

**DOCUMENTACIÓN TÉCNICA SISTEMAS DE DETECCIÓN DE TREN
NO CONFORMES ETI**

ERA-TDC-MS-ES

Referencia: ERA-TDC-MS-ES

Documento:

Versión : 1.0

T

Fecha : 22/11/2024

	Editado	Revisado	Aprobado
Nombre	CGF	FJAM	JADL
Cargo	Técnico de señalización	Gerente de Área de Ingeniería y Mantenimiento de Instalaciones	Subdirector de Instalaciones

Historia

Versión	Fecha	Sección	Modificación/descripción	Autor
1.0	22/11/2024	Todas		

1.- INTRODUCCIÓN	4
2.- ALCANCE.....	5
3.- PARÁMETROS	6
3.1.-DISEÑO Y OPERACIÓN DE VEHÍCULOS	6
3.1.1.-DEFINICIONES.....	6
3.1.2.-DISTANCIAS ENTRE EJES	8
3.1.2.1.-Distancia máxima entre ejes	8
3.1.2.2.-Distancia mínima entre ejes	8
3.1.2.3.-Distancia mínima entre el primer y el último eje	8
3.1.2.4.-Distancias entre el final del tren y el primer eje nuevas líneas de Alta Velocidad	9
3.1.2.5.-Distancias entre el final del tren y el primer eje en otras líneas	9
3.1.3.-GEOMETRÍA DE LA RUEDA.....	9
3.1.3.1.-Anchura mínima de la llanta	9
3.1.3.2.-Diámetro mínimo de la rueda.....	9
3.1.3.3.-Espesor mínimo de la pestaña	9
3.1.3.4.-Altura de la pestaña	10
3.1.3.5.-Componentes metálicos e inductivos entre ruedas	10
3.1.3.6.-Material de la rueda	10
3.1.4.-USO DE EQUIPOS DE ARENADO	10
3.1.5.-LUBRICACIÓN DE PESTAÑAS.....	11
3.1.6.-USO DE ZAPATAS DE FRENO DE MATERIAL COMPUESTO	11
3.1.7.-CARGA POR EJE DEL VEHÍCULO Y CONSTRUCCIÓN METÁLICA.....	11
3.1.7.1.-Carga por eje del vehículo.....	11
3.1.7.2.-Construcción metálica del vehículo	11
3.1.8.-USO DE DISPOSITIVOS DE ASISTENCIA AL SHUNT	11
3.1.9.-IMPEDANCIA ENTRE RUEDAS.....	11
3.2.-COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	12
3.2.1.-CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	12
3.2.1.1.-Gestión de frecuencias	12
3.2.1.2.-Límites de emisiones de vehículos y parámetros de evaluación	12
3.2.1.3.-Evaluación de las superaciones de los límites	12
3.2.1.4.-Especificación de medición, prueba y evaluación.....	13
3.2.2.-INTERFERENCIA CONDUCTIDA	13
3.2.2.1.-Impedancia del vehículo	13
3.2.2.2.-Corriente de tracción	13
3.2.2.2.1.-25 kV CA, 50 Hz Límites de interferencia electromagnética	14
3.2.2.2.2.-CC (3 kV, 1,5 kV) Límites de interferencia electromagnética.....	22
3.2.2.3.-Especificación de medición, prueba y evaluación.....	36
ANEXO 1: NÚMERO DE SISTEMAS DE DETECCIÓN DE TRENES NO CONFORMES PRESENTES EN LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA	37
ANEXO 2: SISTEMAS DE DETECCIÓN NO APLICABLES AL ESTUDIO.....	38

1.-INTRODUCCIÓN

En el presente documento se especifican los requisitos para los sistemas de detección de tren no conformes con la ETI en un formato armonizado. En la siguiente tabla se presenta un resumen de los parámetros en los que cada sistema de detección de trenes es "no-conforme":

Tabla 01

TECNOLOGÍA	Sistema	SdT	Distancias entre ejes					Geometría de la rueda						Otros parámetros						EMC	
			3.1.2.1	3.1.2.2	3.1.2.3	3.1.2.4	3.1.2.5	3.1.3.1	3.1.3.2	3.1.3.3	3.1.3.4	3.1.3.5	3.1.3.6	3.1.4	3.1.5	3.1.6	3.1.7	3.1.8	3.1.9	3.2.1	3.2.2
SIEMENS	FS2000/5000	CdV	✓		✗	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✗
	FS3000	CdV	✓		✗	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✗
	DSA 50 Hz	CdV	✓		✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✗
THALES	CV 50 Hz ALCATEL	CdV	✓		✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✗
ALSTOM	TI21 I-M	CdV	✓		✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✗
	EBITRACK 400	CdV	✓		✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✗
	50 Hz (ERICSSON)	CdV	✓		✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✗
	GRS	CdV	✓		✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✗
ENYSE	50 Hz ENYSE	CdV	✗		✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✗
HITACHI	UM71-2000	CdV	✓		✗	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✗
THALES	SIG L90	CdE	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓							✓	
	RSL	CdE	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓							✓	
FRAUSCHER	RSR 122	CdE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓							✗	
ELECTRANS	DEF-87-CE (E-CE-95)	CdE	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							✗	

CdV	Circuito de Vía
CdE	Contador de Ejes
✓	Cumple con V5
✗	No cumple o cumple parcialmente con V5
	No es relevante para este sistema

El presente informe es de aplicación para los sistemas de detección de tren no conformes con la ETI, que están instalados en el Estado miembro **España (ES)**.

