



**FGC**

Ferrocarrils  
de la Generalitat  
de Catalunya

**FGC**

**TRAMVIA CAMP DE TARRAGONA**

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1</b>	<b>Objeto y Presentación.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2</b>	<b>Normativa.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3</b>	<b>Acrónimos.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REQUISITOS TÉCNICOS.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>General .....</b>	<b>12</b>
2.1.1	Definiciones.....	12
2.1.2	Documentación de referencia .....	14
2.1.3	Variables .....	15
2.1.4	Requisitos Funcionales.....	15
2.1.5	Requisitos Ambientales .....	32
<b>2.2</b>	<b>Vehículo .....</b>	<b>34</b>
2.2.1	Generalidades .....	34
2.2.2	Peso del tren .....	34
2.2.3	Gálibo del tren .....	35
2.2.4	Compatibilidad electromagnética .....	37
2.2.5	Instalaciones Eléctricas .....	40
2.2.6	Diseño y Acabados.....	45
2.2.7	Accesibilidad, Ergonomía y Seguridad.....	45
2.2.8	Seguridad frente a incendios .....	46
2.2.9	Ruido exterior e Interior .....	47
2.2.10	Resistencia al avance.....	48
2.2.11	Red del tren (TCN) .....	48
2.2.12	Sistemas de Diagnóstico .....	56
2.2.13	Ciberseguridad .....	59

<b>2.3</b>	<b>Caja.....</b>	<b>62</b>
2.3.1	Estructura.....	62
2.3.2	Protección contra impactos.....	65
2.3.3	Ventanas.....	66
2.3.4	Levantamiento y Encarrilado.....	69
2.3.5	Pintura y Protección.....	70
<b>2.4</b>	<b>Puertas.....</b>	<b>72</b>
2.4.1	Puertas Pasaje.....	72
<b>2.5</b>	<b>Guiado.....</b>	<b>81</b>
2.5.1	Requisitos al diseño y la validación.....	82
2.5.2	Bastidor.....	84
2.5.3	Eje montado.....	84
2.5.4	Caja de grasa.....	85
2.5.5	Suspensión primaria.....	86
2.5.6	Unión caja-bogie.....	87
2.5.7	Cadena de tracción.....	88
2.5.8	Equipo de freno.....	89
2.5.9	Equipos auxiliares de Bogie.....	90
<b>2.6</b>	<b>Interiores y Clima.....</b>	<b>92</b>
2.6.1	Asientos.....	92
2.6.2	Asideros.....	94
2.6.3	Revestimientos interiores.....	95
2.6.4	Cabina.....	97
2.6.5	Espacio multifuncional.....	110
2.6.6	Piso.....	112
2.6.7	Dotación.....	114
2.6.8	Climatización de pasajeros y cabina.....	115
<b>2.7</b>	<b>Iluminación y señalización.....</b>	<b>122</b>
2.7.1	Iluminación interior.....	122
2.7.2	Iluminación exterior.....	124
2.7.3	Señalización acústica.....	126
<b>2.8</b>	<b>Suministro de energía.....</b>	<b>127</b>
2.8.1	Suministro de energía eléctrica.....	127
2.8.2	Sistema neumático.....	137
<b>2.9</b>	<b>Propulsión y Freno.....</b>	<b>141</b>
2.9.1	Tracción y freno eléctricos.....	142
2.9.2	Freno mecánico.....	148

<b>2.10</b>	<b>Registrador Jurídico .....</b>	<b>151</b>
<b>2.11</b>	<b>Información y Comunicaciones .....</b>	<b>156</b>
2.11.1	Sistema de Información a los viajeros.....	156
2.11.2	Videovigilancia CCTV .....	168
2.11.3	Comunicaciones Tren-Tierra .....	177
2.11.4	Red Viajeros .....	178
2.11.5	Sistema Cuenta Personas .....	179
2.11.6	Billeteaje.....	181
2.11.7	SAE .....	182
2.11.8	Pilotaje agujas .....	188
<b>2.12</b>	<b>Control del tren.....</b>	<b>189</b>
<b>2.13</b>	<b>Acoplamiento y Conexión .....</b>	<b>191</b>
2.13.1	Enganches .....	191
2.13.2	Pasillos e Interconexiones .....	193
<b>2.14</b>	<b>Seguridad de la marcha .....</b>	<b>195</b>
2.14.1	Sistema de protección continua de sobrevelocidad y rebase.....	195
2.14.2	Lazos de seguridad .....	196
2.14.3	Supervisión de la seguridad y del control.....	201
<b>3</b>	<b>REQUISITOS DE PROYECTO Y FABRICACIÓN .....</b>	<b>203</b>
<b>3.1</b>	<b>Organización.....</b>	<b>204</b>
3.1.1	Organización general.....	204
3.1.2	Planificación y seguimiento.....	205
<b>3.2</b>	<b>Calidad .....</b>	<b>208</b>
3.2.1	Gestión.....	208
3.2.2	Plan de Pruebas. Inspecciones y Ensayos .....	209
3.2.3	Auditorías .....	211
3.2.4	Pruebas y Autorizaciones .....	213
3.2.5	Prototipos de Validación .....	214
3.2.6	Sistema de Gestión de Calidad del Software .....	217
3.2.7	Documentación.....	225
3.2.8	Gestión de proveedores .....	245
<b>3.3</b>	<b>Piezas de parque .....</b>	<b>247</b>
<b>3.4</b>	<b>Garantía y servicio postventa.....</b>	<b>252</b>
3.4.1	Condiciones del servicio .....	252
3.4.2	Plazos de garantía.....	254
3.4.3	Garantías particulares .....	254
3.4.4	Recambios y utillaje.....	257

<b>3.5</b>	<b>Formación .....</b>	<b>259</b>
3.5.1	Simulador de Formación.....	260
3.5.2	Puesto del instructor .....	261
<b>3.6</b>	<b>RAMS.....</b>	<b>262</b>
3.6.1	Fiabilidad .....	265
3.6.2	Disponibilidad .....	271
3.6.3	Mantenibilidad .....	271
3.6.4	Seguridad .....	275
<b>4</b>	<b>MANTENIMIENTO .....</b>	<b>298</b>
4.1	Introducción.....	299
4.2	Objeto .....	303
4.3	Alcance de los servicios de mantenimiento .....	304
4.4	Otros servicios de mantenimiento.....	306
4.5	Inspección y control.....	310
4.6	Medios para la prestación de los servicios.....	312
4.7	Disponibilidad y fiabilidad .....	315
4.8	Paralización en vía .....	316

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Objeto y Presentación

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) recoge las características funcionales y técnicas de las Unidades de Tranvía (UT, vehículo, tranvía) que prestarán el servicio en la línea tranviaria entre Cambrils y Vila-Seca, al Camp de Tarragona.

El objetivo de FGC es dar el mejor Servicio a sus clientes, para ello los trenes deben satisfacer fundamentalmente los siguientes aspectos como elementos clave: Seguridad, fiabilidad, confort, diseño interior/exterior armónico, mantenibilidad y altas prestaciones técnicas.

La primera parte del PPT (Capítulo 2) describe los Requisitos Técnicos del tranvía, organizado en un capítulo general de requisitos funcionales, y un capítulo para cada subsistema con los requisitos técnicos de subsistema de cada uno de ellos.

La segunda parte del PPT (Capítulo 3) recoge los Requisitos de Proyecto y Fabricación, con aquellos aspectos del proyecto relevantes para la organización, la calidad, el enfoque RAMS, la formación, piezas de parque y garantía.

Finalmente, en la tercera parte del PPT (Capítulo 4) están los requisitos para el servicio de Mantenimiento.

Los valores de muchas de las variables del tren, como la *Velocidad Máxima*, la *Aceleración media al arranque*, o la *Tensión nominal de línea*, se han agrupado en el primer capítulo de los Requisitos Técnicos, y a ellas se hace referencia a lo largo del PPT, indicando el nombre de la variable en cursiva.

*“The quality, relevance, and impact of the products and services output by the technology sector can only be improved by having the people who are building them be demographically representative of the people who are using them.” - Tracy Chou*

*“We all make mistakes, and it is better to make them before we begin” - Nikola Tesla*

## 1.2 Normativa

CEI 349	EN 15153-2	ISO 14001
CEN/TR 17420	EN 15227	ISO 22628
CLC/TS 50238-2	EN 15273-2	ISO 2631-1
DIN 6701	EN 15273-3	ISO 27000
EN 12080	EN 15380-1	ISO 3095
EN 12081	EN 15380-2	ISO 3381
EN 12082	EN 15380-4	ISO 45001
EN 12299	EN 15380-5	ISO 50001
EN 12663	EN 15595	ISO 9001
EN 13260	EN 15663	ISO/IEC 17020
EN 13261	EN 15827	MODSafe WP4-D4.2
EN 13262	EN 15877-2	NAT 760
EN 13272-1	EN 17018	NF F 31 129
EN 13452-1	EN 17023	NF F31-112
EN 13452-2	EN 17095	NF F31-250
EN 13501-1	EN 286-3	NF F31-314
EN 1363-1	EN 286-4	Real Decreto 1495/1991
EN 13749	EN 356	Real Decreto 1513/2018
EN 13913	EN 356	Real Decreto 1544/2007
EN 14363	IEC 62290-2	EN 45545
EN 14531	IEC 62402	EN 45545-1
EN 14750-1	IEC 62443	EN 45545-2
EN 14750-2	IEC 62471	EN 45545-4
EN 14752	IEC 62625-1	EN 45545-6
EN 14813-1	IEC 62676	EN 50121
EN 15085	IEC 62676-1-2	EN 50121-3-1
EN 15152	IEC 62676-4	EN 50121-3-2
EN 15153-1	IEEE 1482.1	EN 50125-1



EN 50126-1	IEC 60077-3	UIC 518
EN 50126-2	IEC 60529	UIC 533
EN 50128	IEC 60721-3-5	UIC 541-05
EN 50129	IEC 60812	UIC 544-1
EN 50153	IEC 60947	UIC 562
EN 50155	IEC 61000-3-2	UIC 566
EN 50163	IEC 61373	UIC 568
EN 50215	IEC 61375	UIC 600
EN 50343	IEC 61375-1	UIC 611
EN 50367	IEC 61375-2-6	UIC 612
EN 50388	IEC 61375-3-4	UIC 619
EN 50463-1	IEC 61547	UIC 651
EN 50463-2	IEC 61810	UIC 751-1
EN 50463-3	IEC 62031	UIC 751-2
EN 50463-4	IEC 62262	UIC 751-3
EN 50657	IEC 62290-1	UNIFE REF 001
EN 60125	RSSB RIS-2703-RST	USB Battery Charging Specification R1.2
EN 60349	UIC 345	
EN 61078	UIC 513	

Con carácter general se tendrán en cuenta las referencias técnicas y recomendaciones de organismos técnicos relevantes en el ámbito tranviario cómo:

- VDV
- STRMTG
- UITP
- RSSB

Se deberá tener en cuenta toda norma que sea de aplicación en el ámbito ferroviario, y aquellas regionales, locales y municipales de aplicación, a pesar de no ser explícita en el presente Pliego.

### 1.3 Acrónimos

NC	DEF-01
<i>Normalmente Cerrado</i>	
NO	DEF-02
<i>Normalmente Abierto</i>	
UT	DEF-03
<i>Unidad de Tranvía</i> <i>Tranvía formado por uno o más vehículos tranviarios destinado al transporte de viajeros en zona urbana que no precisa de locomotora para su tracción ya que dispone de unidad de propulsión propia.</i>	
ATP	DEF-04
<i>Protección Automática del Tren (Automatic Train Protection)</i>	
CCTV	DEF-05
<i>Círculo Cerrado de Televisión</i>	
NVR	DEF-06
<i>Registrador de vídeos en red (Network Video Recorder)</i>	
CNV	DEF-07
<i>Caja Negra de Vídeo</i>	
SIV	DEF-08
<i>Sistema de Información al Viajero</i>	
SSD	DEF-09
<i>Disco duro de estado sólido (Solid State Disk)</i>	
GWP	DEF-10
<i>Global warming potential</i>	
IP	DEF-11
<i>Código IP, Grado de protección proporcionados por las envolventes, acorde con la norma IEC 60529.</i>	
SAE	DEF-12
<i>Sistema de Ayuda a la Explotación</i>	

## **2 REQUISITOS TÉCNICOS**

## 2.1 General

### 2.1.1 Definiciones

**Condición degradada:** Condición de funcionamiento en presencia de fallos que se han previsto en el diseño del material rodante. Las condiciones degradadas permiten normalmente al material rodante que complete su viaje.

**Inmovilización:** Situación en la que se impide cualquier movimiento del tren, mediante la aplicación del frenado de inmovilización según lo especificado en la norma EN 13452-1.

**Aceleración media:** Se entiende la aceleración media entre dos puntos o instantes como la división de la variación de la velocidad y el tiempo transcurrido entre ambos puntos o instantes.

**Deceleración instantánea:** Se entiende la deceleración instantánea como la variable según la norma EN 13452-1 que representa el valor absoluto de la primera derivada de la velocidad con relación en el tiempo.

**Aceleración efectiva:** Se entiende por aceleración la resultante de los esfuerzos de tracción, cuando estos se mantienen constantes. Se puede determinar cuando se registra la curva velocidad-tiempo, como la pendiente de la velocidad durante un tramo de aceleración constante.

**Deceleración en régimen establecido o equivalente:** Se entiende por deceleración en régimen establecido, o deceleración equivalente como la variable según la norma EN 13452-1 que representa el valor teórico constante utilizado para calcular las distancias de frenado una vez estabilizada la presión de cilindros de freno.

**Deceleración nominal:** Es la prestación requerida por el operador de material rodante o por la autoridad de Transporte, según se recoge en la norma EN 13452-1. Puede explicitarse como distancia de parada o por deceleración en régimen establecido (o deceleración equivalente según la norma EN 13452-1).

**Aceleración residual:** Se denomina aceleración residual a la aceleración remanente de la unidad de tren en el punto de velocidad máxima.

**Freno de servicio:** Definición indicada en la norma EN 13452-1.

**Freno de emergencia:** Este modo de freno es el de máximo nivel de seguridad de todos los disponibles en las unidades. Indicado en la norma EN 13452-1 como freno de seguridad.

**Freno de urgencia:** Definición indicada en la norma EN 13452-1.

**Freno de retención:** Definición indicada en la norma EN 13452-1 como freno de inmovilización.

**Freno de estacionamiento:** Definición indicada en la norma EN 13452-1.

**Cofre:** Elemento del tren destinado a contener equipos eléctricos y/o electrónicos en su interior, dotándoles de alta protección mecánica y aislamiento eléctrico.

**Carga máxima:** La carga máxima representa la carga útil más elevada constatada regularmente, y se determina por el tipo de material rodante y/o el nivel de confort asociado al tipo de servicio ofrecido. Se corresponde con la carga útil normal de diseño (PND) definida en la norma EN 15663.

**Carga excepcional:** Es la carga útil máxima que se puede transportar y que solo se alcanza en condiciones excepcionales (por ejemplo, número excepcional de viajeros). Representa el límite de diseño para la explotación del vehículo. Se corresponde con la carga útil excepcional de diseño (PXD) definida en la norma EN 15663.

**Tara:** Es el estado de carga que representa la masa del vehículo en estado de fabricación, equipado con todos los consumibles y ocupado por todo el personal de servicio que el vehículo requiere para cumplir su función, pero vacío de toda carga útil. Se corresponde con la masa de diseño en orden de trabajo (MVD) definida en la norma EN 15663.

**Documento Descriptivo de Diseño:** El Documento Descriptivo de Diseño debe servir para:

- Verificar que los requisitos han sido correctamente trasladados al diseño,
- Validar que las especificaciones de fabricación y documentación, cumplirán los requisitos funcionales,
- Especificaciones para la fabricación y documentación

Para ello, puede apoyarse en documentos adicionales, de los siguientes formatos:

- Cálculos,
- Simulaciones,
- Planos,
- Esquemas,
- Diagramas

**Circuito de vía:** Sistema eléctrico que permite detectar la presencia de un tren en un tramo de vía concreto mediante el uso de un emisor y uno o más receptores instalados en cada segmento de vía.

**Jerk:** Variación temporal de la aceleración. Representada por la letra *j*.

**Sobreaceleración:** Jerk.

**Tensión nominal de línea:** Valor declarado de la tensión de catenaria.

**Caja autoportante:** Se entiende por autoportante que la parte resistente de la caja comprenderá bastidor, laterales, techo y testeros, y no únicamente el bastidor.

**Bogie motor y remolque:** Los bogies, de dos ejes todos ellos, podrán ser:

- Motores; los dos ejes con capacidad tractora (ejes motores),
- Remolques; los dos ejes sin capacidad tractora (ejes remolques o portantes)

**Servicio comercial:** Operación del tren con parada en las estaciones para la subida y bajada de viajeros.

**Traviesa bailadora:** Viga transversal que se apoya sobre ambos resortes de la suspensión secundaria de un bogie y que recibe la carga de la caja del vehículo, permitiendo a su vez el giro relativo entre el conjunto bogie - traviesa bailadora y la caja del vehículo.

**Suspensión secundaria:** El apoyo de la traviesa bailadora sobre la estructura del bogie se efectuará por medio de la suspensión secundaria.

