ACEPTABLE	Código práctico / Sistema de referencia			N/A	ACEPTABLE	RS-12: Planos de vías, Aparatos y Cables de Mar de Cristal (OT/0165 Ed. 001) y Colombia (OT/0166 ED. 001) (CP) RS-41: Inspección visual de la infraestructura para verificar que no hay elementos de obra dentro del gálibo de circulación por parte de la Asistencia Técnica (SR)

CUMPLIMIENTO REQUISITOS EVIDENCIAS 402

Alamy | Uniendo Destinos

Lista de requisitos de seguridad, asignando a responsables y se realiza una demostración de implementación.



CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

• ABIERTO

• CONTROLADO

• CERRADO



• NO ACEPTABLE

• ACEPTABLE

• ACEPTABLE

• EXPORTADO ESTABLECIDOS RS Y ACEPTADOS



ESTADO PELIGRO

12



EVIDENCIAS REQUISITOS

Metro de Madrid

Peligro	Requisito de Seguridad	Responsable de la implantación	Fase de la implantación	Requisito compartido	Evidencia	Estado
Rotura o deformación de carril	RS-01: Cumplimiento del pliego de prescripciones Técnicas de Proyecto, ref. VI.20.007, de fecha 12 de enero de 2021 y la corrección de errores de fecha 13 de octubre de 2021. Apartado: 3.1.1. RS-06: Especificación técnica nº 03.360.161.8 "Carril" de ADIF, 2ª edición: Enero 2018+M1: Julio 2020	Área de Obra Civil	Instalación	NO	EV-07: Ensayos y/o Certificado AENOR (o similar) de calidad del carril	Cerrado
Rotura de carril en soldadura	RS-03: MM-NV-1-2-02 "NORMATIVA DE VÍA MONTAJE Y RECEPCIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA DE VÍA SOBRE PLACA DE HORMIGÓN Edición 4. Fecha 12/12/2005 . Apartado 4.2.13 RS-01: Cumplimiento del pliego de prescripciones Técnicas de Proyecto, ref. VI.20.007, de fecha 12 de enero de 2021 y la corrección de errores de fecha 13 de octubre de 2021. Apartado 3.4.1. RS-07: NAV 3-3-2.2. Homologación de soldadores aluminotérmicos.1ª edición. Marzo 1992.	Área de Obra Civil	Instalación	NO	EV-08: Parte de registro de soldadura EV-09: Homologación del soldador EV-10: Registros de comprobación de soldadura (visual, geométrica, ultrasonidos)	Cerrado
Invasión de gálibo por elementos mal colocados de la instalación fija que se han visto afectados por las obras o por existencia de elementos de obra que puedan entorpecer la circulación	RS-12: Planos de vías, Aparatos y Cables de Mar de Cristal (OT/0165 Ed. 001) y Colombia (OT/0166 Ed. 001) (CP) RS-41: Inspección visual de la infraestructura para verificar que no hay elementos de obra dentro del gálibo de circulación por parte de la Asistencia Técnica (SR)	Coordinación de Ingeniería de señalización (RS-12) Área de Obra Civil (RS-41)	Instalación	SI	EV-25: Hojas de registro de datos (HRD) cumplimentadas y firmadas. EV-31: Hojas de registro de datos (HRD) cumplimentadas y firmadas. EV-24: Confirmación de la Asistencia Técnica de que no hay elementos de obra dentro del gálibo de circulación	Cerrado

Conclusiones RAMS

Metro de Madrid

Realizar una gestión de la **seguridad** con un alto grado de especialización y dedicación, repercutirá directamente en una mayor **fiabilidad** y **disponibilidad** de los sistemas, así como en un decremento de la **mantenibilidad** y por tanto de los costes.

Al estudiar los peligros, requisitos y evidencias, la evaluación que se produce en cada uno de los sistemas es mucho más exhaustiva, lo cual deriva en solicitar sistemas más robustos con menores tasas de fallos, y con operaciones de mantenimiento más concretas y reducidas.