Los requisitos de este documento garantizan la compatibilidad con los siguientes sistemas de detección de tren no conformes con la ETI:

Tabla 02

Circuitos de vía	Contadores de ejes
• FS 2000/5000 • FS 3000 • DSA 50 Hz • CV 50Hz ALCATEL • TI21 I-M • EBITRACK 400 • 50 Hz (ERICSSON-ADTRANZ) • GRS • 50 Hz ENYSE • UM71-2000	• SIG L90 • RSL • RSR 122 • DEF-87-CE (E-CE-95)

Este estudio no cubre las líneas de ancho métrico (1000 mm) y aquellas destinadas a la clasificación y gestión de mercancías dentro de los recintos portuarios.

Nota: Los parámetros frente a los que se enfrentan los Sistemas de Detección de Tren se describen en ERA/ERTMS/033281 v.5.

3.-PARÁMETROS

3.1.-DISEÑO Y OPERACIÓN DE VEHÍCULOS

3.1.1.-Definiciones

Para la definición de las dimensiones longitudinales del vehículo, se aplica la figura 1 (que muestra un ejemplo de un vehículo de tres ejes y dos bogies), donde:

a_i = distancia entre los ejes siguientes, donde $i = 1, 2, 3, \dots, n-1$, donde n es el número total de ejes del vehículo

b_x = distancia desde el primer eje (b_1) o el último eje (b_2) hasta el extremo más cercano del vehículo, es decir, el tope/morro más cercano

L = longitud total del vehículo

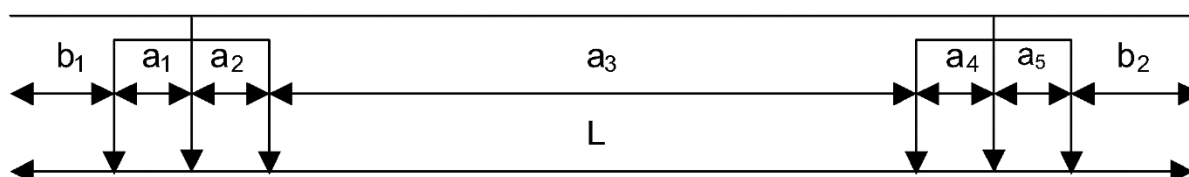


Figura 1: Dimensiones longitudinales del vehículo

Si hay más vehículos conectados, las características indicadas en el resto de esta sección 3.1 y relacionadas con a_i se aplican a la distancia relevante de los ejes que pertenecen a cada vehículo individualmente, mientras que las características relacionadas con b_i solo se aplican a los dos extremos de la composición completa.

Para la definición de las dimensiones de las ruedas se aplica la Figura 2, donde:

D = diámetro de la rueda

B_R = anchura de la llanta

S_d = espesor de la pestaña medido en la línea 10 mm por encima de la banda de rodadura, como se muestra en la figura 2

S_h = altura de la pestaña

Otras dimensiones de la Figura 2 no son relevantes en este documento.

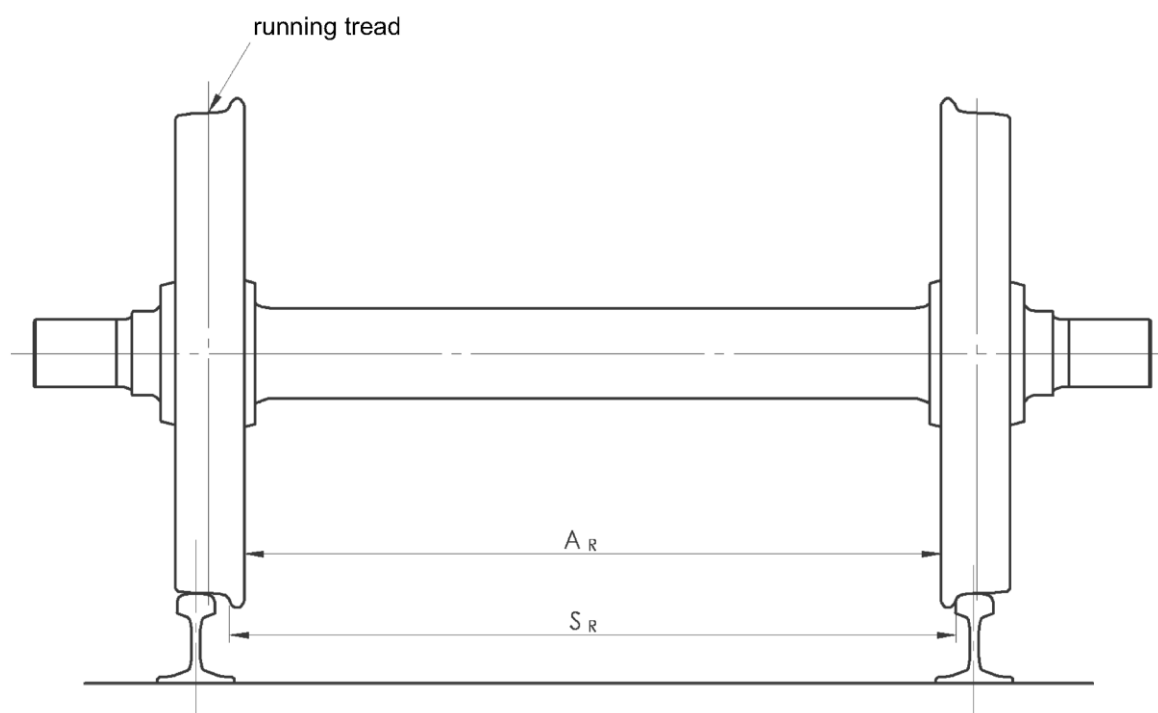
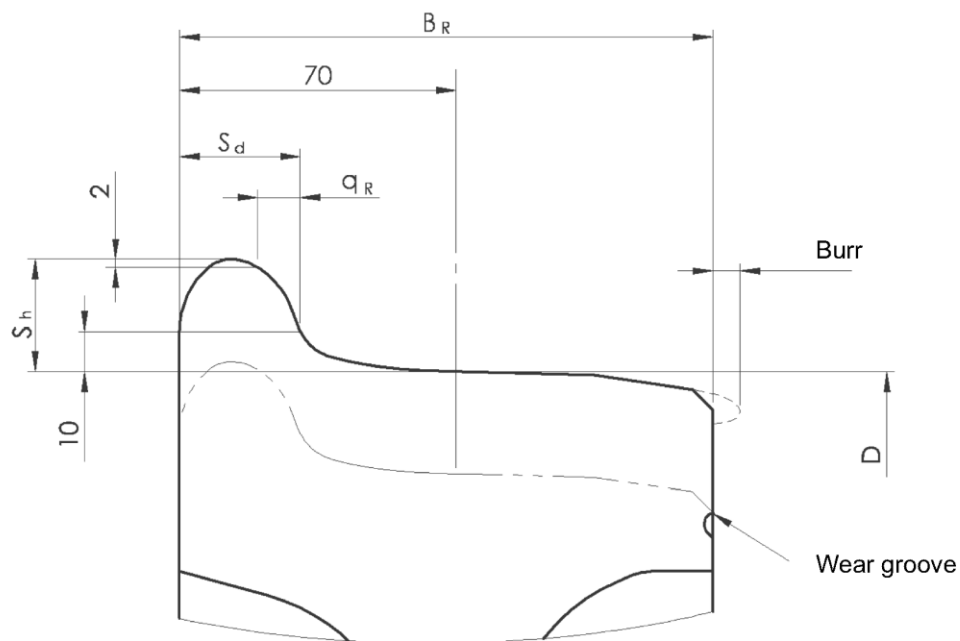