**Altura del piso bajo:** Altura del piso a nivel del andén.

**Porcentaje de piso bajo:** Zona ubicada en la altura de piso bajo respecto al total de la superficie de la zona de viajeros

**Cambio cíclico:** Substitución del elemento del tren por otro de las mismas características y funciones con el fin de reducir el inmovilizado de tren.

El potencial de vida del cambio cíclico debe estar relacionado con el potencial de la revisión general con el fin de optimizar los cambios.

## 2.1.2 Documentación de referencia

Codi d'accessibilitat de la Generalitat de Catalunya
Segons Llei 13/2014, del 30 d'octubre
Documentación Infraestructura
Tram_camp_Infraestructura.zip
Horarios de servicio
Tram_camp_Horaris_servei.pdf
Formato Registro de peligros (Hazard Log)
FGC-MM-EMP Plantilla Registre Perills v01r00.xlsx

### 2.1.3 Variables

Ancho de vía nominal	1,435	mm
Velocidad Máxima de servicio	70	km/h
Velocidad de maniobras	5	km/h
Aceleración máxima	1,2	m/s <sup>2</sup>
Aceleración media al arranque	1,1	m/s <sup>2</sup>
Deceleración de servicio	1,1	m/s <sup>2</sup>
Deceleración máxima de servicio	1,2	m/s <sup>2</sup>
Deceleración de emergencia	2,8	m/s <sup>2</sup>
Deceleración de urgencia	1,2	m/s <sup>2</sup>
Deceleración máxima de urgencia	1,3	m/s <sup>2</sup>
Tensión nominal de línea	750	V <sub>cc</sub>
Longitud máxima UT	40	m
Porcentaje de piso bajo	100	%
Peso máximo por eje	12,5	t
Jerk de aceleración de servicio máximo	1	m/s <sup>3</sup>
Jerk de desaceleración de servicio máximo	0,8	m/s <sup>3</sup>
Jerk de urgencia máximo	7	m/s <sup>3</sup>
Radio de curva mínimo línea	25	m
Radio curva mínimo talleres	20	m
Peso máximo de módulo o equipo en levantamiento manual	25	kg
Tensión de baterías	72	V <sub>cc</sub>
Altura de piso mínimo	270	mm
Altura de piso máxima	350	mm

### 2.1.4 Requisitos Funcionales

#### 2.1.4.1 Ancho de vía

TCAMP-RQSS-14943 – Vías

Las UT serán capaces de circular por las líneas de *ancho de vía nominal*.

#### 2.1.4.2 Gálibo

TCAMP-RQSS-14818 – Cálculo de gálibo

El cálculo de gálibo, que deberá ser aportado en la oferta, se realizará conforme a las disposiciones de la norma EN 15273-2. En el cálculo deberán considerarse las condiciones más restrictivas en cuanto a carga, desgaste de ruedas, variación de la suspensión y desplazamientos posibles.

#### TCAMP-RQSS-29061 – Gálbo accesibilidad

Junto con la propuesta de gálbos de la oferta, se definirá el diseño de andén más adecuado para garantizar la buena accesibilidad, y que se cumplen los requisitos del *Codi d'accessibilitat de Catalunya*.

#### TCAMP-RQSS-29063 – Gálbo elementos vía

También se entregará con la oferta, los gálbos en los diferentes aparatos de vía, para que en fase de construcción se tenga en cuenta a la hora de colocar elementos de infraestructura (postes, elementos de desvíos, etc.)

#### TCAMP-RQSS-29640 – Guía STRMG

Se deberá tener en cuenta la guía STRMTG (*Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés*) en sus consideraciones para el gálbo y las premisas para evitar accidentes.

### 2.1.4.3 Tensión de alimentación

#### TCAMP-RQSS-15752 – Tensión nominal

Las UT serán aptas para funcionar con la *tensión nominal de línea*.

### 2.1.4.4 Catenaria

#### TCAMP-RQSS-29057 – Catenaria. Tipología

La catenaria será de tipo tranviario según especificaciones del proyecto constructivo.

#### TCAMP-RQSS-15609 – Catenaria. Características

Las UT han de ser capaces de circular por las líneas electrificadas de tipo tranviario, considerando las distintas alturas y descentramientos de su catenaria.

#### TCAMP-RQSS-29060 – Catenaria. Gradiente

A título general la catenaria deberá cumplir con la norma EN 50119.

### 2.1.4.5 Andenes

#### TCAMP-RQSS-29059 – Andenes. Altura

La altura de los andenes se definirá en función de la *altura de piso mínima y máxima* de la UT según el proyecto constructivo de la infraestructura.

#### TCAMP-RQSS-29058 – Longitud UT

Las UT no sobrepasarán la *Longitud máxima UT*.



TCAMP-RQSS-15299 – Andenes. Accesibilidad

El acceso para viajeros deberá diseñarse para su uso en andenes de las línea de tranvía dedicada respetando los requisitos de accesibilidad.

#### **2.1.4.6 Condiciones climatológicas**

TCAMP-RQSS-15257 – Prestaciones

Las prestaciones de las UT no se verán afectadas por las condiciones climatológicas, ambientales y/u orográficas existentes.

TCAMP-RQSS-15392 – Temperatura ambiental exterior

Las UT podrán circular en condiciones normales, bajo temperaturas ambientales exteriores Clase T3 según la norma EN 50125-1.

TCAMP-RQSS-15158 – Temperatura ambiental exterior. Equipos electrónicos

Asimismo, los equipos electrónicos tendrán un comportamiento adecuado para temperaturas Clase OT2 según EN 50155.

TCAMP-RQSS-14088 – Condiciones meteorológicas adversas

El diseño de las UT permitirá que la operación no se vea afectada en caso condiciones meteorológicas adversas como las precipitaciones intensas o nieve. No obstante, el licitador indicará en qué casos excepcionales y condiciones podrá circular (velocidad reducida a la que podrá circular en función del nivel de agua que pueda existir en la vía o de la altura de nieve sobre la cabeza del carril).

TCAMP-RQSS-14507 – Medidas de diseño

Se tendrán en cuenta en el diseño las protecciones contra la entrada de agentes externos (agua, salitre, nieve, polvo, polen, etc.) que pudiesen afectar al funcionamiento de los equipos o de la UT al completo. Se detallará en la oferta cada una de las medidas consideradas en el diseño (tipo de protección, grado de estanqueidad, ubicación, etc.), indicando si deberán incluirse operaciones específicas para su mantenimiento en el Plan de mantenimiento.

#### **2.1.4.7 Parámetros fundamentales de la línea**

TCAMP-RQSS-15034 – Línea específica

Las UT serán aptas para la circulación por la totalidad de la nueva línea de tranvía del Camp de Tarragona que conecta las poblaciones de Cambrils, Salou y Vila-Seca. El adjudicatario deberá cumplir con las exigencias impuestas por las características de la línea.

TCAMP-RQSS-14910 – Peralte máximo

El peralte máximo en curva es de 150 mm en zona interurbana, i de 45 mm en zona urbana.

TCAMP-RQSS-14405 – Rampa máxima

La rampa máxima de la línea es de 70 milésimas.

TCAMP-RQSS-15146 – Radios de curva mínimos

Los radios de curva mínimos a tener en cuenta son de 25 metros en vía general y 20 metros en vías secundarias, estaciones y talleres.

#### 2.1.4.8 Sistemas de conducción y modos de explotación

TCAMP-RQSS-15430 – Modos de explotación

Durante la fase de proyecto deberán definirse las configuraciones básicas en cuanto a estados, limitaciones de velocidad y modos de explotación.

Como directriz, deberán considerarse como mínimo los modos de explotación indicados a continuación:

- Normal
- Marcha de lavado
- Movimientos en taller
- Acoplar/desacoplar
- Remolcado

El Adjudicatario deberá elaborar un documento de estados y modos de explotación de la UT , en qué para cada estado y modo indique las transiciones entre éstos, y la situación/configuración de los sistemas principales.

El diseño final deberá ser sometido a la aprobación de FGC.

TCAMP-RQSS-31550 – Marcha atrás

Cada modo de conducción deberá poder circular en ambos sentidos de la marcha. El sentido de la marcha podrá seleccionarse mediante el *inversor* instalado en pupitre.

Para todos los modos de explotación, la configuración de *marcha atrás* deberá:

- Limitar la velocidad del vehículo
- Mostrar en todo momento las cámaras frontales de la cabina opuesta en el monitor CCTV de la cabina activa.

## 2.1.4.9 Velocidad, aceleración y deceleración

### 2.1.4.9.1 Velocidad máxima

TCAMP-RQSS-14841 – Velocidad máxima nominal

La *velocidad máxima nominal* de la UT será la *velocidad máxima*, en recta y horizontal, con carga máxima. Todos los elementos del tren estarán previstos para poder soportar, sin deterioro o envejecimiento prematuro, la velocidad máxima con la máxima carga.

TCAMP-RQSS-15207 – Velocidad máxima ensayos

Durante los ensayos en vía, deberá ser posible alcanzar una velocidad un 10% superior a la *velocidad máxima*, en condiciones seguras y sin que los vehículos sufran daños y/o degradaciones.

### 2.1.4.9.2 Velocidad de circulación

TCAMP-RQSS-15738 – Velocidad de circulación máxima

La velocidad de circulación máxima permitida en la línea será la *velocidad máxima de servicio*.

TCAMP-RQSS-15409 – Relación velocidad-modos conducción y explotación

Las velocidades dependerán del sistema de conducción y modo de explotación seleccionados.

TCAMP-RQSS-14785 – Limitación velocidad zonas especiales

Si bien los modos de conducción y explotación serán definidos en fase de proyecto, se tendrá en consideración, como datos aproximados que, para la circulación por playas de vías en taller, en túnel de lavado o en maniobras de acoplamiento, se incluirán modos de marcha a velocidad limitada a la velocidad de maniobras, seleccionable como modo de conducción por el selector de modo de marcha.

### 2.1.4.9.3 Aceleración

TCAMP-RQSS-14499 – Prestaciones de aceleración arranque

Las prestaciones de aceleración de las UT, en régimen de arranque, sobre vía horizontal y recta, con la tensión de línea en condiciones nominales, de forma independiente de la carga, con sus grupos motores funcionando correctamente, deberá mantener una aceleración media de:

- *Aceleración media al arranque*, hasta alcanzar una velocidad de 35 km/h

TCAMP-RQSS-29080 – Aceleración residual

La prestación de aceleración media mínima podrá ir disminuyendo a partir de la velocidad de vuelco hasta un valor de 0,4 m/s<sup>2</sup> a 70 km/h.

TCAMP-RQSS-15611 – Aceleración máxima instantánea admisible

La aceleración máxima instantánea no deberá superar la *aceleración máxima*.

TCAMP-RQSS-14861 – Aceleración residual

Funcionando:

- en modo normal
- condiciones de carga máxima
- en vía horizontal y recta

Se indicará de forma explícita la aceleración residual para todo el rango de velocidades.

TCAMP-RQSS-15813 – Jerk de servicio

En el paso de coche parado hasta la velocidad máxima el jerk no deberá superar el *Jerk de aceleración de servicio máximo*.

Durante las operaciones de frenado de servicio, para todo el rango de velocidades, el jerk no deberá superar el *Jerk de desaceleración de servicio máximo*.

#### 2.1.4.9.4 Deceleraciones

TCAMP-RQSS-29087 – Deceleración de emergencia

El sistema deberá garantizar una prestación de deceleración según la *deceleración de emergencia*.

#### 2.1.4.9.5 Freno de servicio

TCAMP-RQSS-29083 – Freno de Servicio. Generalidades

El freno de servicio estará compuesto por el freno eléctrico regenerativo y el freno mecánico.

TCAMP-RQSS-14982 – Deceleración en frenado de servicio

Para el frenado de servicio, entre la velocidad *máxima de servicio* y 0 km/h, en recta y horizontal, independientemente del estado de carga de la composición, desde tara hasta la carga excepcional y con todos los coches funcionando correctamente, la deceleración equivalente deberá ser la *deceleración de servicio*.

TCAMP-RQSS-15044 – Deceleración máxima instantánea admisible

La deceleración máxima instantánea no deberá superar la deceleración máxima de servicio.

TCAMP-RQSS-15675 – Deceleración con freno eléctrico

El freno eléctrico debe proporcionar los niveles de deceleración necesarios para que sea el responsable de la parada de toda la UT al aplicar el freno de servicio, sin que intervenga el freno mecánico de los ejes remolcados, más que en la parada final e inmovilización. Se deberá prestar

especial atención a la transición de un tipo de freno a otro, de forma que la UT no se quede en ningún momento sin freno, considerando los retardos de actuación de los sistemas de freno.

TCAMP-RQSS-29084 – El freno eléctrico, recuperación

El freno eléctrico inyectará la energía recuperada del frenado en

- a. su sistema de ahorro de energía o
- b. en la catenaria, para que pueda ser recuperada por otras UT.

En cualquier caso, deberá priorizarse la recuperación de la energía sobre el frenado eléctrico reostático y neumático.

TCAMP-RQSS-29085 – Freno eléctrico, reostatos

Todo el exceso de energía que no pueda recuperarse en el sistema de ahorro de energía o de catenaria, se disipará en resistencias instaladas en el tranvía. Tales resistencias estarán dimensionadas para poder resistir un frenado reostático permanente.

TCAMP-RQSS-31551 – Comportamiento en modo degradado.

En caso de una disminución de las prestaciones de frenado disponibles por avería o anulación de cualquier sistema, la UT deberá limitar la velocidad e informar al maquinista mediante los monitores HMI de la condición del degradado y las limitaciones de velocidad aplicadas.

#### **2.1.4.9.6 Freno de urgencia**

TCAMP-RQSS-29636 – Freno de urgencia

El freno de urgencia se basará en un sistema de freno mecánico.

TCAMP-RQSS-14833 – Deceleración en frenado de urgencia y emergencia

La deceleración en régimen establecido del frenado de urgencia será independientemente del estado de carga de la composición, desde tara hasta la carga excepcional y con todos los coches funcionando correctamente, desde la velocidad máxima de servicio hasta 0 km/h será:

- la deceleración equivalente deberá ser la Deceleración de urgencia.
- la deceleración instantánea no deberá superar la Deceleración máxima de urgencia.

#### **2.1.4.9.7 Freno de emergencia**

TCAMP-RQSS-29088 – Freno de emergencia

El sistema de freno de emergencia se basará en un sistema de freno mecánico combinado con un freno electromagnético de vía, independiente de la adherencia rueda-carril.

#### 2.1.4.9.8 Freno de estacionamiento

TCAMP-RQSS-29093 – Capacidad freno retención

La unidad irá equipada con un freno de estacionamiento capaz de mantener parada la UT (simple y múltiple) en carga excepcional en tramos de pendiente máxima, (contemplando situaciones de degradado)

TCAMP-RQSS-29094 – Activación manual freno estacionamiento

El freno de estacionamiento llevará un dispositivo que permita su activación manual en caso de emergencia.

#### 2.1.4.9.9 Condiciones de aceleración/desaceleración

TCAMP-RQSS-14116 – Condiciones de aceleración/desaceleración

Las aceleraciones y deceleraciones citadas son uniformes e independientes de la carga, suponiendo una adherencia con carril limpio y seco para todos los ejes y, en ningún caso, se tiene en cuenta para obtenerlas el empleo de areneros.

Se deberá considerar el valor de adherencia contemplado según norma.

TCAMP-RQSS-29064 – Rango de aplicación freno

Las prestaciones de frenado requeridas, para cualquier modo de freno (servicio, emergencia y urgencia) se deben mantener para todo el rango de velocidades.

Las prestaciones de frenado deberán validarse en frenadas conforme con la EN 13452, desde las siguientes velocidades iniciales y hasta velocidad 0:

- 70 km/h
- 50 km/h
- 25 km/h

TCAMP-RQSS-15436 – Jerk máximo frenado de urgencia y emergencia

El *jerk máximo* en el proceso de frenado de emergencia no deberá superar el *Jerk máximo de urgencia*.

El *jerk máximo* en el proceso de frenado de urgencia no deberá superar el *Jerk máximo de urgencia*.

TCAMP-RQSS-15185 – Condiciones de aceleración/desaceleración

Todas las prestaciones mencionadas deberán cumplirse con cualquier diámetro de rueda admisible en explotación, y para todo el rango de tensiones de línea.

#### TCAMP-RQSS-15530 – Curvas características

En la oferta se incluirán todas las curvas características, incluyendo las correspondientes a las condiciones anteriormente indicadas (las más desfavorables).

#### TCAMP-RQSS-15712 – Cálculos justificativos

Los ofertantes presentarán los correspondientes cálculos justificativos que demuestren el cumplimiento de las citadas prestaciones.

#### TCAMP-RQSS-14410 – Verificaciones normativas

Las UT serán sometidas a las verificaciones establecidas en la norma EN 13452-2, aplicando los criterios recogidos en la ficha UIC 544-1 en los aspectos que no se encuentren suficientemente definidos en la primera (dispersión máxima entre frenadas, número de frenadas válidas, etc.) y de acuerdo con el protocolo de recepción de la UT.