Figura 2: Dimensiones de la rueda y del juego de ruedas

Los valores indicados en los párrafos siguientes son valores límite absolutos, incluidas las tolerancias de medición.

El término juego de ruedas se aplica a cualquier par de ruedas opuestas, incluso aquellas que no están conectadas por un eje común. Excepto donde se indique, se supone que los conjuntos de juegos de ruedas tienen centros de rueda continuos y no tienen ruedas de radios. Cualquier referencia a los juegos de ruedas se refiere al centro de las ruedas.

3.1.2.-Distancias entre ejes

3.1.2.1.-DISTANCIA MÁXIMA ENTRE EJES

Conforme con la norma ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm).

3.1.2.2.-DISTANCIA MÍNIMA ENTRE EJES

Se cumple con la norma ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (para anchos de vía de 1668 mm y 1435 mm) excepto para los **contadores de ejes SIG L90 y RSL**, ambos equipados con sensores de rueda **Zp30C**, donde la distancia mínima entre ejes se ajusta según la siguiente tabla:

Tabla 04

Velocidad	Diámetro de la rueda	Distancia entre ejes
$v \leq 300 \text{ km/h}$	$D \geq 900 \text{ mm}$	$\geq 1,5 \text{ m}$

En el caso de los **sensores DEF-87-CE** (utilizados también en circuitos de vía **E-CE-95**), se observa el cumplimiento parcial de los límites de ERA/ERTMS/033281, concretamente los definidos para velocidades de hasta 300 km/h. Para velocidades superiores a 300 km/h, la distancia mínima entre ejes será el producto de la velocidad y 7,2, que es mayor que el valor establecido en la versión 5 (2160 mm).

3.1.2.3.-DISTANCIA MÍNIMA ENTRE EL PRIMER Y EL ÚLTIMO EJE

Se cumple con la norma ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (para anchos de vía de 1668 mm y 1435 mm), **salvo** las siguientes excepciones:

Tabla 05

FS2000/5000 y FS3000	La distancia máxima para la zona neutral es de 4000 mm.
UM71-2000	La distancia máxima para la zona neutra puede alcanzar hasta 10000 mm.

Nota 1: En la normativa de referencia, los parámetros se especifican centrándose en el material rodante, lo que significa que el parámetro correspondiente al circuito de vía es el inverso. En concreto, cuando se hace referencia a la "distancia mínima entre el primer y el último eje", este valor mínimo debe coincidir con el valor máximo de configuración del circuito de vía, que en este caso se refiere a la longitud máxima de la antena o de la zona neutra.

Nota 2: Se considera el escenario más desfavorable que permite la tecnología, aunque el parámetro de la zona neutra entre dos circuitos de vía depende directamente del diseño y configuración de las instalaciones.

3.1.2.4.-DISTANCIAS ENTRE EL FINAL DEL TREN Y EL PRIMER EJE NUEVAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm)

Nota: Este parámetro no se considera una característica del sistema de detección de tren en sí, sino más bien una variable de la fase de diseño de la línea.

3.1.2.5.-DISTANCIAS ENTRE EL FINAL DEL TREN Y EL PRIMER EJE EN OTRAS LÍNEAS

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm)

Nota: Este parámetro no se considera una característica del sistema de detección de tren en sí, sino más bien una variable de la fase de diseño de la línea.

3.1.3.-Geometría de la rueda

3.1.3.1.-ANCHURA MÍNIMA DE LA LLANTA

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm).

3.1.3.2.-DIÁMETRO MÍNIMO DE LA RUEDA

Cumplimiento de la norma ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668mm y 1435 mm), a excepción **del DEF-87-CE** (utilizado también en circuitos de vía **E-CE-95**) para el que el cumplimiento es parcial, ya que su valor es válido para velocidades de hasta 350 km/h (criterios evaluados por su certificación en ERA/ERTMS 033281 V.3), pero no calculado para velocidades superiores, al ser un punto abierto en la norma derogada. No obstante, dado que la velocidad máxima de las líneas ferroviarias españolas es inferior a 350 km/h, estos sistemas se considerarán conformes con la normativa de interoperabilidad.

3.1.3.3.-ESPESOR MÍNIMO DE LA PESTAÑA

Conformidad con la norma ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668mm y 1435 mm), a excepción de los **contadores de ejes SIG L90 y RSL**, ambos con sensores de rueda **Zp30C**, donde el rango de espesor de pestaña de rueda se ajusta a la siguiente tabla:

Tabla 06

Ancho de vía [mm]	Diámetro de la rueda D [mm]	Espesor de la pestaña S_d [mm]
1435	$330 \leq D \leq 840$	De 27,5 a 33
1668	$D \geq 840$	De 22 a 33

3.1.3.4.-ALTURA DE LA PESTAÑA

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm), a excepción de los **contadores de ejes SIG L90** y **RSL**, ambos con sensores de rueda **Zp30C**, donde el rango de altura de pestaña de rueda se ajusta a la siguiente tabla:

Tabla 07

Ancho de vía [mm]	Diámetro de la rueda D [mm]	Altura de la pestaña S_h [mm]
1435	$330 \leq D \leq 760$	De 32 a 38
1668	$D \geq 760$	26 a 36 (conformidad con ERA/ERTMS/033281 v.5.0)

Para **RSR122** cumple parcialmente con el requisito de espesor mínimo de pestaña de rueda de acuerdo con la versión 5 de la citada normativa.

Tabla 08

Ancho de vía [mm]	Diámetro de la rueda D [mm]	Altura de la pestaña S_h [mm]
1435	$330 \leq D \leq 760$	De 32 a 38
1668	$D \geq 760$	26 a 38 (conformidad con ERA/ERTMS/033281 v.5.0)

3.1.3.5.-COMPONENTES METÁLICOS E INDUCTIVOS ENTRE RUEDAS

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm).

3.1.3.6.-MATERIAL DE LA RUEDA

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm).

3.1.4.-Uso de equipos de arenado

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm).

3.1.5.-Lubricación de pestañas

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm).

3.1.6.-Uso de zapatas de freno de material compuesto

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm).

3.1.7.-Carga por eje del vehículo y construcción metálica**3.1.7.1.-CARGA POR EJE DEL VEHÍCULO**

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm).

3.1.7.2.-CONSTRUCCIÓN METÁLICA DEL VEHÍCULO

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm).

3.1.8.-Uso de dispositivos de asistencia al shunt

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm).

NOTA: El uso de dispositivo de ayuda al shunt no es obligatorio en la Red Ferroviaria Española si los vehículos cumplen con los requisitos definidos en este documento.

3.1.9.-Impedancia entre ruedas

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm).

3.2.-COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

3.2.1.-CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

3.2.1.1.-GESTIÓN DE FRECUENCIAS

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0 (ancho de vía de 1668 mm y 1435 mm), a excepción de los detectores de contador de ejes DEF-87-CE (E-CE-95) y RSR 122.

3.2.1.2.-LÍMITES DE EMISIONES DE VEHÍCULOS Y PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0, **excepto** para los detectores de contador de ejes DEF-87-CE (E-CE-95), ya que sólo podemos asegurar el cumplimiento de los valores límite de la ERA/ERTMS/033281 versión 3.0, incumpliendo el rango de incertidumbre de la versión 5.0. Y los sensores RSR122 donde los límites de emisión de banda estrecha y los parámetros de evaluación se definen en la Tabla 09

Tabla 09

Tipo	Gama de frecuencias definida por la frecuencia central [kHz]	Límite de emisión Eje X [dBμA/m] (RMS)	Límite de emisión Eje Y [dBμA/m] (RMS)	Límite de emisión Eje Z [dBμA/m] (RMS)	Método de evaluación	Orden del filtro (Butterworth) y ancho de banda de 3 dB	Parámetros de evaluación
Banda 3 (RSR122 SYS1)	1115 al 1145	99.7	78.6	61.7	BP	4º orden 6,0 kHz	20 % de solapamiento (puntos de 3 dB) Tiempo de integración: 2 ms
Banda 3 (RSR122 SYS1)	De 1020 a 1050	99.8	78.3	61.8	BP	4º orden 6,0 kHz	20 % de solapamiento (puntos de 3 dB) Tiempo de integración: 2 ms

3.2.1.3.-EVALUACIÓN DE LAS SUPERACIONES DE LOS LÍMITES

Conformidad con ERA/ERTMS/033281 versión 5.0, **excepto** para los detectores de contadores de ejes RSR122 donde los límites de emisión de banda estrecha y los parámetros de evaluación se definen en la Tabla 10

Tabla 10

Rango de frecuencia	Dirección del campo	Aumento de los límites del campo magnético para un tiempo de integración reducido de 0,5 x T _{int} [dB]	Aumento de los límites de campo magnético para un tiempo de integración reducido de 0,25 x T _{int} [dB]
De 27 a 52 kHz	X	2	6
De 27 a 52 kHz	Y, Z	6	12
De 234 a 287 kHz	X, Y, Z	6	12
De 287 a 363 kHz	X, Y, Z	3	6
De 740 a 1026 kHz	X, Y, Z	6	12
De 1020 a 1050 kHz	X, Y, Z	6	12
De 1115 a 1145 kHz	X, Y, Z	6	12

3.2.1.4.-ESPECIFICACIÓN DE MEDICIÓN, PRUEBA Y EVALUACIÓN

Los ensayos para la adquisición de los valores indicados han sido diseñados y ejecutados por las empresas tecnológicas que dan soporte al sistema siguiendo las especificaciones y parámetros establecidos en la norma EN 50592:2016.