### **2.1.4.10 Circulación en curva**

#### TCAMP-RQSS-15575 – Circulación en curvas. Generalidades

Las UT serán capaces de circular en curva de radio pequeño, con esfuerzos de guiado y desgaste de pestañas muy reducidos, manteniendo una correcta dinámica de marcha para cualquier velocidad de circulación.

#### TCAMP-RQSS-14846 – Circulación en curvas específicas

Las UT estarán diseñadas para circular con normalidad por curvas de 25 metros de radio, en vía general, vacías o cargadas y aisladas o acopladas.

#### TCAMP-RQSS-15502 – Aceleración transversal no compensada

En servicio comercial, las UT podrán circular en curva con una aceleración transversal no compensada (cálculo), al nivel de la vía, de  $0,65 \text{ m/s}^2$ , originada por insuficiencia de peralte.

El diseño de las UT debe garantizar una circulación segura y sin daños mecánicos durante la circulación en curva, con una aceleración transversal no compensada, debida a insuficiencia de peralte, de  $1 \text{ m/s}^2$ , al nivel de la vía.

### **2.1.4.11 Dinámica de marcha**

#### TCAMP-RQSS-15099 – Esfuerzos y aceleraciones

Las UT se diseñarán y construirán para poder circular a cualquier velocidad, hasta las máximas nominales, para cualquier tipo de alineación, sin que se produzcan movimientos anómalos e inestabilidades que comprometan la seguridad de circulación. Con este fin, los esfuerzos y aceleraciones serán lo más reducidos posibles, tanto en vía recta como en curva. La oferta indicará todos los dispositivos y sistemas adoptados para cumplir esta condición.

#### TCAMP-RQSS-15201 – Comportamiento dinámico. Normativa y validación

El comportamiento dinámico del material debe ser conforme a la norma EN 14363. Las UT deberán cumplir la citada norma en lo relativo a los ensayos y simulaciones para la aceptación del comportamiento dinámico de los vehículos ferroviarios, incluidos los requisitos relativos a la calidad de marcha. En fase de proyecto, el adjudicatario deberá realizar los ensayos de dinámica y confort que confirmen el cumplimiento de la citada norma.

#### TCAMP-RQSS-15823 – Esfuerzos transversales

Los esfuerzos transversales producidos por las UT sobre la vía, cuando éstas circulen a una velocidad de hasta un 10% de la velocidad máxima ofertada, no podrán ser superiores a los definidos en la norma EN 14363 para los valores límite de seguridad de circulación aplicados a la suma de las fuerzas directrices de guiado.

#### TCAMP-RQSS-14233 – Cálculos dinámica de marcha

El Adjudicatario deberá desarrollar en un entregable de proyecto la siguiente información:

- El valor del Coeficiente de Descarrilamiento (Y/Q) alcanzado, garantizando que será igual o inferior al límite marcado por la norma EN 14363.
- Planos del perfil de rueda
- El valor de la carga dinámica por rueda, que deberá ser acorde a los requisitos de la norma EN 14363.
- La velocidad crítica de los bogies para todos los estados de desgaste de las ruedas y de los elementos del bogie (considerando las tolerancias de explotación admitidas), así como las condiciones y el modelo de cálculo o método alternativo utilizado para obtenerla. La velocidad crítica de los bogies será, al menos, un 10% superior a la velocidad máxima ofertada para las UT.
- El valor de la masa no suspendida por eje y la masa semisuspendida (elementos ubicados entre la suspensión primaria y la secundaria), debiendo ser ambas lo más reducidas posible. Se describirá en detalle los elementos que contribuyen a dichas masas y su grado de contribución.
- Los valores calculados para los esfuerzos verticales y transversales entre rueda y carril, en función de la velocidad, que han de ser conformes a los criterios de la norma EN 14363.
- Los valores para el resto de los parámetros relacionados con la dinámica de marcha no mencionados anteriormente (rigideces y amortiguaciones, radios de giro, conicidad equivalentes, etc.).

#### TCAMP-RQSS-15496 – Parámetros de guiado de los ejes y características de las suspensiones

Se prestará especial atención a la correcta elección de los parámetros de guiado de los ejes, así como a las características de las suspensiones, para evitar acoplamientos entre frecuencias propias de la caja y de los bogies y conseguir un comportamiento dinámico estable, así como una buena calidad de rodadura, según la norma EN 14363.



#### **2.1.4.12 Confort de marcha**

TCAMP-RQSS-15088 – Índice de confort

Se desea obtener un alto índice de confort/comodidad definido y evaluado de acuerdo con la norma EN 12299. En la oferta se indicará el índice de confort conseguido para las distintas velocidades de la UT, teniendo en cuenta las calidades de la vía definidas en la ficha UIC 518.

TCAMP-RQSS-15145 – Elección de parámetros de los bogies

De cara a la elección de una serie de parámetros como son rigideces de guiado, sistema de giro caja-bogie, disposición de los motores, empuje de bogie, etc. se tendrá en cuenta el conseguir una buena inscripción del bogie en curva y bajos esfuerzos de guiado. Deberán realizarse ensayos de confort de acuerdo al método normal de la norma EN 12299.

#### **2.1.4.13 Características y calidad de vía**

TCAMP-RQSS-15391 – Adecuación de los requisitos a las características de la vía.

Las UT deberán cumplir los requisitos fijados en el presente PPT teniendo en cuenta las características de las vías por la que están destinadas a circular.

#### **2.1.4.14 Dimensiones de las UT**

TCAMP-RQSS-15455 – Indicaciones a recoger en la oferta

Las ofertas describirán las dimensiones de las UT que se adapten a los requisitos solicitados en el presente PPT.

TCAMP-RQSS-15373 – Longitud de UT

La longitud de las UT deberá ser inferior a la longitud del andén.

TCAMP-RQSS-15734 – Anchura interior y altura libre

La anchura interior y altura libre del espacio destinado a los pasajeros será lo mayor posible, siendo la anchura del pasillo en la sala de pasajeros suficiente para permitir el flujo de las personas con una altura mínima de 2.000 mm a lo largo de todo el coche.

TCAMP-RQSS-15785 – Altura del piso

La altura del piso del tren respecto al plano de rodadura del carril permitirá considerar las UT como "piso bajo" accesible a nivel de andén

TCAMP-RQSS-14865 – Aspectos a incluir en la oferta

En la oferta se incluirán los planos que permitan verificar todas las dimensiones de las UT, incluyendo la disposición y dimensión de puertas.

### 2.1.4.15 Composición y acoplamiento

#### TCAMP-RQSS-14884 – Cabinas de conducción

Existirá una cabina de conducción en cada extremo de la UT, lo que permitirá la circulación en ambos sentidos de marcha.

#### TCAMP-RQSS-15543 – Unidades acopladas

Las UT deben estar equipadas con mando múltiple, para permitir la circulación de hasta 2 UT acopladas, con mando desde una única cabina de conducción.

#### TCAMP-RQSS-29627 – Acoplamiento. Radio mínimo

La UT acopladas deberán poder operarse respetando el radio mínimo de curva de la infraestructura.

#### TCAMP-RQSS-29096 – Acoplamiento. Cabina

El acoplamiento podrá realizarse desde cualquiera de las dos cabinas.

#### TCAMP-RQSS-14209 – Operación en mando múltiple

Desde la cabina habilitada será posible controlar los sistemas principales de las UT acopladas (tracción, freno, iluminación, puertas, megafonía, diagnosis, etc.), permitiendo una operación con las mismas funcionalidades y prestaciones que en el caso de UT sin acoplar.

#### TCAMP-RQSS-15533 – Acoplamiento. Condiciones operaciones

El acoplamiento y el desacoplamiento deberán poder realizarse en las siguientes condiciones:

- Las maniobras de acople y desacople podrán efectuarse en curvas de hasta 100 m de radio y rectas con cambio de rasante y acuerdos verticales de 400 m de radio.
- Los acoplamientos podrán realizarse en cualquier cota que les permita operar de forma simple. La diferencia de alturas no podrá ser un impedimento al acoplamiento.
- Las UT acopladas deberán reconfigurarse automáticamente sin necesidad de resetear el sistema de control.

#### TCAMP-RQSS-29097 – Acoplamiento. Proceso

El acoplamiento entre dos tranvías se podrá realizar de forma manual, y se permitirá la intervención del equipo de mantenimiento para realizarlo.

#### TCAMP-RQSS-15366 – Acoplamiento. Indicaciones

En el pupitre de conducción debe aparecer la señal de UT acoplada, señal que se registrará en el Registrador de tren.

El sistema de diagnosis deberá indicar la UT que ha generado el evento.

TCAMP-RQSS-15669 – Acoplamiento. Enganche

Los requisitos para el enganche de las UT se detallan en el correspondiente apartado del Pliego, además, se tendrá en cuenta las necesidades para el remolcado de socorro que también se indican en él.

#### 2.1.4.16 Remolcado

TCAMP-RQSS-14174 – Remolcado. Compatibilidad con otro material

En caso de necesitar remolcar la UT, esta debe ser compatible con el siguiente material:

- con otro tranvía parte del alcance de esta licitación
- Vehículo de rescate (tipo Unimog)
- Locotractor (zona de taller)

TCAMP-RQSS-14808 – Remolcado. Utillajes

En caso de que sean necesarios utillajes (enganches, mangas eléctricas, etc.) para remolcar la UT en caso de socorro, estos formarán parte de la dotación del tren.

TCAMP-RQSS-14098 – Remolcado. Estudios operación remolcado

Deberán aportarse los estudios necesarios, que avalen que la operación de remolcado se realiza en condiciones de seguridad.

TCAMP-RQSS-15476 – Remolcado. Capacidad de tracción

Las UT deberán disponer de la capacidad de tracción adecuada para remolcar otra UT averiada. Así, los equipos de tracción estarán dimensionados de forma que puedan prestar servicio en el caso en que una UT con carga máxima, inmovilizada en un tramo de vía entre estaciones, que no pueda reemprender la marcha por sus propios medios, pueda ser socorrida por otra UT, que se le acoplará para acercarla hasta el taller de mantenimiento, pudiendo circular por la rampa máxima.

TCAMP-RQSS-29095 – Remolcado. Indicaciones

En el pupitre de conducción deberá aparecer la señal de UT remolcada/remolcando, señal que se registrará en el Registrador de tren.

El sistema de diagnóstico deberá indicar la UT que ha generado el evento.

TCAMP-RQSS-29624 – Remolcado. Radio mínimo de acoplamiento

Deberá ser posible realizar la operación de acoplamiento para el remolcado en curvas de como mínimo el radio mínimo de línea.

### 2.1.4.17 Distribución interior

TCAMP-RQSS-15665 – Aspectos a tener en cuenta en el diseño

La propuesta de diseño interior deberá tener en cuenta las siguientes premisas:

- La zona de viajeros deberá ser luminosa y lo más diáfana posible, facilitando la movilidad. Dispondrá de asientos, según las indicaciones del Pliego.
- Los vestíbulos para acceso de viajeros serán amplios y facilitarán el tránsito de viajeros.
- Existirán zonas específicas destinadas a usuarios PMR y/o en sillas de ruedas. Estas zonas deberán cumplir los requisitos fijados por la ETI PMR.
- Existirán espacios multifuncionales para transporte de bicicletas, cochecitos de niño, etc., que dispondrán de las características y el equipamiento descrito en el apartado del Pliego.
- La zona de cabina será acorde a las disposiciones del Pliego.

TCAMP-RQSS-14458 – Capacidad mínima

Las UT, en composición simple, deben garantizar una capacidad de transporte mínima de 210 personas, con un mínimo de 52 plazas de asientos.

TCAMP-RQSS-14540 – Asientos. Capacidad plazas

Asimismo, la oferta incluirá los datos sobre la capacidad de plazas ofertadas, tanto de pie como sentadas, debidamente justificados en función de la superficie útil bruta disponible y de los elementos de layout declarados.

TCAMP-RQSS-15173 – Asientos. Zonas multifuncionales

No se considerará presencia de viajeros, en pasillos, ni armarios interiores.

Además, en las zonas multifuncionales no se considerará presencia de bicicletas o carritos, las butacas abatibles se considerarán ocupadas y el resto de superficie libre será considerada como zona de viaje de pie.

Las zonas PMR estarán ocupadas con usuarios en sillas de ruedas. El resto de espacio de maniobra podrá considerarse para el cálculo como zona de viaje de pie.

TCAMP-RQSS-14519 – Asientos. Comprobación cálculo plazas

FGC comprobará el cálculo de plazas y el cumplimiento de los criterios indicados.

TCAMP-RQSS-14530 – Dwell time

El diseño de interiorismo y las características y el número de puertas de pasaje por coche deberá realizarse procurando minimizar el tiempo de bajada y subida de viajeros (DWT, *Dwell Time*).

El Ofertante deberá presentar el DWT por tren (y la dispersión del valor esperada) para los escenarios de flujo de viajeros presentados en la siguiente tabla:

Escenario	Condiciones			
	Iniciales [%]	Subida [%]	Bajada [%]	PMR
4 - Evacuación	100	0	100	x1

**Notas:**

1. Distribución de la carga uniforme en todos los coches del tren.
2. Deberá considerarse que las PMR se desplazan en silla de ruedas.
3. Porcentaje respecto la Capacidad Mínima

El cálculo del DWT deberá considerar las siguientes condiciones de contorno:

- Perfil de viajero:
  - Regularidad del trayecto:
    - 30% regular,
    - 70% no regular
- Andén:
  - Estación de Port Aventura (estación con más demanda) según características de proyecto constructivo

Los DWT deberán justificarse mediante cálculos y/o simulaciones, que deberán ir acompañadas de las condiciones de contorno utilizadas.

El tiempo de movimiento de puerta deberá considerarse como parte del DWT.

Los DWT presentados en la oferta tendrán carácter contractual.

El Ofertante deberá presentar:

- un modelo para el cálculo del DWT en función del flujo de viajeros, a efectos de validación del DWT ofertado en servicio comercial.
- descripción de las mejoras de interiorismo introducidas para mejorar, y con impacto en el valor de DWT.

**TCAMP-RQSS-29116 – Validación DWELL time**

El estudio del DWT se validará cuando los tranvías entren en Servicio Comercial.

**TCAMP-RQSS-15759 – Justificación de la superficie disponible**

La oferta incluirá la justificación de la superficie disponible para cada uno de los espacios (cálculos y planos acotados). En todo caso, se favorecerá el tránsito de viajeros y los tiempos de salida y entrada en los trenes. A este respecto, deberá tenerse en cuenta en las características de las puertas de viajeros.

#### TCAMP-RQSS-29648 – Ubicación validadoras

Para la determinación final de la ubicación de las validadoras embarcadas el Adjudicatario deberá realizar un estudio completo a través de simulaciones Dwell Time que optimicen su ubicación a fin de minimizar la obstrucción a los viajeros. Se deberán considerar las iteraciones necesarias que garanticen el mejor resultado.

#### TCAMP-RQSS-14459 – Disposiciones normativas

En la distribución interior se tendrá en cuenta el cumplimiento de las disposiciones del RD 1544/2007 y del *nou codi d'accessibilitat de Catalunya*.

#### TCAMP-RQSS-14547 – Conexión entre coches

La conexión entre coches se realizará mediante pasillos de intercurrencia.

#### TCAMP-RQSS-15571 – Aprobación diseño propuesto

El diseño de los interiores de la UT deberá ser acorde con la explotación para la que está previsto y deberá contar con la aprobación por parte de FGC.

La oferta deberá incluir planos, bocetos, imágenes, modelos 3D, etc. que permitan conocer el diseño propuesto. En el diseño del interior se deberán tener en cuenta los requisitos para la distribución de los asientos y otros elementos.

La validación de los interiores de la UT deberá realizarse mediante las sesiones de Realidad Virtual.

### **2.1.4.18 Cálculo horario**

#### TCAMP-RQSS-14238 – Cumplimiento horario de servicio

El Tranvía deberá estar dimensionado para el cumplimiento de la marcha base, y de los horarios de servicio; cumpliendo los tiempos entre estaciones y los tiempos en estaciones.

El Ofertante deberá realizar una simulación justificando el cumplimiento de la marcha base, y realizar cálculos de energía del trayecto.

El Ofertante deberá realizar una simulación en las siguientes condiciones:

- perfil de línea establecido
- cuadro de velocidades máximas
- tensión mínima de línea
- condición de explotación: Masa de explotación con carga útil normal (MNO según EN 15663)
- adherencia máxima en freno de 0,15

La simulación se verificará una vez entregada la unidad.

El Ofertante deberá presentar un informe con los resultados de la simulación. El informe de resultados de la simulación deberá contener la siguiente información:

- a) Perfiles de PK

Un gráfico de recorrido para cada sentido, indicando en las abscisas el PK de la línea, identificando estaciones y puntos significativos del trazado.

En las ordenadas, representar los siguientes perfiles de datos:

1. desnivel del trazado
2. velocidades máximas de línea
3. velocidad
4. aceleración
5. jerk
6. potencia eléctrica instantánea (consumida y recuperada)
7. rendimiento cadena de tracción
8. las adherencias solicitadas de tracción y de freno.

b) Datos agregados

Deberá indicarse los valores agregados de consumo de trayecto (para cada sentido del recorrido):

1. Energía consumida
2. Energía recuperada

TCAMP-RQSS-15078 – Cumplimiento horario de servicio. Recorrido

Para la realización de la simulación de cumplimiento horario debe considerarse la totalidad de la línea en los dos sentidos.