3.2.2.-INTERFERENCIA CONDUCTIDA

3.2.2.1.-IMPEDANCIA DEL VEHÍCULO

En cuanto a la impedancia de los vehículos, en el marco legal español, la orden TMA 576/2020 ordena con carácter general que "cada unidad de influencia (unidad autopropulsada, locomotora de composición simple o coche con pantógrafo) debe tener una impedancia de entrada mínima de 2Ω a 50 Hz".

NOTA: En la misma orden, más concretamente en el apartado 4.2.3.3.1.1, se especifica que para garantizar la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes basados en circuitos de vía, "todo el material rodante de tracción eléctrica que circule por líneas de corriente continua dotadas de circuitos de vía de 50 Hz deberá estar equipado con un detector de 50 Hz que actuará sobre el sistema de tracción y el convertidor de servicios auxiliares cuando detecte, durante más de 2 segundos, un nivel de intensidad superior a 1,5A RMS. El filtro equipado por el detector tendrá un ancho de banda máximo de ± 2 Hz".

3.2.2.2.-CORRIENTE DE TRACCIÓN

Conformidad con los circuitos de vía ERA/ERTMS/033281 versión 5.0, **excepto** para **los circuitos de vía FS2000/5000, FS3000, GRS, TI 21 I-M, EBITRACK 400, UM71-2000** y, de forma general, se considerarán excepciones todos los circuitos de vía basados en circuitos eléctricos de 50 Hz (**DSA 50 Hz, ERICSSON y ENYSE**).

3.2.2.2.1.- 25 kV CA, 50 Hz Límites de interferencia electromagnética

FS 3000

El circuito de vía no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el actual sistema de detección de tren serán los especificados en la norma EN 50238-2:2020, Anexo A.

Tabla 11

Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
4080 Hz	0,52 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 4080 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
4320 Hz	0,45 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 4320 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
4560 Hz	0,39 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 4560 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.

Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
5040 Hz	0,66 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 5040 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
5280 Hz	0,27 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 5280 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
5520 Hz	0,27 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 5520 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
6000 Hz	0,26 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 6000 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.

Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
6480 Hz	0,25 A	Filtro paso banda	• Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 6480 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * • Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % • Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
6720 Hz	0,24 A	Filtro paso banda	• Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 6720 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * • Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % • Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
7200 Hz	0,24 A	Filtro paso banda	• Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 7200 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * • Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % • Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.

*Se elegirá el orden estándar más cercano en el método de evaluación para que coincida con los puntos de despliegue de 3 dB.

** Cuando no se indique el tiempo de integración para calcular el valor RMS, se utilizará la duración de un ciclo a la frecuencia del circuito considerado.

El circuito de vía no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el actual sistema de detección de tren serán los especificados en la norma EN 50238-2:2020, Anexo A.

Tabla 13

EN 50238-2:2020			
Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
1533-1566 Hz	0.806 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: 1550 Rango de frecuencias centrales: 1549 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0.04 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
1682-1716 Hz	0.731 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 1699 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0.04 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
1831-1865 Hz	0.753 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 1848 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0.04 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
1979-2013 Hz	0.696 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 1996 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0.04 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec

EN 50238-2:2020			
Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
2129-2163 Hz	0.498 A	Filtro banda paso	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2146 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0.04 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
2279-2313 Hz	0.492 A	Filtro banda paso	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2296 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0.04 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
2428-2462 Hz	0.44 A	Filtro banda paso	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2445 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0.04 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
2576-2610 Hz	0.416 A	Filtro banda paso	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2593 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0.04 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec

*Se elegirá el orden estándar más cercano en el método de evaluación para que coincida con los puntos de despliegue de 3 dB.

El circuito de vía no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el actual sistema de detección de tren serán los especificados en la norma EN 50238-2:2020, Anexo A.

Tabla 14: Límites de Frecuencia en Circuitos de Vía de Doble Carril en plena vía para Frecuencias dentro de Banda

Rango de frecuencias	Interference current limit [rms value]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación				
1544-1554 Hz	0.953 [A]	FFT	Time window 50% overlap	1	sec,	Hanning	window,
1694-1704 Hz	0.936 [A]	FFT	Time window 50% overlap	1	sec,	Hanning	window,
1843-1853Hz	0.810 [A]	FFT	Time window 50% overlap	1	sec,	Hanning	window,
1991-2001 Hz	0.778 [A]	FFT	Time window 50% overlap	1	sec,	Hanning	window,
2141-2151 Hz	0.663 [A]	FFT	Time window 50% overlap	1	sec,	Hanning	window,
2291-2301 Hz	0.628 [A]	FFT	Time window 50% overlap	1	sec,	Hanning	window,
2440-2450 Hz	0.545 [A]	FFT	Time window 50% overlap	1	sec,	Hanning	window,
2588-2598 Hz	0.547 [A]	FFT	Time window 50% overlap	1	sec,	Hanning	window,

Tabla 15: Límite de Frecuencia Fuera de Banda en Circuitos de Vía de Doble Carril en plena vía

Rango de frecuencias 1	Rango de frecuencias 2	Interference current limit [rms value]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
1506-1543 Hz	1554-1594 Hz	2.383 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
1656-1693 Hz	1705-1744 Hz	2.340 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
1806-1842 Hz	1854-1894 Hz	2.025 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
1956-1990 Hz	2002-204 Hz	1.945 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
2106-2140 Hz	2152-2194 Hz	1.658 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
2246-2290 Hz	2302-2344 Hz	1.570 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
2406-2439 Hz	2451-2494 Hz	1.363 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
2546-2587 Hz	2599-264 Hz	1.368 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap

Tabla 16: Límite de Frecuencia en Circuitos de Vía de Doble Carril en Áreas de Estaciones

Frequency Channel	In-band 50Hz harmonic $\pm$ range	Interference current limit [rms value]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
F5	5700 $\pm$ 35	1.081 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
F1	6100 $\pm$ 35	1.073 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
F7	6500 $\pm$ 35	1.052 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
F3	6900 $\pm$ 35	1.062 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
F6	7300 $\pm$ 35	1.046 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
F2	7700 $\pm$ 35	1.058 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
F8	8100 $\pm$ 35	1.053 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap
F4	8500 $\pm$ 35	1.149 A	FFT	Time window 1 sec, Hanning window, 50% overlap

El circuito de vía no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el actual sistema de detección de tren serán los especificados en la norma EN 50238-2:2020, Anexo A.

Tabla 17

EN 50238-2:2020			
Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
1700 Hz	0.3 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 1700 Hz Ancho de banda 3dB: 90 Hz Butterworth, orden 2· N= 6 - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.3 sec
2000 Hz	0.3 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2000 Hz Ancho de banda 3dB: 90 Hz Butterworth, orden 2· N= 6 - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.3 sec
2300 Hz	0.3 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2300 Hz Ancho de banda 3dB: 90 Hz Butterworth, orden 2· N= 6 - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.3 sec
2600 Hz	0.3 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2600 Hz Ancho de banda 3dB: 90 Hz Butterworth, orden 2· N= 6 - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.3 sec

** Cuando no se indique el tiempo de integración para calcular el valor RMS, se utilizará la duración de un ciclo a la frecuencia del circuito considerado.

3.2.2.2.-CC (3 kV, 1,5 kV) Límites de interferencia electromagnética

FS 2000/5000

El circuito de vía no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el actual sistema de detección de tren serán los especificados en la norma EN 50238-2:2020, Anexo A.

Tabla 18

Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
1682-1716 Hz	3.7 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 1699 Hz Ancho de banda 3dB: 50 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,21 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s.
1984-2018-Hz	3.2 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2001 Hz Ancho de banda 3dB: 50 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,21 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s.
2282-2316 Hz	3.3 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2299 Hz Ancho de banda 3dB: 50 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,21 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s.
2584-2618Hz	2.8 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2601 Hz Ancho de banda 3dB: 50 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,21 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,88 s.

Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
4040-4120 Hz	0,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 4080 Hz Ancho de banda 3dB: 160 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,4 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,04 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,88 s.
4280-4360 Hz	0,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 4320 Hz Ancho de banda 3dB: 160 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,4 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,04 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,88 s.
4520-4600 Hz	0,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 4560 Hz Ancho de banda 3dB: 160 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,4 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,04 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,88 s.
5000-5080 Hz	0,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 5040 Hz Ancho de banda 3dB: 160 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,4 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,04 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,88 s.

Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
5240-5320 Hz	0,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 5280 Hz Ancho de banda 3dB: 160 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,4 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,04 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,88 s.
5480-5560 Hz	0,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 5520 Hz Ancho de banda 3dB: 160 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,4 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,04 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,88 s.
5960-6040 Hz	0,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 6000 Hz Ancho de banda 3dB: 160 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,4 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,04 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,88 s.

*Se elegirá el orden estándar más cercano en el método de evaluación para que coincida con los puntos de despliegue de 3 dB.

El circuito de pista no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el actual sistema de detección de trenes serán los especificados en la norma EN 50238-2:2020, Anexo A

Tabla 19

Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
4080 Hz	0,66 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 4080 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
4320 Hz	0,59 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 4320 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
4560 Hz	0,52 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 4560 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.

Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
5040 Hz	0,66 A	Filtro paso banda	• Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 5040 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * • Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % • Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
5280 Hz	0,34 A	Filtro paso banda	• Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 5280 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * • Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % • Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
5520 Hz	0,32 A	Filtro paso banda	• Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 5520 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * • Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % • Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
6000 Hz	0,31 A	Filtro paso banda	• Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 6000 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * • Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % • Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.

Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
6480 Hz	0,28 A	Filtro paso banda	• Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 6480 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * • Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % • Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
6720 Hz	0,27 A	Filtro paso banda	• Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 6720 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * • Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % • Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.
7200 Hz	0,26 A	Filtro paso banda	• Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 7200 Hz Ancho de banda 3dB: 124 Hz Butterworth, orden 2· N= * • Cálculo RMS: Tiempo de integración: ** s. Superposición de tiempo: min 50 % • Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,016 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 0,514 s.

*Se elegirá el orden estándar más cercano en el método de evaluación para que coincida con los puntos de despliegue de 3 dB.

** Cuando no se indique el tiempo de integración para calcular el valor RMS, se utilizará la duración de un ciclo a la frecuencia del circuito considerado.

El circuito de vía no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el presente sistema de detección de trenes serán los especificados en la norma nacional Orden TMA 576:2020.

Tabla 20

Rango de frecuencia	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
50 Hz	1,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 50 Hz Ancho de banda 3dB: 2 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,02 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,2 s.

*Se elegirá el orden estándar más cercano en el método de evaluación para que coincida con los puntos de despliegue de 3 dB.

50 HZ ALCATEL-MARCONI

El circuito de pista no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el presente sistema de detección de trenes serán los especificados en la norma nacional Orden TMA 576:2020.

Tabla 22

Rango de frecuencia	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
50 Hz	1,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 50 Hz Ancho de banda 3dB: 2 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,02 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,2 s.

*Se elegirá el orden estándar más cercano en el método de evaluación para que coincida con los puntos de despliegue de 3 dB.

Este circuito de pista no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el actual sistema de detección de trenes serán los especificados en la norma EN 50238-2:2020, Anexo A.