### **2.1.4.19 Averías y condiciones degradadas**

TCAMP-RQSS-14349 – Redundancias

Para cualquiera que sea la condición degradada, la UT deberá disponer de las redundancias adecuadas que permitan a la unidad continuar el viaje, siempre que sea posible. Estas redundancias se tendrán en cuenta en el diseño de las UT.

TCAMP-RQSS-14558 – Gestión del degradado durante la conducción

De forma preferente, las maniobras de gestión del degradado durante la conducción se realizarán automáticamente, sin intervención del maquinista, aunque con indicación clara de la situación anormal para su conocimiento.

En caso de que sea necesaria alguna operación por parte del maquinista para retirar una UT, éstas deberán ser sencillas y claras, con objeto de minimizar los tiempos de inmovilización en línea.

TCAMP-RQSS-15672 – Fallo iluminación principal

El fallo del sistema de iluminación principal o de su alimentación no afectará a la iluminación de socorro, que se alimentará directamente de la batería.

#### TCAMP-RQSS-14304 – Fallo equipo climatización

El fallo de un equipo de climatización o de su alimentación en BT no representará la pérdida total del sistema, sino que funcionará al 50 %. Para ello, el diseño de dichos equipos permitirá el trabajo al 50% o bien estará formado por equipos dobles, independientes, montados en un mismo cofre.

#### TCAMP-RQSS-14987 – Indicación de fallos en equipos

Los fallos de cualquier equipo de la UT se señalarán en el monitor de control de tren.

#### TCAMP-RQSS-29120 – Dimensionado equipo tracción

En caso de fallo del 50% de la potencia del equipo de tracción, se garantizará poder arrancar en máxima pendiente y plena carga (según EN 50215, EN 13452, VDV 150) con una aceleración mínima admisible.

#### TCAMP-RQSS-29121 – Dimensionado equipo de freno

En caso de fallar el 50% de la capacidad de frenado, los vehículos podrán frenar a máxima prestación, limitándose automáticamente la velocidad máxima de circulación. Igualmente, se contemplarán las prestaciones de frenado de urgencia en condiciones de servicio degradadas.

## 2.1.5 Requisitos Ambientales

#### TCAMP-RQSS-31458 – Fabricación de menor repercusión medio ambiente

El diseño y los suministros de materiales para la fabricación de los vehículos deben estar recogidos por el principio de menor repercusión sobre el medio ambiente.

#### TCAMP-RQSS-31463 – Ambientales. Reducción consumo eléctrico.

Para conseguir la menor repercusión sobre el medio ambiente a lo largo del ciclo de vida del vehículo, el Adjudicatario deberá diseñar el vehículo de forma que aún y manteniendo todas las prestaciones de este pliego, el consumo eléctrico del vehículo sea el mínimo posible.

#### TCAMP-RQSS-31459 – Declaración Ambiental de Producto

El Adjudicatario deberá elaborar un informe de Ciclo de vida (*aka. Life-cycle assessment, LCA*), en formato de Declaración Ambiental de Producto (*aka. Environmental Product Declaration, EPD*), de acuerdo con:

- EPD, *Product Category Rules*, PCR 2009:05 Rolling Stock.
- LCA - ISO 14040
- ISO 14025

El Adjudicatario deberá cumplir todos los pasos de desarrollo del EPD:

- Step 1. *PCR selection*, según requisito de este pliego: PCR 2009:05 Rolling Stock.



- Step 2. *Life cycle assessment*
- Step 3. *EPD format*
- Step 4. *Verification*, mediante una entidad independiente.
- Step 5. *Registration and publication*.

Además, deberá realizar la doble publicación en el portal "Declaraciones ambientales de producto" de AENOR.

El registro de la EPD en ambos portales deberá mantenerse en vigor durante la ejecución del proyecto.

El informe EPD deberá estar verificado antes de la puesta en servicio de la primera unidad.

El informe EPD deberá estar registrado y publicado como muy tarde, un año después de la entrada en servicio de la primera unidad.

#### TCAMP-RQSS-14178 – EPD Oferta

El Ofertante presentará en fase de oferta, y a lo largo del proyecto, de acuerdo con lo requerido por el EPD:

- Valores de energía por km y pasajero [ kWh / (km-pasajero) ]
- Emisiones GHG en kg CO<sub>2</sub> equivalentes, por pasajero transportado [kg CO<sub>2</sub> eq. / (km-pasajero)]
- Tasa de reciclabilidad. Según norma ISO 22628. Mínimo del 90%.
- Tasa de recuperabilidad. Según norma ISO 22628. Mínimo del 95%.
- CO<sub>2</sub> equivalente durante la fase *Upstream*
- CO<sub>2</sub> equivalente durante la fase *Core*
- CO<sub>2</sub> equivalente durante la fase *Downstream*. En esta fase, considerar en fase de oferta tan solo las actividades:
  - *Spare Parts*
  - *Materials for operation*
  - *End of Life*

## **2.2 Vehículo**

### **2.2.1 Generalidades**

TCAMP-RQSS-15527 – Ficha técnica

El ofertante aportará una Ficha Técnica en la que se describirá la distribución disponible en la UT y sus dimensiones, con indicación de la capacidad de transporte, dimensiones principales, pesos totales en tara y carga máxima admisible, peso de los principales subconjuntos y las prestaciones principales de la UT.

TCAMP-RQSS-14263 – Obsolescencia

En el diseño de la UT se tendrá en cuenta la gestión de la obsolescencia.

El Constructor deberá proporcionar un sistema de gestión de la obsolescencia de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 62402.

### **2.2.2 Peso del tren**

TCAMP-RQSS-14480 – Optimización del peso

El peso de la UT será lo más reducido posible.

TCAMP-RQSS-14384 – Valores peso pasaje considerados. Hipótesis cálculo.

Para las hipótesis del cálculo del peso del pasaje se considerará la norma EN 15663 para vehículos de viajeros que no sean trenes de alta velocidad y de larga distancia.

Las indicaciones de esta norma se tendrán en cuenta de cara a realizar los cálculos de diseño y definir las restricciones de explotación.

TCAMP-RQSS-15582 – Carga máxima

A efectos de prestaciones de tracción, se deben considerar las cargas según las cargas máximas definidas en la norma EN 15633.

TCAMP-RQSS-14624 – Carga excepcional

Para las prestaciones de frenado, se deben considerar las cargas según las cargas excepcionales definidas en la norma EN 15633.

TCAMP-RQSS-14351 – Carga de cálculo

Para los cálculos de resistencia mecánica, se deben considerar las cargas según las cargas de cálculo definidas en la norma EN 15633.

#### TCAMP-RQSS-15093 – Medición peso UT

El peso de la UT se medirá, indicando la precisión del aparato de medida, la masa / peso de cada vehículo, en VOM. Las tolerancias en cuanto a diferencias de peso entre ejes de un mismo bogie y ruedas de un mismo eje cumplirán la normativa aplicable.

#### TCAMP-RQSS-15103 – Medida carga vertical por eje y rueda

Se medirá la carga vertical que cada bogie, eje y cada rueda transmiten a la vía. Las tolerancias en cuanto a diferencias de peso entre ejes de un mismo bogie y ruedas de un mismo eje cumplirán la normativa aplicable.

#### TCAMP-RQSS-14404 – Peso máximo UT

El peso total de la UT deberá ser calculado de acuerdo con la EN 15663 en condiciones de VOM (Vehículo en Orden de Marcha, MVD según EN 15663), y deberá presentarse fase de oferta.

#### TCAMP-RQSS-15006 – Medida peso UT

Se medirá, indicando la precisión del aparato de medida y su certificado de calibración, la masa / peso de cada vehículo de cada tipo de UT en VOM, así como la carga vertical que cada eje y cada rueda transmiten a la vía.

La distribución de pesos por ruedas será lo más uniforme posible siendo la diferencia relativa de pesos entre ruedas de un mismo eje  $\leq 5\%$ .

#### TCAMP-RQSS-14588 – Valores limite peso

El peso en ninguno de los ejes debe superar el valor del Peso máximo por eje.

### 2.2.3 Gálibo del tren

#### TCAMP-RQSS-15082 – Gálibo dinámico y secciones máximas transversales

Para el proyecto de las UT se tendrá en cuenta el gálibo de la línea, según la *Documentación de Infraestructura*, y según lo definido durante el proyecto constructivo del trazado, para determinar el gálibo cinemático de los vehículos de las UT y, en consecuencia, las dimensiones máximas de sus secciones transversales.

#### TCAMP-RQSS-15683 – Separación entre UT y andén

La separación andén-coche con puertas abiertas debe ser mínima.

De acuerdo con el Mapa de gaps asumibles, la separación máxima deberá permitir acceso al 95% de los usuarios de sillas de ruedas de forma autónoma.

En este sentido, dicha separación deberá ser la mínima posible compatible con el gálibo de obstáculos definido, pudiéndose considerar que en la posición de UT parada en estación, las puertas

abiertas de sus coches pueden sobrepasar su gálibo cinemático siempre y cuando las puertas se puedan operar normalmente.

Se deberá incluir un estribo fijo para minimizar el efecto del espacio entre el tranvía y el andén.

#### TCAMP-RQSS-14577 – Altura de piso y gálibo

Se deberá considerar el valor de altura de piso requerido y su compatibilidad con el gálibo de la línea.

#### TCAMP-RQSS-15492 – Longitud máxima de la composición

La longitud máxima del tren incluirá la longitud de los topes

#### TCAMP-RQSS-14411 – Altura de piso. Límites

Para asegurar la accesibilidad al tren en estación, y de acuerdo con el Mapa de gaps alcanzables, se deberán considerar los escenarios del piso enrasado con los estribos de las puertas de acceso de los coches, o los bordes superiores de dichos estribos.

Considerando al menos,

- Para la altura mínima:
  - Carga máxima,
  - Ruedas desgastadas al máximo
  - Suspensión normal y degradada
- Para la altura máxima:
  - Carga en tara
  - Diámetro máximo de rueda

Y en ambos casos, deberán considerarse también los demás factores que se consideren relevantes.

#### TCAMP-RQSS-15805 – Cálculo de gálibo

En todo caso, el cálculo se realizará conforme a las disposiciones de la norma EN 15273-3. La oferta contendrá, al menos el cálculo de gálibo y los planos dimensionales que permitan avalarlo (planos con el perfil cinemático y el perfil de referencia de la línea, situación de los puntos considerados en el cálculo, etc.). En el cálculo deberán considerarse las condiciones más restrictivas en cuanto a carga, desgaste de ruedas, variación de la suspensión y desplazamientos posibles. El cálculo de gálibo deberá contener detalle de los desgastes y parámetros considerados para la realización del mismo.

#### TCAMP-RQSS-15756 – Justificación de cumplimiento de requisitos

Durante la fase de proyecto y obtención de la homologación, certificación y diferentes autorizaciones, el adjudicatario deberá justificar el cumplimiento de los requisitos de gálibo, mediante los métodos que sean precisos.

## 2.2.4 Compatibilidad electromagnética

TCAMP-RQSS-15148 – Normativa específica a cumplir

Todos los equipos eléctricos/electrónicos cumplirán con la normativa de compatibilidad electromagnética de aplicación: EN 50121-1, EN 50121-2, EN 50121-3-1, EN 50121-3-2, así como las Directivas comunitarias de EMC relativas a la exposición al público a campos electromagnéticos. Adicionalmente, los campos generados por los diferentes sistemas o subsistemas no deben superar los límites que pueden afectar a personas que emplean marcapasos activos.

TCAMP-RQSS-14689 – Inmunidad EMC UT y equipos

Las UT y sus equipos no deberán ser perturbados por los campos electromagnéticos y radiaciones de radiofrecuencia producidos o radiados por los diversos sistemas de potencia, información, control o mando propios, instalados en el parque móvil de la línea, o en las instalaciones fijas. Deberán cumplirse el conjunto de normas EN 50121.

Los equipos eléctricos/electrónicos embarcados deberán cumplir los requisitos normativos en cuanto a emisión e inmunidad establecidos en la EN 50121-3-2.

TCAMP-RQSS-29101 – Normativa equipos en vía

En caso de disponer equipos de vía para la señalización se deberán tener en cuenta las disposiciones de la EN 50238.

TCAMP-RQSS-15705 – Blindaje electromagnético cableado de potencia

Se pondrá especial cuidado en que, tanto el circuito de potencia, como sus circuitos asociados, dispongan del suficiente blindaje electromagnético para que no interfieran en ningún otro equipo del tren, el departamento de viajeros, ni hacia el exterior.

TCAMP-RQSS-15636 – Emisiones equipo de tracción

El equipo de tracción en su conjunto no perturbará ningún otro equipo eléctrico o electrónico del tren mediante influencias eléctricas o electromagnéticas.

En particular, como criterio general:

- Se deberá controlar en todo momento su correcto funcionamiento, alimentaciones y señal de medida.
- Se deberá controlar el estado de la línea de transmisión.
- Estarán debidamente protegidos contra campos electromagnéticos externos, con el fin de evitar perturbaciones y errores en la magnitud a medir.
- La línea de transmisión de señal estará debidamente apantallada por lo expuesto en el punto anterior, y deberá prestarse especial atención en la realización de las conexiones adecuadas del conductor de malla.

- Las señales analógicas se podrán transmitir por las líneas como bucle de corriente de 4÷20 mA para inmunidad al ruido y detección de fallo.
- Todos los captadores estarán equipados con un conector adecuado en su propio cuerpo, de forma que en caso de sustitución no sea preciso desmontar pasos de cable.
- En general se procurará que todas las medidas pasen directamente al equipo de control asociado evitando pasos y conexiones intermedias.

### **2.2.4.1 Seguridad Eléctrica**

#### TCAMP-RQSS-14504 – Normativa a cumplir

Todos los sistemas, equipos, elementos eléctricos y el propio tren en su conjunto cumplirán con la normativa contra riesgos eléctricos por contacto directo e indirecto de la norma EN 50153, así como las normativas relacionadas con los niveles de aislamiento y rigidez del cableado.

#### TCAMP-RQSS-14696 – Puesta a Tierra

La puesta a tierra del material será conforme a la ficha UIC 533 y el personal estará protegido contra contactos accidentales con los conductores de alta tensión de acuerdo con la norma EN 50153 y la ficha UIC 611.

#### TCAMP-RQSS-15808 – Protección armarios AT

Las partes activas susceptibles de causar choques eléctricos se deben proteger contra el contacto directo. Todos los armarios se deben poder operar sin que se pierda la protección contra el contacto directo. El tipo de protección será apropiado para la tensión asignada de funcionamiento siguiendo las prescripciones de la EN 50153. Además, cuando sea necesario para garantizar un nivel de protección adecuado contra el contacto directo, se deben utilizar los paneles de advertencia descritos en la norma EN 50153.

#### TCAMP-RQSS-14158 – Llave armarios AT

Las cajas o armarios que contengan circuitos de AT necesitarán para su apertura la utilización de una llave especial, de forma que se garantice la ausencia de tensión para su acceso.

Dicha llave será preciso extraerla previamente del circuito de alimentación de la maniobra de pantógrafos.

#### TCAMP-RQSS-14748 – Indicadores armarios AT con filtros

En los armarios de AT que contengan circuitos de filtrado, será preciso que se indique la presencia de tensión residual sin que para ello sea necesario abrir el recinto.

#### TCAMP-RQSS-14857 – Tomas de tierra

Los enlaces de protección cumplirán los requisitos establecidos en la EN 50153:

- El chasis del vehículo estará conectado a potencial de tierra, en un único punto, mediante dispositivos de toma de tierra acoplados a ejes, e independientes de los utilizados para el retorno de la corriente de AT. Se utilizarán al menos dos vías entre la caja del vehículo y los conductores de protección de la instalación fija
- Todos los elementos del bogie deberán estar conectados al potencial de chasis.
- Todos los armarios y pupitres de conducción, en sus partes fijas y móviles, deberán estar conectados al chasis del vehículo.
- Todos los equipos bajo bastidor, y sus soportes, estarán conectados al chasis del vehículo.

#### TCAMP-RQSS-14847 – Tomas de masa

Todos los circuitos de retorno de corriente de negativo de batería se unirán en estrella en un punto, aislado del chasis del vehículo, y próximo al punto de toma de tierra, de forma que si es preciso poner a tierra el negativo de BT se haga en un único punto de cada vehículo.

La toma de tierra y la toma de masa se unirán con una conexión corta y se podrá seccionar para localización de derivaciones.

#### TCAMP-RQSS-14261 – Pararrayos

Como equipo complementario del pantógrafo, se dispondrá de un pararrayos contra sobretensiones, estático y carente de regulaciones y mantenimiento.

#### TCAMP-RQSS-15579 – Diferencial

Existirá una protección diferencial en ambos sentidos y la corriente se medirá lo más próxima a la entrada y el retorno de corriente.

El diferencial actuará por apertura del disyuntor principal del que se alimente la línea, con indicación en cabina del coche que ha provocado el disparo, para poder continuar la marcha después de aislar el circuito averiado.

#### TCAMP-RQSS-15495 – Sobrecarga

Se protegerá el circuito contra la sobrecarga mediante un transductor electrónico que actúe sobre el disyuntor principal, y que forme parte de éste. Su actuación quedará indicada en cabina.

#### TCAMP-RQSS-15559 – Sobretensiones

Existirá un circuito de protección contra sobretensiones peligrosas en la línea, tanto en frenado como en tracción, que además de provocar la apertura del disyuntor principal pondrá en funcionamiento un circuito para descarga de las mismas. Su actuación quedará siempre indicada en cabina.

TCAMP-RQSS-15113 – Retornos de corriente

Para el retorno de corriente al carril se emplearán retornos de corriente, convenientemente protegidos, tantos como sea necesario para la corriente de retorno de cada coche. En su conexionado se observarán todas las normas establecidas para este tipo de circuitos

## **2.2.5 Instalaciones Eléctricas**

TCAMP-RQSS-14771 – Aspectos a incluir en la oferta

La oferta incluirá la totalidad de los esquemas básicos de los circuitos eléctricos de potencia y auxiliares de las UT. Se acompañarán las correspondientes explicaciones funcionales, así como las de interpretación, aplicadas a los esquemas.

### **2.2.5.1 Armarios eléctricos**

TCAMP-RQSS-14791 – Etiquetas equipos eléctricos

Todos los armarios y equipos eléctricos dispondrán de una etiqueta indeleble e indespegable situada en un sitio visible que indique:

- Nombre o denominación del equipo según esquema eléctrico
- Ubicación en tren

TCAMP-RQSS-14239 – Componentes con sobrepeso. Indicaciones.

Todos los cofres y subconjuntos cuyo peso sea superior al Peso máximo de equipo estarán debidamente indicados mediante una etiqueta específica indeleble e indespegable.

TCAMP-RQSS-14090 – Componentes con sobrepeso. Instrucciones.

Para los subconjuntos con peso superior al Peso máximo de módulo, los armarios podrán estar equipados con sistemas de guiado/extracción de estos subconjuntos-módulos que ayuden en la operación.

TCAMP-RQSS-14256 – Tierra armarios

Cumpliendo con las disposiciones de la norma EN 50153, todos los armarios, cajas, bastidores, puertas, carcasas, etc. y elementos auxiliares en la implantación del equipo eléctrico estarán adecuadamente conectados al chasis del vehículo, mediante las tomas y los elementos de conexión adecuados.

Todos los armarios tendrán conexión de puesta a tierra en un lugar visible y de dimensión apropiada. Las tapas también dispondrán de una unión equipotencial con el armario y tendrá la suficiente flexibilidad para soportar las maniobras de apertura y cierre; su ubicación será tal que no moleste la extracción e instalación de equipos o elementos ni la realización de trabajos en su interior.



#### TCAMP-RQSS-14641 – Modularidad armarios

Los armarios eléctricos tendrán un carácter modular. Para ello, todos los cables pasarán por conectores y se controlarán las dimensiones de las bocas de entrada, al objeto de poder sustituir fácilmente un armario en caso de necesidad. Además, en el interior se dispondrán las regletas de conexión necesarias para facilitar las reparaciones e intervenciones en los circuitos.

#### TCAMP-RQSS-15661 – Cierre armarios

Las tapas principales y aquellas que por trabajos de mantenimiento deban abrirse con una cierta asiduidad, no se cerrarán en ningún caso con tornillería.

#### TCAMP-RQSS-29102 – Armario BT sala

Los armarios para los térmicos y contactores de baja tensión deberán ser accesibles desde el habitáculo de la sala, sin afectación al pasaje, a fin de no requerir de acceso a techo ni a foso para su acceso y aumentar la disponibilidad de la UT.

#### TCAMP-RQSS-15529 – Puertas pasaje. Accionamiento 5

En el interior del coche se instalarán trampillas de registro para permitir inspeccionar, reparar y mantener todos los mecanismos de acuerdo con los criterios de mantenibilidad establecidos en el presente pliego.

#### TCAMP-RQSS-15343 – Armarios en zona pasajeros

En caso necesario se podrán poner en el recinto de viajeros aquellos equipos que por sus características y funcionalidad lo requieran, (e.g. los controles de puertas).

Su instalación se realizará de forma que, bajo criterio FGC, pasen desapercibidos por el pasaje, no afecten a su comodidad y se facilite su acceso al personal de mantenimiento para las tareas propias de su trabajo. Utilizando preferentemente:

- Parte superior de puertas,
- Montante de puertas,
- Esquinas del testero acoplado,

Se deben aplicar medidas de protección para impedir el acceso de personal no cualificado, a los armarios que contengan partes activas de riesgo eléctrico. A este respecto, se deben seguir las prescripciones de la EN 50153.

#### TCAMP-RQSS-15104 – Cofres bajo-bastidor

Los equipos situados en el bajo-bastidor o en techo estarán protegidos por cofres que garantizarán, tanto la protección eléctrica, como la estanqueidad. Si los equipos lo permiten, se deberá integrar diferentes equipos en un mismo cofre, permitiendo así la optimización de la puesta a tierra y el número de llaves y el montaje y desmontaje de los equipos, reduciendo así el inmovilizado del tren.

Los cofres deberán ser comerciales, aunque aquellos otros que por necesidades de montaje y/o dimensionamiento específico tengan que diseñarse particularmente, deberán ser robustos y de estanqueidad igual o superior a IP66.

#### TCAMP-RQSS-14840 – Interconexiones entre cofres

Las interconexiones eléctricas entre cofres y equipos estarán debidamente protegidas, y la ubicación de equipos en la UT evitará que se provoquen contactos indeseados con agentes exteriores.

#### TCAMP-RQSS-15216 – Accesibilidad elementos ubicados en armarios

Todos los elementos ubicados en armarios tienen que ser accesibles desde el frontal, para simplificar su montaje y sustitución del equipo cuando se produce un fallo o durante labores de mantenimiento.

### 2.2.5.2 Cableado

#### TCAMP-RQSS-14450 – Materiales cableado

Los cables eléctricos deberán ser resistentes a los aceites minerales y combustibles líquidos.

Para la circuitería general deberán utilizarse cables de catalogación "libre de halógenos" o "cero halógenos" y "no propagadores de humos".

Para los circuitos de seguridad y de alumbrado de emergencia deberán utilizarse cables "libres de halógenos" y "resistentes al fuego"

#### TCAMP-RQSS-14646 – Características

Los cables, tanto de alta como de baja tensión, deberán:

- Ser de la máxima calidad, con aislamientos ignífugos y autoextinguibles.
- Cumplir las normativas de:
  - Riesgos eléctricos y aislamiento
  - EN 45545-2.

#### TCAMP-RQSS-15419 – Marcado

Cada conductor y cada manguera deberán estar etiquetados en sus extremos mediante la referencia que les sea atribuida en sus listados correspondientes, de forma que sea fácilmente identificable su funcionalidad, usando los esquemas de los sistemas, y cumpliéndose la normativa EN 50343.

Cada conductor, como unidad física elemental, deberá tener una única designación, aun cuando varios de ellos sean equipotenciales.

Las etiquetas de los cables deberá ser indeleble y de acuerdo con la norma NF F00-608.

### 2.2.5.3 Conexionado

#### TCAMP-RQSS-14438 – Instalación cableado

La instalación del cableado en la Unidad deberá ser acorde con la EN 50343, en los aspectos de:

- Separación de circuitos
- Conductor de retorno
- Uso de estructuras conductoras
- Apantallado y puesta a tierra
- Conexión de alimentación desde la batería
- Líneas de bus de datos

#### TCAMP-RQSS-15786 – Características connexionado

En cuanto a los conectores múltiples, serán de garantía y fiabilidad probadas en otros vehículos actualmente en explotación. Para equipos electrónicos se emplearán conectores de tamaño más reducido, adecuados a su particular servicio.

La situación de los conectores impedirá las posiciones que permitan la acumulación de agua o rocío en la parte exterior.

Se dispondrán de los mecanismos necesarios para amortiguar el efecto de rotura por vibraciones o arrollamientos.

#### TCAMP-RQSS-14848 – Propiedades connexionado entre coches

Las mangas eléctricas para el connexionado entre coches dispondrán de conectores en ambos lados de las UT, de uso ferroviario y de gran calidad, para facilitar el montaje/desmontaje.

El grado de protección al agua y el polvo de los conectores deberá ser como mínimo IP67.

El grado de protección a los impactos de los conectores deberá ser como mínimo IK10 (20 J, IEC 62262).

#### TCAMP-RQSS-14776 – Inscripción en curva. Conexiones eléctricas y neumáticas

Se deberá garantizar que, durante la marcha de las UT, en cualquiera de las situaciones de inscripción en curva que se puedan dar, las conexiones eléctricas y, en su caso, neumáticas, suspendidas entre testeros acoplados, no deben presentar ninguna posición relativa entre conectores que suponga una situación forzada de las mangueras de conexión.

#### TCAMP-RQSS-15407 – Cajas de conexiones

Las cajas de conexiones se ubicarán de forma que no intercedan con equipos ni con las zonas de trabajo de los puntos de levante.

## TCAMP-RQSS-14701 – Fiabilidad de los componentes eléctricos

En relación a la fiabilidad de todos los componentes eléctricos seleccionados en la fase de diseño, se deberá justificar su tasa de fallo y deberán ser acordes con las exigencias de RAMS.

## TCAMP-RQSS-15097 – Cableado de los lazos de seguridad

El recorrido de los lazos de seguridad por los coches se realizará por conductores y conectores independientes del resto de la instalación.

En los conectores para las mangueras de acoplamiento entre coches se dejará una separación, entre terminales, doble que la prevista para el resto de las líneas de la instalación.

El resto de los circuitos de seguridad del tren deberán cumplir los mismos requisitos que en el caso de los lazos de seguridad.

## TCAMP-RQSS-15095 – Líneas de tren

En las líneas de tren, las conexiones entre coches se realizarán mediante mangueras conectables entre los dos testeros. Los cables de unión serán de tipo extra flexible, dentro de su categoría de utilización e irán fijados convenientemente a los conectores, de forma que no se produzcan roturas de conexiones por tirones y se garantice la estanqueidad del conjunto.

## TCAMP-RQSS-14570 – Acoplamiento AT

El acoplamiento de AT se dará en el caso de tener que pasar AT desde el coche equipado con pantógrafo hacia el coche equipado con el equipo receptor de AT. Se realizará mediante las mangueras y conectores apropiados para las características de corriente y tensiones máximas de trabajo. El cable de unión tendrá las características de aislamiento y flexibilidad apropiadas para su particular funcionamiento, así como de resistencia a la abrasión y a los agentes atmosféricos.

## TCAMP-RQSS-14390 – Acoplamiento BT

En cuanto al acoplamiento de BT, en cada manguera de unión y sus respectivos conectores se preverá un porcentaje adecuado de contactos y cables de reserva.

El fabricante desarrollará su solución y será sometida a aprobación expresa de FGC. Los extremos laterales del testero acoplado quedarán libres para poder situar los puntos de levante y encarrilamiento con comodidad y espacio.

Existirá en el esquema eléctrico del tren un esquema para cada acoplamiento entre coches de forma que contemplen todas las uniones eléctricas entre coches, cables, conectores y pines de conexión. Estos elementos estarán perfectamente referenciados para su fácil búsqueda en el listado de aparatos eléctricos de la unidad.

#### TCAMP-RQSS-15775 – Compartimentación

El cableado se montará de forma compartimentada, para que en caso de incendio no se facilite la progresión del mismo. Es deseable que el montaje del cableado se realice en bandejas de forma modular.

#### TCAMP-RQSS-14522 – Reservas

Todas las canalizaciones de cables contarán con un número de cables no utilizados o de reserva, a definir en fase de proyecto, en caso de ser necesario corregir averías en los equipos existentes, o bien para la instalación de nuevos sistemas.

### 2.2.6 Diseño y Acabados

#### TCAMP-RQSS-15614 – Bocetos 3D imagen interior y exterior

En la oferta se presentarán 3 bocetos en render 3D del diseño interior y exterior de la unidad de tren. FGC podrá ejercer el derecho a modificar total o parcialmente el diseño exterior e interior presentado, de acuerdo con el aspecto que considere más idóneo para la nueva UT.

Esta posible modificación por parte de FGC no excluirá ningún tipo de responsabilidad del adjudicatario en el proyecto.

#### TCAMP-RQSS-14777 – Inscripciones y marcas exteriores

El número de identificación del coche deberá ir ubicado en los testeros extremos de cada UT y en los costados de cada coche.

Se incluirá el logotipo de FGC.

El número de identificación, el diseño de las inscripciones, la cantidad de éstas y su ubicación se definirá durante la fase de proyecto, teniendo en cuenta las prescripciones de la norma EN 15877-2 y los criterios de imagen corporativa de FGC.

#### TCAMP-RQSS-15767 – Inscripciones catalán

Se requiere la rotulación en catalán de todos los accionamientos, aparatos y equipos bajo bastidor, de modo que el personal de conducción y de mantenimiento pueda reconocer fácilmente su función, así como las indicaciones de seguridad correspondientes.

La rotulación se efectuará de forma que pueda limpiarse sin crear desgaste ni perder calidad de lectura.

### 2.2.7 Accesibilidad, Ergonomía y Seguridad

#### TCAMP-RQSS-14335 – Requisitos generales RD 1544

El diseño del tren se realizará de forma que se cumplan los requisitos establecidos en el RD 1544.

## TCAMP-RQSS-29638 – Adecuación al Codi d'Accessibilitat

En carácter general se deberá cumplir el *Codi d'Accessibilitat de Catalunya* a pesar de no estar formalmente vigente.

En fase de proyecto, podrán revisarse puntos particulares que por limitaciones técnicas no puedan cumplirse, previa justificación técnica del Adjudicatario.

## TCAMP-RQSS-31558 – Altura mínima zona de pasaje

La altura mínima para toda de la zona interior de pasaje es de 2,00 m.

Deberá diseñarse el espacio interior para que ningún elemento interfiera con la altura mínima.

## TCAMP-RQSS-31587 – Seguridad de los peatones

El tranvía deberá diseñarse con criterios de seguridad de los peatones, de acuerdo con la CEN/TR 17420

## TCAMP-RQSS-29103 – Dispositivo salva personas

Las partes delantera y posterior del vehículo estarán equipados con un dispositivo tipo "pala" o similar, diseñado para rechazar los objetos o cuerpos de debajo el tranvía. Se mantendrá lo más próximo posible al plano de rodadura. En el momento de su ejecución se deberá asegurar que se active una frenada de urgencia.

El dispositivo incorporará unas ruedas para que en caso de despliegue quede encarrilado encima de los carriles.

## 2.2.8 Seguridad frente a incendios

## TCAMP-RQSS-14854 – Requisitos del aislamiento

Todos los materiales utilizados para el aislamiento deberán cumplir con los requisitos de la norma EN 45545-2 en función de su ubicación y utilización específica.

## TCAMP-RQSS-29626 – Categoría materiales

Para la categorización de los materiales se utilizarán los criterios descritos en la norma según el tipo de servicio, la infraestructura y las condiciones de evacuación para viajeros y tripulación del tren.

## TCAMP-RQSS-14330 – Listado clasificación de materiales

La calificación de los materiales elegidos será sometida a la aprobación de FGC quién podrá exigir su demostración mediante las pruebas correspondientes de algunos materiales en un laboratorio homologado, en la fase de ejecución del suministro.

TCAMP-RQSS-14115 – Criterios contra incendios según Norma MM

El diseño de los espacios del tren, la estrategia de seguridad frente al fuego, y la correspondiente evaluación de la conformidad de los vehículos deberá ajustarse a los requisitos y criterios de la norma EN 45545-4.

TCAMP-RQSS-15260 – Características y ubicación extintores

Los extintores serán compatibles para la extinción con equipos eléctricos.

Deberán ser los homologados por FGC en los procedimientos de seguridad.

Las características, cantidad y ubicación de extintores deberán adecuarse a la norma EN 45545-6.

## 2.2.9 Ruido exterior e Interior

TCAMP-RQSS-15406 – Ruido. Límites de emisión.

En relación a la presión sonora, con el fin de minimizar el impacto medio ambiental y preservar el bienestar de las personas, las UT respetaran los límites de emisión sonora medidos según lo establecido en las normas EN ISO 3095 para la medida del ruido al exterior de las UT y según la EN ISO 3381 para la medida del ruido al interior de los vehículos.

TCAMP-RQSS-29673 – Ruido UT. Localización medidas exteriores

Las medidas de ruido se deberán tomar en un tramo significativo de recta y en un tramo en curva con el radio de curvatura más cerrado en todo el trazado comercial.

TCAMP-RQSS-14364 – Límites de ruido

Los niveles de ruido, tanto en el interior de la cabina de conducción, como los emitidos hacia el exterior, deberán cumplir los requerimientos de la *"Llei 16/2002 de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica (BOE 177 de 25/07/2002)"*

TCAMP-RQSS-14874 – Ruido. Valores en fase Oferta

En la oferta se indicará, al menos, los niveles de ruido interior y exterior en los siguientes puntos, valorándose que las justificaciones se basen en pruebas reales:

- Sala viajeros y cabina de conducción, con los equipos de climatización en funcionamiento en todos los escenarios:
  - con UT parada
  - A velocidad de 30 km/h
  - A velocidad de 50 km/h
  - A la velocidad de 70 km/h
- En el exterior de la UT en los escenarios anteriores a una distancia de 7,5 m

## 2.2.10 Resistencia al avance

TCAMP-RQSS-15700 – Determinación de la resistencia al avance

La resistencia total al avance de la UT se determinará de acuerdo con el punto 6.4 de la norma EN 14067-4.