Tabla 23

EN 50238-2:2020			
Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
1533-1566 Hz	0.134 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 1549 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 2 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
1682-1716 Hz	0.101 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 1699 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 2 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
1831-1865 Hz	0.142 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 1848 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 2 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
1979-2013 Hz	0.091 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 1996 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 2 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec

EN 50238-2:2020			
Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
2129-2163 Hz	0.148 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2146 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 2 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
2279-2313 Hz	0.132 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2296 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 2 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
2428-2462 Hz	0.143 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2445 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 2 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec
2576-2610 Hz	0.167 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 2593 Hz Ancho de banda 3dB: 12 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 2 sec Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0.04 sec

*Se elegirá el orden estándar más cercano en el método de evaluación para que coincida con los puntos de despliegue de 3 dB

El circuito de vía no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el presente sistema de detección de trenes serán los especificados en la norma nacional Orden TMA 576:2020.

Tabla 24: EBITRACK 400:3kv CC. Límites de Frecuencia en Circuitos de Vía de Doble Carril en plena vía para Frecuencias dentro de Banda

EN 50238-2:2020			
Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
1544-1554 Hz	0.953 [A]	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
1694-1704 Hz	0.936 [A]	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
1843-1853Hz	0.810 [A]	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
1991-2001 Hz	0.778 [A]	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
2141-2151 Hz	0.663 [A]	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
2291-2301 Hz	0.628 [A]	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
2440-2450 Hz	0.545 [A]	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
2588-2598 Hz	0.547 [A]	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap

Tabla 25: EBITRACK 400 3kv CC: Límite de Frecuencia Fuera de Banda en Circuitos de Vía de Doble Carril en plena vía

EN 50238-2:2020			
Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
1554-1594 Hz	2.383 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
1705-1744 Hz	2.340 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
1854-1894 Hz	2.025 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
2002-2044 Hz	1.945 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
2152-2194 Hz	1.658 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
2302-2344 Hz	1.570 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
2451-2494 Hz	1.363 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
2599-2644 Hz	1.368 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap

Tabla 26: EBITRACK 400 3kv CC. Límite de Frecuencia en Circuitos de Vía de Doble Carril en Áreas de Estaciones

EN 50238-2:2020			
Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
5665-5735 Hz	1.081 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
6065-6135 Hz	1.073 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
6465-6535 Hz	1.052 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap

EN 50238-2:2020			
Rango de frecuencias	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
6865-6935 Hz	1.062 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
7265-7335 Hz	1.046 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
7665-7735 Hz	1.058 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
8065-8135 Hz	1.053 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap
8465-8535 Hz	1.149 A	FFT	- Time window 1s - Hanning window 50% overlap

50 HZ ERICSSON-ADTRANZ

El circuito de vía no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el presente sistema de detección de trenes serán los especificados en la norma nacional Orden TMA 576:2020.

Tabla 27

Rango de frecuencia	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
50 Hz	1,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 50 Hz Ancho de banda 3dB: 2 Hz Butterworth, orden 2· N= * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,02 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,2 s.

*Se elegirá el orden estándar más cercano en el método de evaluación para que coincida con los puntos de despliegue de 3 dB.

GRS

GRS es un circuito de vía codificado por ATP. Este circuito de pista no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el actual sistema de detección de trenes serán los especificados en la norma EN 50238-2:2020, Anexo A.

Tabla 28

Rango de frecuencia	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
75 Hz	0,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 57 Hz Ancho de banda 3dB: 20 Hz Butterworth, orden 2 * N = 6 - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,2 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,2 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 1,7 s.
225 Hz	1 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 225 Hz Ancho de banda 3dB: 20 Hz Butterworth, orden 2 * N = 6 - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,2 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,2 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 1,7 s.
375 Hz	1 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 375 Hz Ancho de banda 3dB: 20 Hz Butterworth, orden 2 * N = 6 - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,2 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,2 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 1,7 s.
525 Hz	1 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 525 Hz Ancho de banda 3dB: 20 Hz Butterworth, orden 2 * N = 6 - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,2 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,2 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 1,7 s.

Rango de frecuencia	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
675 Hz	1 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 675 Hz Ancho de banda 3dB: 20 Hz Butterworth, orden 2 * N = 6 - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,2 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,2 s. Tiempo mínimo entre dos superaciones: 1,7 s.

50 HZ ENYSE

El circuito de vía no cumple con los límites establecidos por ERA/ERTMS 033281. Los límites de corriente de interferencia considerados para el presente sistema de detección de trenes serán los especificados en la norma nacional Orden TMA 576:2020.

Tabla 29

Rango de frecuencia	Límite de corriente de interferencia [valor rms]	Método de evaluación	Parámetros de evaluación
50 Hz	1,5 A	Filtro paso banda	- Características del filtro PB: Rango de frecuencias centrales: 50 Hz Ancho de banda 3dB: 2 Hz Butterworth, orden 2 * N = * - Cálculo RMS: Tiempo de integración: 0,02 s. Superposición de tiempo: min 50 % - Criterios de evaluación: Tiempo máximo de superación: 0,2 s.

*Se elegirá el orden estándar más cercano en el método de evaluación para que coincida con los puntos de despliegue de 3 dB.

3.2.2.3.-ESPECIFICACIÓN DE MEDICIÓN, PRUEBA Y EVALUACIÓN

Las mediciones han sido proporcionadas por los respectivos proveedores de sistemas de detección de tren, teniendo en cuenta las especificaciones de la norma prEN50728:2022 y los datos proporcionados por normas vigentes actualmente como la EN 50238-2:2020, Anexo A, y la norma nacional Orden 576/2022. Toda discrepancia significativa en los parámetros de medición se ha considerado motivo de incumplimiento, al imposibilitar la evaluación correcta de la compatibilidad con los límites impuestos por la norma ERA/ERTMS 033281 v.5.