El Constructor propondrá a FGC, para su validación, los cálculos y ensayos que llevará a cabo para determinar la resistencia al avance.

## 2.2.11 Red del tren (TCN)

TCAMP-RQSS-15105 – Red del tren. Norma general

La red del tren (TCN) se ajustará al conjunto de normas IEC 61375.

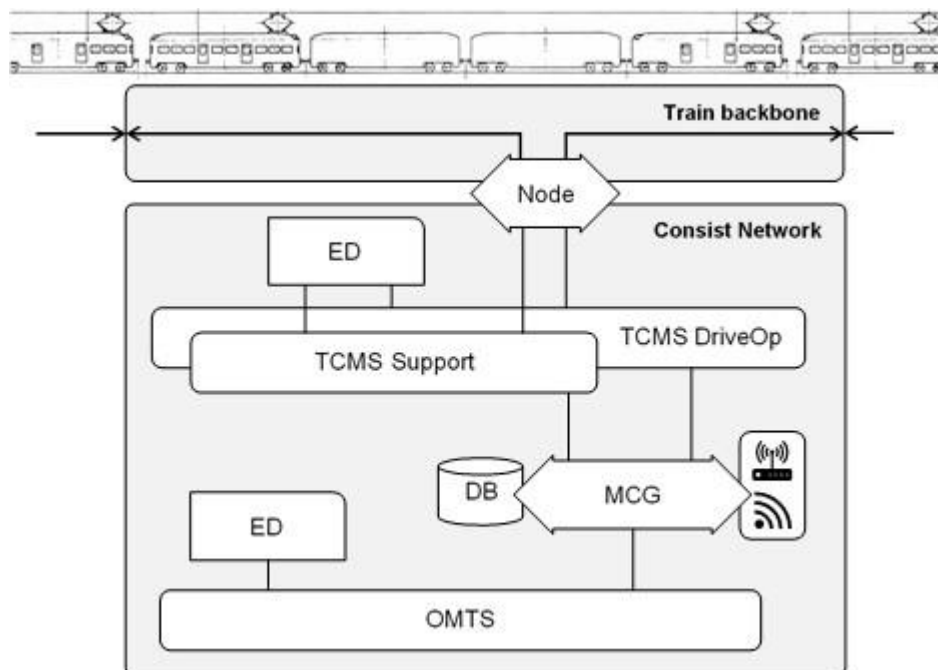
### 2.2.11.1 Arquitectura

TCAMP-RQSS-14268 – Red del tren. Arquitectura según la norma.

La arquitectura de la red del tren se ajustará a la norma IEC 61375-1.

TCAMP-RQSS-14291 – Red del tren. Arquitectura.

La arquitectura de la Red del tren deberá acoger a las diferentes subredes de comunicación, que deberán ajustarse a zonas definidas por niveles de seguridad (SL); según el siguiente diagrama:





Donde se distinguen dos redes:

- Red **TCMS**: Train Control and Monitoring System
  - Subred **TCMS DriveOp**: comunicaciones críticas y las relacionadas con la conducción del tren
  - Subred **TCMS Support**: comunicaciones no críticas de los dispositivos del TCMS
- Red **OMTS**: *On-board Multimedia and Telematic Services* y varios dispositivos:
  - **ED**: Equipo final (*End Device*. e.g.: TCU, VCU, HVAC, SIV)
  - **Node**: Gateway de conexión entre la red Consist y el Train Backbone.
  - **DB**: Base de datos del TCMS, sólo lectura.
  - **MCG**: *Mobile Communication Gateway*

Los dispositivos Node, DB y MCG son considerados dispositivos de red (*Network Devices*).

En ningún caso se conectará una red de servicio de internet a viajeros a la Red del tren.

TCAMP-RQSS-15624 – Red del tren. Instalación de los dispositivos de red

Todos los dispositivos de red deberán ser instalados en armarios eléctricos, preferentemente en cabina, de fácil acceso al personal de FGC, y sin posibilidad de acceso a los viajeros.

Todos los elementos de los dispositivos deberán ser accesibles desde el frontal, para simplificar su montaje y sustitución del equipo cuando se produce un fallo o durante labores de mantenimiento.

TCAMP-RQSS-14850 – Red del tren. Conexión de dispositivos a la red TCMS

Los dispositivos de los siguientes subsistemas deberán estar conectados a la Red TCMS:

VCU	Control del vehículo
BCU	Freno neumático
TCU	Tracción
DCU	Puertas
HMI-C	Interfaz tren-maquinista, conducción
HVAC	Aire acondicionado
JRU	Registrador jurídico
SAE	Sistema de Asistencia a la Explotación
APS	Convertidor auxiliar

BC	Cargador de baterías, si es un elemento independiente del convertidor auxiliar.
RadTel	Radiotelefonía de operaciones tren-tierra

TCAMP-RQSS-14788 – Red del tren. Conexión de dispositivos a la red OMTS

Los dispositivos de los siguientes subsistemas deberán estar conectados a la Red OMTS:

HMI-V	Interfaz tren-maquinista, comunicación viajeros
SIV	Sistema de información al viajero.
CCTV	Circuito Cerrado de Cámaras IP
EMS	Sistema de Monitorización de Energía
APC	Cuenta personas
BIT	Sistema de billeteaje
OMNI	Sistema Omnitren

TCAMP-RQSS-15293 – Red del tren. Disponibilidad del servicio

Se garantizará alta disponibilidad de la Red del tren, mediante equipos de probada capacidad con altos rangos de valores de tiempo medio entre fallos (MTBF), justificando al menos:

- Topología de las redes
- Prestaciones y redundancia de los dispositivos de red.
- Software y/o configuración de los dispositivos de red.

TCAMP-RQSS-14138 – Red del tren. Descriptivo de la Red y las conexiones.

El fabricante deberá presentar en fase de diseño un diagrama de la Red del tren indicando las conexiones a las subredes de los dispositivos de red y los dispositivos finales conectados.

Para la Red del tren, deberá concretar hasta subred, física o virtual.

Para los dispositivos finales, a excepción de los *switchs*, deberá concretar hasta puerto de comunicación del dispositivo.

TCAMP-RQSS-15758 – Red de tren. Alimentación de los dispositivos de red

Todos los dispositivos de red deberán estar alimentados de forma permanente por las baterías de la UT.

### 2.2.11.2 Subredes

TCAMP-RQSS-15141 – Red del tren. Subred TCMS. Tecnología ECN según normativa.

La Red TCMS se implementará con tecnología ECN (Ethernet Consist Network) según la norma IEC 61375-3-4.

TCAMP-RQSS-15750 – Red del tren. Subred TCMS. Control de flujo y segregación de redes

En la Red TCMS, las comunicaciones relacionadas con la conducción (subred TCMS DriveOp) no podrán ser comprometidas ni interferidas por las comunicaciones no relacionadas con la conducción (subred TCMS Support).

Este control de flujo podrá implementarse mediante subredes físicas o virtuales.

TCAMP-RQSS-14814 – Red del tren. Subred TCMS. Conexión exclusiva de los dispositivos.

Los equipos conectados a la Red TCMS no pueden estar conectados a ninguna otra red, con la única excepción de los dispositivos del tipo MCG.

TCAMP-RQSS-15703 – Red del tren. Subred OMTS. Tecnología ECN según normativa.

La red OMTS se implementará con tecnología ECN (*Ethernet Consist Network*) según la norma IEC 61375-3-4.

TCAMP-RQSS-15473 – Red del tren. Subred OMTS. Visibilidad entre dispositivos.

Para la Red OMTS, deberán segregarse los dispositivos por funciones, en subredes a nivel de VLANs.

El direccionamiento entre subredes del OMTS será acordado con FGC.

TCAMP-RQSS-14488 – Red del tren. Gestión de la visibilidad entre dispositivos

La gestión de la visibilidad y las reglas de acceso entre dispositivos de distintas redes, ya sean físicas o virtuales, será realizada exclusivamente por el MCG.

TCAMP-RQSS-14813 – Red del tren. Conexión de nuevos dispositivos

La Red del tren deberá ser abierta y facilitar el registro de dispositivos no especificados en fase de proyecto.

El registro de nuevos dispositivos deberá estar protegido y controlado por el MCG.

### 2.2.11.3 Servicios

TCAMP-RQSS-15023 – Red del tren. Servicios. Monitorización

Todos los dispositivos de red estarán monitorizados mediante una plataforma proporcionada por el fabricante, o integrada en la plataforma de FGC.

#### TCAMP-RQSS-15518 – Red del tren. Servicios. NAT

En la Red del tren se deberá implementar un servicio NAT entre las conexiones externas y los dispositivos del tren.

La IP publicada de la UT y sus dispositivos será estática y estará asociada al número de UT.

Las direcciones publicadas de las UT y sus dispositivos deberán adecuarse a los criterios de flota de FGC, y serán acordados con FGC.

#### TCAMP-RQSS-14994 – Red del tren. Servicios. DHCP estático

En la Red del tren se deberá implementar un servicio DHCP.

El servicio DHCP debe permitir la sustitución de cualquier dispositivo final o de red, independientemente de la dirección que tenga asignada, sin requerir ninguna configuración del servicio DHCP ni el dispositivo por parte del personal técnico.

El servicio DHCP debe asignar una misma dirección de red en función del puerto físico de conexión a la red.

El servicio DHCP deberá configurarse para que el direccionamiento interno de los dispositivos de red y los dispositivos finales sea el mismo en todas las UT.

#### TCAMP-RQSS-14406 – Red del tren. Servicios. NTP

En la Red del tren se deberá implementar un servicio NTP.

Todos los dispositivos conectados a la Red del tren deberán sincronizar sus relojes con el NTP del tren.

El *timestamp* de todos los datos registrados y publicados de todos los dispositivos conectados a la Red del tren deberá estar sincronizado con el NTP del tren.

### 2.2.11.4 Mobile Connection Gateway

#### TCAMP-RQSS-14713 – Red del tren. MCG. Prestaciones

Las funciones del MCG se implementarán en un dispositivo (o redundado en varios) del tipo NGFW industrial (*Next Generation Firewall*).

Los dispositivos MCG deben ser equipos robustos, y homologados a todos los niveles para entorno industrial.

El fabricante tendrá que informar sobre el modelo de MCG que instalará, el cual deberá que ser validado por FGC.

#### TCAMP-RQSS-14731 – Red del tren. MCG. Punto único de acceso

El MCG será el único punto de acceso a la Red del tren des del exterior del tren.

#### TCAMP-RQSS-15102 – Red del tren. MCG. Comunicación entre redes

El MCG será el único dispositivo de conexión entre diferentes redes del tren.

TCAMP-RQSS-14789 – Red del tren. MCG. IDS

El MCG deberá implementar la funcionalidad IDS (*Intrusión Detection System*), capaz de monitorizar las comunicaciones entre dispositivos:

- del interior y el exterior del tren
- de las distintas redes y subredes de la Red del tren

y detectar anomalías en los protocolos, de uso y comportamiento; y detección de vulnerabilidades y amenazas.

El MCG deberá identificar inequívocamente las comunicaciones de los equipos conectados, no permitiéndose la inclusión ni comunicaciones de equipos ajenos o no identificados.

TCAMP-RQSS-14709 – Red del tren. MCG. Consola de configuración de MCGs

Se implementará una consola de gestión centralizada, a nivel de flota de trenes, que permita la gestión y mantenimiento de los dispositivos MCG.

La consola centralizada para la gestión y mantenimiento de dispositivos MCG deberá recibir una atención especial de ciberseguridad.

### 2.2.11.5 Comunicaciones tren-tierra de banda ancha

TCAMP-RQSS-14916 – Red del tren. Comunicaciones tren-tierra.

La Red del tren deberá conectarse a los servidores FGC mediante conexiones seguras (con niveles de seguridad equivalente a SSL) para garantizar la seguridad de las comunicaciones tren-tierra de banda ancha.

TCAMP-RQSS-14485 – Red del tren. Comunicaciones tren-tierra. Normativa

Las comunicaciones tren-tierra se implementarán conforme la norma IEC 61375-2-6.

TCAMP-RQSS-14503 – Red del tren. Comunicaciones tren-tierra. Radio híbrida

La conectividad tren-tierra deberá implementar como mínimo las tecnologías siguientes:

1. WiFi 6
2. Telefonía móvil 3G
3. Telefonía móvil 4G

E implementar la preinstalación (cableado de alimentación, comunicaciones y de antenas; y espacio en armario) para una ampliación a telefonía móvil 5G.

TCAMP-RQSS-31362 – Red del tren. Comunicaciones tren-tierra. Varios operadores telefonía móvil.

La conectividad tren-tierra de telefonía móvil deberá soportar el uso de como mínimo 2 operadores de telefonía móvil distintos simultáneos. El sistema deberá permitir a FGC configurar las preferencias de balanceo de las comunicaciones y la gestión del degradado entre los distintos operadores.

TCAMP-RQSS-29613 – Red del tren. Comunicaciones tren-tierra. Antenas

Deberá minimizarse la cantidad de antenas a instalar en el exterior del tranvía, priorizando la integración de distintas tecnologías de radio tren-tierra (Wifi, 3G, 4G, 5G) e incluso GPS en una única antena.

TCAMP-RQSS-15630 – Red del tren. Comunicaciones tren-tierra. Adaptabilidad

El sistema de comunicaciones tren-tierra deberá ser adaptable a nuevas tecnologías de comunicación tren-tierra.

TCAMP-RQSS-14195 – Red del tren. Comunicaciones tren-tierra. Balance entre radios

El sistema de comunicación tren-tierra deberá implementar un algoritmo de balanceo de tráfico entre las distintas tecnologías de radio que optimice la comunicación tren-tierra.

TCAMP-RQSS-15726 – Red del tren. Comunicaciones tren-tierra. Integración a servidores FGC

El sistema de comunicaciones tren-tierra deberá comunicarse con los servidores de FGC e integrarse con el sistema actual de gestión de flota.

TCAMP-RQSS-15028 – Red del tren. Comunicaciones tren-tierra. Transferencia de ficheros. Almacenamiento intermedio.

Según la norma IEC 61375-2-6, por motivos de seguridad, cualquier transferencia de ficheros entre un dispositivo final del tren y un dispositivo en tierra utilizará un almacenamiento intermedio temporal gestionado por el MCG.

TCAMP-RQSS-14465 – Red del tren. Comunicaciones tren-tierra. Transferencia de ficheros. Transferencias incrementales

El MCG deberá soportar la transferencia de ficheros incremental, que permita recuperar el estado de una transferencia en caso de interrupción de las comunicaciones tren-tierra.

### **2.2.11.6 Base de datos embarcada**

TCAMP-RQSS-15255 – Red del tren. DB. Presentación.

La Red del tren deberá contar con una Base de Datos Embarcada (DB) que actuará de registrador de las variables del tren.

La finalidad de la DB es:

1. Disminuir la cantidad de productores de información (sensores) y las comunicaciones entre dispositivos, facilitando a los consumidores el acceso a dicha información.
2. Registrar el valor de las variables del tren, para su análisis posterior.

TCAMP-RQSS-14942 – Red del tren. DB. Conexión y control de acceso

La DB deberá conectarse exclusivamente a la MCG.

La DB deberá implementar control de los accesos de lectura y escritura a cada una de las variables registradas.

El MCG deberá controlar el acceso a la DB. El control de acceso a la DB deberá ser transparente a los dispositivos, y de forma que el reemplazo de los dispositivos del tren no requiera de configuración alguna por parte del personal de Mantenimiento.

#### TCAMP-RQSS-14402 – Red del tren. DB. Variables a registrar

La DB deberá registrar continuamente el valor de las variables del tren.

El listado de variables a registrar deberá ser aprobado por FGC.

La DB deberá estar abierta y facilitar el registro de nuevas variables no especificadas en fase de proyecto.

#### TCAMP-RQSS-15423 – Red del tren. DB. Metadatos

Las variables deberán acompañarse de metadatos significativos del registro. Al menos:

- *timestamp* con resolución de ms (sincronizado con el NTP del tren)
- geolocalización (e.g. GPS)

#### TCAMP-RQSS-14750 – Red del tren. DB. Documentación de la DB

El fabricante deberá proporcionar un listado de las variables contenidas en la DB, indicando al menos:

- Nombre de la variable
- Unidades
- Descripción
- Identificador del productor de la variable.

#### TCAMP-RQSS-15413 – Red del tren. DB. Protocolos.

Todas las variables de la DB deberán ser accesibles, tanto en modo lectura como escritura, al menos mediante los protocolos:

1. SQL (*Structured Query Language*)
2. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

#### TCAMP-RQSS-15187 – Red del tren. DB. Capacidad del registro

La DB deberá proporcionar al menos el valor más actual de las variables registradas.

La DB deberá retener el registro de las variables de los últimos 7 días de funcionamiento.

El contenido de la DB deberá ser exportado diariamente a los servidores de FGC. El proceso de exportación estará optimizado a la transferencia de la información.