Lo mismo se aplica a los sistemas de detección de tren que carecen de información sobre los límites, como los basados en circuitos de vía de 50 Hz, para los que se hace una advertencia especial sobre el incumplimiento debido a la ausencia de valores límite de corriente de interferencia. En estos casos, consideraremos que no admiten corriente inducida alguna para asegurar su correcto funcionamiento.

ANEXO 1: NÚMERO DE SISTEMAS DE DETECCIÓN DE TRENES NO CONFORMES PRESENTES EN LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA

PROVEEDOR	SDT	NOMBRE DEL PRODUCTO	SECCIONES			
			0	1,5 Kv CC	3 Kv CC	25 Kv 50 Hz
SIEMENS	CdV	FS 2000/5000	169	0	1682	2
	CdV	FS3000	149	0	2291	1207
	CdV	DSA 50 Hz (DIMETRONIC)	21	0	1297	0
THALES	CdV	50 Hz (ALCATEL-MARCONI)	18	0	614	0
	CdE	SIG. L90	813			
	CdE	RSL	242			
HITACHI	CdV	UM71-2000	11	0	0	1505
FRAUSCHER	CdE	RSR122	201			
ALSTOM	CdV	TI21 I-M	20	0	1657	124
	CdV	EBITRACK 400	0	0	160	133
	CdV	50 Hz (ERICSSON-ADTRANZ)	43	0	1257	0
	CdV	GRS	34	0	391	57
ELECTRANS	CdE	DEF-87-CE (E-CE-95)	1244			
ENYSE	CdV	50 Hz	35	0	535	0

TOTAL: 15.912 Sistemas de detección de tren

ANEXO 2: SISTEMAS DE DETECCIÓN NO APLICABLES AL ESTUDIO

JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de detección de trenes que se utilizan en la red ferroviaria española se caracterizan por su variedad, versatilidad y funcionalidad. Por lo tanto, la diversidad de productos activos hoy en día cubre una amplia gama de tecnologías, aplicaciones y proveedores. Dentro de esta variedad, es destacable la presencia de sistemas de detección con presencia discreta y localizada, en la mayoría de los casos alejados de las principales líneas de conexión ferroviaria internacional y que, de alguna manera, han servido de precursores a los sistemas actualmente desplegados.

Realizar un estudio de compatibilidad de estos sistemas, considerados "singulares", se podría considerar un despliegue innecesario de recursos, ya que su consistencia no se certificará en el futuro debido a la replicabilidad nula declarada por las empresas proveedoras.

Por ello, en este Anexo se enumeran y localizan estos sistemas, con el objetivo de considerarlos desde un punto de vista anecdótico y poner de manifiesto su incompatibilidad injustificada dadas las remotas posibilidades de interoperabilidad de las líneas secundarias donde están presentes.

SISTEMAS

PROVEEDOR	SDT	NOMBRE DEL PRODUCTO	SECCIONES			
			0	1,5 kV CC	CC de 3 kV	25 kV 50 Hz
SIEMENS	CdV	SSA 50 Hz	34	0	0	3
HITACHI	CdE	CLX	3			
REVENGA	CdE	CV ISLA CUENTAEJES	1			
	CdV	CV ISLA AUDIOFRECUENCIA	1	0	0	0
ALSTOM	CdV	SJ-24S	1	0	0	0
ELECTRANS	CdV	ME 3015/ME 3047	0	0	1	0

SIEMENS – SSA 50 Hz

Línea Principal	Línea	Código de línea	Ruta	Secciones
A.V. MADRID CHAMARTIN – VALLADOLID – PALENCIA – LEON	BIF. VENTA DE BAÑOS – LEON	084	BIF. LAS ARENAS–BIF. VILECHA	1
			BIF. CAMB. VILECHA–BIF. ESTADIO MUNICIPAL	1
			BIF. ESTADIO MUNICIPAL–LEON	1
MADRID ATOCHA –CACERES– VALENCIA DE ALCANTARA	BIF. PLANETARIO – BIF. CASA DE LA TORRE	500	ILLESCAS–VILLALUENGA–YUNCLE	5
			TORRIJOS–TALAVERA DE LA REINA	15
			VILLALUENGA–YUNCLE–TORRIJAS	14

HITACHI – CLX

Línea Principal	Línea	Código de línea	Ruta	Secciones
VENTA DE BAÑOS–LEON– ORENSE–VIGO	LEÓN – A CORUÑA	800	Pasos a Nivel Baamonde y Guitiriz	2
ALCAZAR DE SAN JUAN– CORDOBA–SEVILLA–CADIZ	MÉRIDA – LOS ROSALES	516	Paso a Nivel Calamonte	1

REVENGA INGENIEROS Circuito de Vía

Línea Principal	Línea	Código de línea	Ruta	Secciones
01 – MADRID–CHAMARTÍN– CLARA CAMPOAMOR – IRÚN /HENDAYA	Intermodal Abando Ind. Prieto – Casetas (Ribera Alta)	700	Paso a Nivel PK 156/197	1

REVENGA INGENIEROS Contador de ejes

Línea Principal	Línea	Código de línea	Ruta	Secciones
MADRID CHAMARTIN – VALENCIA–SAN VICENTE DE CALDERS	ALICANTE – EL REGUERÓN	336	Paso a Nivel PK 5/868	1

Línea Principal	Línea	Código de línea	Ruta	Secciones
ALCAZAR DE SAN JUAN-CORDOBA-SEVILLA-CADIZ	BIF. LAS MARAVILLAS-BIF. RIO FRIO	460	Paso a Nivel 35/657	1

ME 3015/ME 3047

Línea Principal	Línea	Código de línea	Ruta	Secciones
MADRID - BARCELONA	JADRAQUE - CARRASCOSA DE HENARES	200	Paso a Nivel 104/045	1