### **2.2.11.7 Servidores en tierra**

TCAMP-RQSS-31579 – Red del tren. Servidores tierra.

Todo software que deba instalarse en tierra para la correcta prestación del servicio comercial, de mantenimiento, etc. Deberá instalarse en un único servidor de la red corporativa de FGC.

Las características del servidor serán acordadas con FGC en fase de ejecución del proyecto.

TCAMP-RQSS-31580 – Red del tren. Servidores tierra. Servidores Externos

Toda comunicación con servidores externos deberá ser sometida a los requisitos y aprobación expresa de FGC.

TCAMP-RQSS-31581 – Red del tren. Servidores tierra. Licencias y mantenimiento

El mantenimiento de las licencias del software instalado en tierra será a cargo del Mantenedor.

De requerir el servidor de FGC tareas de mantenimiento (monitorización, copias de seguridad, etc.) más allá de lo cubierto por FGC, será a cargo del Mantenedor.

## **2.2.12 Sistemas de Diagnóstico**

### **2.2.12.1 Autodiagnóstico Equipos Embarcados**

TCAMP-RQSS-31370 – Diagnóstico. Histórico

Cada dispositivo deberá mantener un histórico para el diagnóstico de las informaciones producidas de como mínimo 15 días.

TCAMP-RQSS-31368 – Diagnóstico. Conexión a la Red del Tren

Todos los dispositivos embarcados deberán estar conectados a la Red del Tren para informar de su estado: normal, alarmas, niveles, y las que puedan considerarse.

A través de la Red del Tren se podrá acceder a la diagnosis para:

- comprobación de funcionamiento en tiempo real,
- descarga de datos históricos y
- realización de pruebas.

TCAMP-RQSS-31369 – Diagnóstico. Descarga de datos

La conexión con los dispositivos para consulta y descarga de datos y parámetros deberá poderse realizar en tiempo real, de forma local (conectado al dispositivo) y remota (conectado a la Red del Tren), sin que ello afecte la funcionalidad del dispositivo ni la operación y el servicio del tranvía.



TCAMP-RQSS-31415 – Diagnóstico en fase de pruebas.

El Adjudicatario deberá entregar a FGC todo software, manuales, permisos, etc. necesario para conectarse a todos los dispositivos embarcados antes del inicio de las pruebas.

### **2.2.12.2 Sistema Centralizado de Diagnóstico Embarcado**

TCAMP-RQSS-31428 – Sistema Centralizado de Diagnóstico Embarcado

Cada tranvía deberá incorporar un Sistema Centralizado de Diagnóstico Embarcado (SCDE) capaz de generar información agregada de eventos, variables de estado, y funciones complejas.

TCAMP-RQSS-31436 – SCDE. Formato de la información.

El SCDE deberá generar la información en archivos de formato abierto, tipo CSV, JSON, XML, YAML, etc.

El formato de la información deberá estar documentado y ser aprobado por FGC.

TCAMP-RQSS-31434 – SCDE. Envío de información.

El SCDE deberá ser capaz de enviar información al Puesto de Mando mediante la Red del Tren.

En caso de falta o interrupción de las comunicaciones, el SCDE deberá ser capaz de retomar el envío de la información tan pronto se recupere la conectividad.

TCAMP-RQSS-31435 – SCDE. Histórico.

El SCDE deberá mantener un histórico de la información generada de como mínimo 7 días, para su descarga local o remota mediante la Red del Tren.

TCAMP-RQSS-31437 – SCDE. Licencias

El Adjudicatario deberá proporcionar el SCDE como un producto y no podrá estar sometido a licencias de servicio ni costes adicionales de explotación.

TCAMP-RQSS-31438 – SCDE. Visualización de la información.

El Adjudicatario deberá proporcionar un software de visualización de la información generada por el SCDE.

El SW de Visualización deberá gestionar los distintos registros enviados por cada uno de los tranvías.

El SW de Visualización deberá representar la información generada de forma gráfica, identificando los registros, variables de contexto, el vehículo productor de la información, etc.

TCAMP-RQSS-31433 – SCDE. Agregación del contexto.

El SCDE deberá agregar distintas variables según la información a reportar.

El SCDE deberá agregar en todos sus diagnósticos las variables de contexto necesarias para identificar causas de averías de forma eficiente.

El listado de variables a incorporar para cada tipo de informe y diagnóstico deberá ser actualizado en cada modificación de Software y validado por FGC.

TCAMP-RQSS-31549 – SCDE. Desarrollo de diagnósticos.

El Adjudicatario deberá implementar en el SCDE aquellos contadores y operaciones de diagnóstico que FGC considere significantes en fase de proyecto.

TCAMP-RQSS-31561 – SCDE. Modularidad.

El SCDE deberá implementarse en un dispositivo y de forma tal que la inclusión de nuevos contadores no implique nuevas versiones de software de VCU, u otros componentes del TCMS.

TCAMP-RQSS-31429 – Diagnóstico. SCP

El SCDE deberá generar informes de ocupación agregando al Sistema Cuenta Personas, las variables de contexto de la operación.

Los informes de ocupación deberán enviarse como mínimo tras cada operación de cierre de puertas.

TCAMP-RQSS-31430 – Diagnóstico. Energía

El SCDE deberá generar informes de energía de

- Tracción
  - consumida,
  - recuperada y
  - disipada en las resistencias
- Consumo de los convertidores auxiliares
  - Equipos de clima
  - Baterías auxiliares (carga/descarga)
- Baterías de tracción

Utilizando para cada elemento las unidades del Sistema Internacional (e.g. V, A, kWh, Ah) más convenientes para su posterior análisis.

Los informes de energía deberán enviarse como mínimo tras la llegada a cualquier estación, cada 1 km, y cada 5 min.

TCAMP-RQSS-31431 – Diagnóstico. Alarmas.

El SCDE deberá generar informes de alarmas del control del tren, cuando se produzcan eventos significativos.

Para la generación de los eventos, el SCDE deberá ser capaz de programar funciones complejas de combinación de variables.

El Adjudicatario deberá actualizar las funciones con cada modificación de software del tranvía.

El Adjudicatario deberá documentar las funciones y condiciones que generan los eventos significativos.

Los informes de alarmas del control del tren deberán enviarse cada vez que se produzca un evento.

#### TCAMP-RQSS-31432 – SCDE. Contadores

El SCDE deberá registrar y agregar contadores de los subsistemas más significativos, para mejorar el diagnóstico y pronóstico de averías, cálculo de intervalos de mantenimiento, etc.

El listado de contadores a implementar serán definidos y aprobados por FGC en fase de Proyecto.

El SCDE deberá enviar el valor de los contadores como mínimo cuando éstos se actualicen y cada 30 min.

### **2.2.12.3 Omnitren: Diagnóstico Remoto en Tiempo Real**

#### TCAMP-RQSS-31464 – Omnitren

FGC cuenta con un sistema propio de seguimiento y diagnóstico remoto en tiempo real, denominado Omnitren.

El sistema Omnitren requiere la instalación de un PC embarcado conectado a la Red del Tren, con acceso al TCMS, la OMTS, la DB y acceso continuo a tierra mediante la MCG.

#### TCAMP-RQSS-31465 – Omnitren. Preinstalación.

El sistema Omnitren cuenta con un PC Industrial embarcado.

El PC Omnitren se alimenta mediante línea de baterías.

El PC Omnitren se conecta a la Red del Tren mediante un único puerto Ethernet.

El Adjudicatario deberá realizar la preinstalación del PC Omnitren, y realizar cuantas configuraciones de red y accesos en el vehículo y servidores en tierra sean necesarias para permitir la plena funcionalidad del sistema Omnitren.

### **2.2.13 Ciberseguridad**

#### TCAMP-RQSS-14929 – Ciberseguridad. Alcance.

Deberá realizarse un análisis de ciberseguridad de la UT para la totalidad del ciclo de vida del vehículo.

El análisis de ciberseguridad deberá considerar:

- los dispositivos conectados a la Red del tren (dispositivos finales y dispositivos de red) y
- otros equipos no conectados a la Red del tren, susceptibles de vulnerabilidades en materia de ciberseguridad.

TCAMP-RQSS-14460 – Ciberseguridad. Normativas.

El análisis de ciberseguridad del tren se realizará según el conjunto de normas IEC 62443 o la TS 50701, y siguiendo los procedimientos descritos en el conjunto de normas ISO 27000.

TCAMP-RQSS-14104 – Ciberseguridad. Auditoría independiente

El análisis de ciberseguridad y la adopción de las medidas será auditado por una entidad competente independiente.

TCAMP-RQSS-14906 – Ciberseguridad. En revisión continua

El análisis de ciberseguridad deberá estar en continua evolución durante la ejecución del proyecto. Cualquier cambio en los dispositivos dentro del alcance del análisis de ciberseguridad será reflejado en el análisis.

TCAMP-RQSS-14762 – Ciberseguridad. Prevalencia de las consideraciones de ciberseguridad.

Las especificaciones y cambios propuestos por el análisis de ciberseguridad, en materia de:

- arquitectura de la red del tren;
- prestaciones, configuración y programación de los dispositivos de red y dispositivos finales;
- disposición, instalación y acceso en el tren de los dispositivos de red y dispositivos finales;

deberán prevalecer a los requisitos de este pliego, y la propuesta del fabricante en fase de oferta.

TCAMP-RQSS-15108 – Ciberseguridad. Documentación de la oferta.

El ofertante deberá proporcionar en fase de oferta la siguiente documentación:

- su propuesta de valor en materia de ciberseguridad.
- de la entidad independiente que auditará el análisis de ciberseguridad:
  - propuesta técnica de auditoría al fabricante
  - certificación que acredite la competencia de la entidad.

TCAMP-RQSS-14386 – Ciberseguridad. Presentación de la auditoría.

De la entidad independiente que auditará el análisis de ciberseguridad, el ofertante deberá presentar en la oferta:

- la propuesta técnica de auditoría
- certificación que acredite la competencia de la entidad.

TCAMP-RQSS-15418 – Ciberseguridad. Documentación.

La entidad auditora deberá entregar un informe justificativo de los siguientes trabajos realizados en materia de ciberseguridad:

Informe	Descripción
Plan de ciberseguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de ruta del fabricante para minimizar los riesgos del proyecto en materia de ciberseguridad, indicando:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ alcance,</li> <li>○ fases,</li> <li>○ ciclos de fases y</li> <li>○ plazos de realización.</li> </ul> </li> </ul>
Análisis de riesgos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matriz de análisis de riesgo de la ciberseguridad del tren.</li> <li>• Especificación de la Red del tren (subredes i conexiones).</li> <li>• Propuesta de medidas y especificaciones a los subsistemas en materia de ciberseguridad.</li> </ul>
Validación del sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de la implantación de las especificaciones del análisis de riesgos de ciberseguridad.</li> <li>• Validación de la solución implementada.</li> </ul>
Gestión y supervisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimiento de gestión y supervisión de la ciberseguridad durante la operación</li> </ul>

## **2.3 Caja**

### **2.3.1 Estructura**

#### **2.3.1.1 Requisitos Técnicos Particulares**

TCAMP-RQSS-14599 – Material cajas aluminio norma

En caso de utilizar el aluminio como material constructivo de las cajas, este aluminio seguirá los criterios recogidos en EN 485.

TCAMP-RQSS-14763 – Material y estructura corrosión

En caso de utilizar cajas de aluminio, la selección de los tipos o calidades de aluminio se deberán tener en cuenta las condiciones particulares de trabajo y constructivas para cada una de las piezas, así como la resistencia a la corrosión que pudiese originarse por causas típicas (corrosión debida al esfuerzo, corrosión intergranular y galvánica, etc.).

En todo caso, las aleaciones de aluminio seguirán los criterios recogidos en la EN 485-1 y EN 485-2.

TCAMP-RQSS-15250 – Fisuras caja

Los elementos resistentes de la estructura, sus soldaduras y juntas soldadas expuestas a severas condiciones de servicio, solicitadas dinámicamente de forma permanente bajo circulación normal, no presentarán, durante el período de duración de vida del tren, ningún tipo de fisuración. Además, se solicitarán los procedimientos y las habilitaciones del personal ejecutor para realizar los trabajos.

TCAMP-RQSS-14232 – Soldaduras soportes caja

En el caso de que sea precisa la utilización de elementos de acero forjado o fundición de acero, la homogeneización en la unión de materiales debe ser perfecta. Las soldaduras de los materiales de aluminio y las de los posibles componentes de acero utilizados (ej.: soportes) deberán ser de alta calidad ejecutadas por soldadores homologados.

TCAMP-RQSS-15341 – Vida de la caja

La vida de la caja no será inferior a la vida del vehículo.

#### **2.3.1.2 Requisitos al Diseño**

TCAMP-RQSS-15035 – Clima. Lubricación.

Los lubricantes que se utilicen serán biodegradables.

## TCAMP-RQSS-14756 – Embellecedor caja

En la parte superior de las cajas, a lo largo de los laterales de todas ellas, se dispondrá de un elemento embellecedor que disimule los equipos situados en techo.

## TCAMP-RQSS-15743 – Desagües caja

En ningún caso las aguas que puedan acumularse en los techos de los coches escaparán por los extremos y laterales de los coches por ello, como medidas constructivas adicionales el constructor prestará especial atención al diseño, construcción y montaje de unas canalizaciones bajantes de desagüe.

## TCAMP-RQSS-14518 – Desagües caja climatización

Al equipo de climatización se le dedicarán desagües específicos y diferentes a los desagües de acumulación de agua del techo. El número de desagües se dictaminará en función de las necesidades del equipo

## TCAMP-RQSS-14759 – Desagües caja estética

Los bajantes de los desagües se integrarán y quedarán disimulados en las estructuras de las cajas.

## TCAMP-RQSS-15224 – Ubicación desagües

Todas las canalizaciones de desagüe evacuaran las aguas y condensados en la traza de vía bajo bastidores.

## TCAMP-RQSS-15639 – Salida desagües

En ningún caso la salida de los desagües incidirá en ningún aparato y, o elemento montado bajo bastidor. Se evitará el estancamiento de aguas y condensados en cualquier zona de las estructuras de las cajas de los vehículos.

## TCAMP-RQSS-15202 – Requisitos estructurales

Las cajas de la UT deben soportar las cargas máximas consideradas en sus requisitos de explotación y llegar al final de la vida en servicio según se indica en la norma EN 12663-1 para vehículos en la categoría definida en Categoría vehículo. Definición de cargas.

## TCAMP-RQSS-14566 – Resistencia soportes y anclajes

Todos los soportes y anclajes de aparatos, así como los elementos de unión entre caja y bogies, serán capaces de soportar sin deformación permanente los esfuerzos resultantes de someter el conjunto del vehículo a las aceleraciones indicadas en la norma EN 12663-1.

TCAMP-RQSS-14598 – Cálculo frecuencias propias

Se presentará el cálculo de las frecuencias propias de la caja en tara y en todas las condiciones de carga, teniendo en cuenta los requisitos relativos a modos de vibración del apartado 6.9 de la norma EN 12663-1.

TCAMP-RQSS-14647 – Cargas de fatiga

Las cargas de fatiga se determinarán de acuerdo con los apartados 6.6, 6.7 y 6.8 de la norma EN 12663-1

TCAMP-RQSS-15525 – Frecuencias propias

Las frecuencias propias de la caja deben de estar lo suficientemente alejadas de las frecuencias de servicio, con objeto de evitar los fenómenos de resonancias. Se deberá tener en cuenta la suspensión en las hipótesis de cálculo

TCAMP-RQSS-15237 – Densidad personas cálculo

Para los cálculos de resistencia mecánica de la caja, se deben considerar las cargas según las cargas de cálculo definidas en la norma EN 15633.

TCAMP-RQSS-14492 – Resistencia colisión

Las cajas de los coches estarán proyectadas con arreglo a la norma EN 15227 (Requisitos de resistencia a la colisión para cajas de vehículos ferroviarios) considerando los coches de la categoría correspondiente a la Categoría del vehículo, y teniendo en cuenta los escenarios descritos en la norma EN 15227 con posibles adaptaciones a la línea.

TCAMP-RQSS-29667 – Antena. Prioridad semamfórica

Se deberá considerar en el diseño de caja, en la zona bajo bastidor de cabina, un espacio para poder alojar una antena para la prioridad semafórica.

### **2.3.1.3 Requisitos de Test y Validación**

TCAMP-RQSS-14373 – Prueba acumulación de aguas

Se realizará una prueba de acumulación de agua en el techo que permita verificar la no acumulación en ninguna circunstancia.

TCAMP-RQSS-14604 – Estanqueidad

Se realizará la prueba de estanqueidad de la caja bajo condiciones acordadas previamente con FGC.



#### TCAMP-RQSS-15645 – Pruebas FAI

El protocolo de pruebas FAI para la revisión de la caja en blanco incluirá el ensayo estructural de acuerdo con la EN 12663-1.

### **2.3.2 Protección contra impactos**

#### TCAMP-RQSS-29118 – Parachoques

Las UT estarán equipadas con un parachoques tipo tranviario que cumpla la norma EN 15227, y que asegure la convivencia con los otros vehículos presentes en el tráfico urbano.

#### TCAMP-RQSS-29649 – Diseño de cabina STRMTG

El diseño de cabina se considerará la STRMTG para evitar el máximo número de atrapamientos bajo cabina y descarrilamientos por colisión.

#### TCAMP-RQSS-29597 – Dispositivo apartahojas

Los tranvías estarán equipados con un sistema de limpiavías y aparta hojas que permitan mantener un buen contacto rueda y carril, y se asegure los valores de adherencia.

#### TCAMP-RQSS-15390 – Sistemas anti cabalgamiento

Las UT estarán diseñadas de manera que se evite todo riesgo de cabalgamiento en caso de colisión violenta entre dos tranvías.

#### TCAMP-RQSS-14600 – Seguridad pasiva en el interior de la UT

Se tendrán en cuenta las disposiciones recogidas en el Informe UNIFE REF 001: "*Technical Report for Interior Passive Safety in Railway Vehicles*", Issue 1, Date: December 2014, de cara a garantizar aspectos de seguridad pasiva en el interior de las UT.

#### TCAMP-RQSS-15191 – Contenido documento oferta

El documento descriptivo preliminar para la fase de oferta contendrá, al menos, los siguientes componentes:

- Cálculo de escenarios de colisión según norma EN 15227
- Justificación de los mecanismos de anticabalgamiento
- Seguridad pasiva interior.

#### TCAMP-RQSS-15410 – Escenarios para el cálculo de colisión

Para el cálculo de las condiciones de colisión, se deben considerar aquellos escenarios de colisión requeridos en la EN 15227, según la categoría del vehículo, y los escenarios de colisión:

- impacto en cabeza entre dos UT idénticos

- impacto en cabeza con un tipo diferente de vehículo ferroviario (si aplica)
- impacto en cabeza con un vehículo grande de carretera
- impacto en cabeza con un obstáculo bajo (si aplica)

Para todos los escenarios, la UT a calcular será considerada con carga máxima.

TCAMP-RQSS-29646 – Escenarios para el cálculo de colisión UT acoplada

Adicionalmente para el cálculo de las condiciones de colisión, se deberá considerar el escenario de dos tranvías acoplados a través del enganche. Las condiciones del escenario serán las siguientes:

- Impacto en cabeza contra un límite fijo rígido circulando a 5 Km/h

### **2.3.3 Ventanas**

TCAMP-RQSS-14778 – Diseño de ventanas fijas y puertas

Las ventanas serán fijas, de forma que no se permita su apertura por parte de los viajeros. Las lunas de las ventanas y puertas de acceso cumplirán con lo establecido en el Reglamento ECE R43 y norma NF F31-250. Estarán compuestas de dos láminas de vidrio templado y templado-laminado, excepto en el caso de las ventanas de emergencia, donde ambas láminas serán de vidrio templado. Se podrá optar por otra solución diferente en el caso de las ventanas de emergencia, siempre y cuando se cumpla con las prescripciones normativas vigentes

TCAMP-RQSS-15325 – Resistencia lunas laterales

Las lunas deben cumplir los requisitos de resistencia según EN 356 para categoría P3A.

TCAMP-RQSS-15184 – Resistencia a flexión lunas laterales

Deberán ser capaces de soportar las vibraciones y presiones originadas durante el cruce de los trenes y en la entrada y salida de los túneles. Para ellos, se realizará un ensayo de resistencia a las variaciones de presión según lo prescrito en la norma NF F31-314.

TCAMP-RQSS-15092 – Lámina protección y seguridad

Deberán equiparse las caras interiores y exteriores de las lunas de las ventanas y puertas con una lámina de protección y seguridad que impida las acciones de rayado en los cristales y que sean fácilmente cambiables.

TCAMP-RQSS-15517 – Grado de tintado lunas laterales

Se tendrá en cuenta la luminosidad exterior y radiación solar existente en España. Para ello, el cristal de las ventanas y puertas de acceso dispondrá de un grado de tintado (gris parsol) que, junto con las láminas de protección, garantice un coeficiente de transmisión lumínica TL según norma de aplicación.

**TCAMP-RQSS-14825 – Juntas ventanas laterales**

El montaje de las lunas se realizará asegurando una gran solidez y seguridad, mediante perfiles de goma con junta o cordón de expansión, que impidan asimismo la entrada de aire y de agua, y aíslen la luna de las vibraciones. La sustitución de las mismas deberá poderse realizar con gran facilidad en un tiempo inferior a 1 h.

**TCAMP-RQSS-15234 – Disposición ventanas**

La disposición de las ventanas en las cajas deberá tener en cuenta la ubicación de los asientos (en tertulia), para asegurar una buena correspondencia entre ellos, consiguiendo la visibilidad más amplia posible desde las plazas ocupadas por los viajeros, tanto en posición sentada como de pie, sin necesidad de forzar la postura. La dimensión de las mismas quedará limitada por los aspectos constructivos y mecánicos de la caja.

**TCAMP-RQSS-14385 – Espesor de las lunas**

El espesor de las lunas se determinará de forma que no se descolgarán ni proyectarán cristales al interior, en caso de rotura por efecto de actos vandálicos como pedradas.

**TCAMP-RQSS-15795 – Tratamientos en caras interiores**

Los tratamientos se aplicarán en las caras interiores del conjunto de vidrios, de modo que no sufran degradación con el tiempo o los lavados.

**TCAMP-RQSS-15687 – Señalización ventanas emergencia**

Desde el exterior del vehículo se señalará la ubicación de las ventanas de emergencia (colocadas en la propia ventana, en la chapa o en ambos) para el aviso a bomberos en caso de ser necesaria su intervención.

**2.3.3.1 Frontales****TCAMP-RQSS-14974 – Dimensiones lunas frontales**

Las lunas frontales de las cabinas de conducción deberán estar dimensionadas para que el personal de conducción pueda observar perfectamente la vía y las señales.

**TCAMP-RQSS-15664 – Visibilidad luna frontal**

La luna frontal permitir una visibilidad óptima hacia el exterior con una transparencia superior al 85%.

**TCAMP-RQSS-15068 – Luna frontal. Norma**

La luna parabrisas se concebirá de acuerdo con la norma EN 15152

TCAMP-RQSS-15727 – Luna frontal Resistencia

Su capacidad resistente será  $\geq 1,5$  kJ y estará debidamente dimensionada para que el personal de conducción pueda observar la vía y las señales.

TCAMP-RQSS-14431 – Luna frontal. Forma

La luna frontal será tal que, por acción de un impacto directo en cualquier parte de su superficie, de intensidad igual a la que soporta el vidrio, no se desplace el conjunto hacia el interior de la cabina.

TCAMP-RQSS-29650 – Interferencia carenado y luna frontal

En caso de colisión frontal no habrá interferencia entre el carenado frontal y la luna frontal.

TCAMP-RQSS-14443 – Luna frontal. Sistema de fijación

El sistema de fijación deberá garantizar la debida estanqueidad al agua y al aire a través de una junta, debiendo contar con los canalillos de desagüe apropiados y con los tratamientos adecuados contra los efectos de la corrosión.

El sistema de fijación con el testero de la caja deberá proporcionar tiempos de cambio e inmovilizado de la UT similares a una solución mecánica tipo pre-marco.

TCAMP-RQSS-14454 – Luna frontal. Sistema antivaho

La luna frontal, y las demás lunas de cabina si la visibilidad del conductor en la cabina lo requiere, deberán ir provistas de un sistema de calefacción eléctrica anti vaho, integrado en las mismas, de forma que no interfiera la visibilidad ni produzca distorsión de la visibilidad.

El elemento calefactor deberá estar integrado en el interior de cada luna, de forma que no pueda dañarse por acción mecánica sobre las superficies de la misma en operaciones de limpieza.

Las interconexiones entre elementos deberán quedar ocultas en los márgenes de las lunas y las conexiones extremas estarán contenidas en una caja terminal apropiada, protegida y debidamente fijada.

TCAMP-RQSS-14741 – Luna frontal. Estores

La colocación y calidad de las lunas de cabina deben ser tal que no produzcan deslumbramientos al personal de conducción e irán provistas de unos estores o elementos similares, accionables eléctricamente, para proteger de los rayos solares a dicho personal. El estor no deberá cubrir la ventana completa, de forma que no impida o dificulte la tarea de conducción.

En ningún caso podrán las lunas y viseras dificultar la percepción de los colores de las señales exteriores.

TCAMP-RQSS-14284 – Luna frontal. Limpiaparabrisas

Las lunas frontales dispondrán, por el exterior, de los correspondientes limpiaparabrisas y eyectores para agua jabonosa, deseablemente caliente. Este sistema de limpiaparabrisas se diseñará de una

forma robusta, fiable y eficiente, que permita la mejor limpieza posible del parabrisas para todas las velocidades y condiciones de explotación.

TCAMP-RQSS-15043 – Luna frontal. Juntas

El material para juntas (por ejemplo, en ventanas) estarán libres de sustancias fenólicas, cresólicas y sus derivados, al objeto de evitar su característico olor.

TCAMP-RQSS-14790 – Ventanas laterales cabina practicables

Las cabinas dispondrán, a cada lado, de ventanas laterales practicables (deseablemente de guillotina y con un sistema de apertura regulable), que permitan la apertura total o parcial de las mismas, de modo que permitan al maquinista asomarse y observar el lateral completo de la unidad. Estas ventanas deberán estar provistas de estores o elementos similares, que protejan al maquinista del sol. Los cristales de estas ventanas serán laminados y tintados. Sus características y condiciones de visibilidad a través de ellas se ajustarán a lo especificado en la ficha UIC 651.

### **2.3.3.2 Laterales**

TCAMP-RQSS-14419 – Ventanas normativa fabricación lunas

Las lunas de las ventanas y puertas de acceso cumplirán con lo establecido en el reglamento R43 y normas NF F 31250 y NF F 31119, serán de vidrio compuesto laminado y templado térmicamente y su espesor se determinará de forma que no se descolgarán ni proyectarán cristales al interior en caso de rotura por efecto de actos vandálicos como pedradas.

TCAMP-RQSS-15660 – Ventana de Emergencia

Cada lateral de cada coche llevará como mínimo una ventana de emergencia para evacuación en caso necesario. Esta ventana llevará un cristal de emergencia con las características adecuadas para poder romperse con el martillo rompecristales, situado en su proximidad.

### **2.3.4 Levantamiento y Encarrilado**

TCAMP-RQSS-14737 – Apoyos encarrilamiento y elevación

Todas las cajas deberán poder ser levantadas con gatos o grúas, en operaciones de mantenimiento, o en encarrilamientos, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

TCAMP-RQSS-15295 – Apoyo central de encarrilado

Los apoyos centrales de encarrilamiento situados en las placas centrales de fijación deberán ser fácilmente accesibles y quedar libres de otros equipos para favorecer su correcta utilización.

#### TCAMP-RQSS-15010 – Apoyo central encarrilado y bogie

Además de los puntos de apoyo o amarres previstos, se podrá levantar la caja por un extremo, en un punto situado próximo al eje longitudinal del coche, con el bogie colgando de la caja y siendo el otro apoyo el bogie opuesto.

#### TCAMP-RQSS-14282 – Movimiento por grúa

Se deberán incorporar puntos de levante del conjunto caja-bogie o solo caja para el encarrilado y movimiento por grúa.

Los puntos serán accesibles en todo momento y para su utilización no se requerirá el desmontaje de otros elementos de la caja.

Para realizar la operación se utilizarán bulones extraíbles adaptados a la caja.

#### TCAMP-RQSS-14995 – Cálculo apoyo central de encarrilado

La definición y el cálculo de los apoyos de levante y encarrilamiento serán acorde con los requisitos estructurales referenciados en la norma EN 12663-1.

### **2.3.5 Pintura y Protección**

#### TCAMP-RQSS-15651 – Pintura exterior. Duración

La calidad y el número de capas de pintura será tal que quede garantizado, como mínimo, su perfecta conservación durante un período  $\geq 10$  años en condiciones normales de servicio.

Deberá tenerse en cuenta el ambiente particular de trabajo de la línea.

En el exterior, al igual que en el interior, irán dispuestas las inscripciones que se determinen en fase de proyecto, éstas se realizarán de acuerdo con las normativas vigentes durante esta fase.

#### TCAMP-RQSS-14649 – Pintura exterior medio ambiente

Las pinturas, imprimaciones y masillas que se utilicen serán lo más respetuosas posibles con el medio ambiente.

#### TCAMP-RQSS-15472 – Pintura exterior humedad

La pintura tendrá una resistencia a la humedad acorde con la EN ISO 6270

#### TCAMP-RQSS-14301 – Pintura exterior corrosión

La pintura tendrá una resistencia a la corrosión acorde con ISO 4623

#### TCAMP-RQSS-14427 – Pintura exterior resistencia

La pintura tendrá una resistencia al rallado acorde con la ISO 1518-1:2019

**TCAMP-RQSS-29104 – Pintura exterior y vinilo**

La pintura deberá permitir, a lo largo de la vida del tren, la instalación de vinilos para fines comerciales o estéticos sin suponer ningún daño al acabado del pintado de la UT.

**TCAMP-RQSS-15544 – Pintura. Aprobación**

El procedimiento de pintura deberá estar expresamente aprobado por FGC.

**TCAMP-RQSS-15463 – Decoración exterior**

En la oferta se propondrá una disposición de la decoración exterior, si bien, la decisión final sobre estos aspectos será tomada por FGC en fase de proyecto.

**TCAMP-RQSS-14521 – Productos de limpieza**

Se deberá tener en cuenta que los trenes se lavarán en túnel de lavado automático y con productos detergentes, así como los productos de limpieza de grafiti según la NF F31-112.

Los productos de limpieza y antigrafiti a utilizar deberán compatibles con la pintura de la UT y se recogerán de forma explícita en los correspondientes manuales de limpieza.

**TCAMP-RQSS-14290 – Productos limpieza. Documentación**

El Adjudicatario deberá elaborar un Manual de Limpieza de interiores y exteriores del vehículo.

## **2.4 Puertas**

### **2.4.1 Puertas Pasaje**

TCAMP-RQSS-15513 – Número de puertas

Deberán instalarse un mínimo de 6 puertas por lado.

TCAMP-RQSS-15697 – Normativa

Las puertas cumplirán con la norma EN-14752, NF F 31-052 y la NF F 31-054.

TCAMP-RQSS-14904 – Estanqueidad

Las puertas presentarán absoluta estanqueidad ante la lluvia, el viento y agua eyectada en túnel de lavado, mediante un sistema perimetral y de contacto con las hojas.

Se podrá especial atención a las corrientes de aire que puedan entrar por estar mal aislada o no presionar con suficiente fuerza las juntas perimetrales de estanqueidad.

TCAMP-RQSS-14125 – Puertas pasaje. Composición.

Las puertas serán de doble hoja y sin montante central, excepto las próximas a cabina que podrán ser simples.

TCAMP-RQSS-14980 – Puertas pasaje. Acceso.

Todas las puertas de acceso deberán estar a la altura del piso, referenciado como piso bajo.

TCAMP-RQSS-15558 – Puertas pasaje. Medidas. Paso libre doble

El paso libre para el acceso de puerta doble, con puerta totalmente abierta, no será inferior a 1200 mm de ancho y 2000 mm de altura.

TCAMP-RQSS-29651 – Puertas pasaje. Medidas. Paso libre simple

El paso libre para el acceso de puerta simple, con puerta totalmente abierta, no será inferior a 600 mm de ancho y 2000 mm de altura.

TCAMP-RQSS-14353 – Puertas pasaje. Material

El material de construcción de las puertas podrá ser el mismo que el de la caja.

TCAMP-RQSS-15554 – Puertas pasaje. Interiores

El forro interior de las puertas se dispondrá de forma tal que no existan remaches, soldaduras o tornillos entre los chapeados exterior e interior, sino solo una superficie sin discontinuidad, salvo en la zona destinada a la luna de la ventana y sistema de guiado.



## TCAMP-RQSS-15656 – Puertas pasaje. Aislamiento

Entre el forro interior y exterior se dispondrá, aparte de los elementos estructurales necesarios, un material de aislamiento que cumplirá con EN 45545-2.

## TCAMP-RQSS-15041 – Puertas pasaje. Chablán acceso

La pisadera de puertas presentará por el lado exterior del tren, un chablán a 40° que ayude al rodaje de las sillas de ruedas al entrar en el tren.

## TCAMP-RQSS-14403 – Puertas pasaje. Traveseros lluvia

Constructivamente, los traveseros superiores de los marcos de las hojas de las puertas de acceso se concebirán de forma tal que, en caso de lluvia, recojan las aguas que pudieran deslizarse por la separación entre la hoja de puerta y el marco, y las canalice a los tubos bajantes de desagüe integrados en la estructura de la hoja de puerta. A este fin, los materiales utilizados en la constitución de las hojas de puerta serán altamente resistentes a la corrosión.

## TCAMP-RQSS-15408 – Puertas pasaje. Juntas de goma

Las juntas de goma de las hojas serán fácilmente sustituibles y poseerán la elasticidad suficiente para no dañar, en las maniobras de apertura y cierre, a los viajeros.

## TCAMP-RQSS-14946 – Puertas pasaje. Juntas de goma. Estanqueidad

Existirán en la parte alta y baja de las puertas y en los bordes que entren en contacto con la caja otras piezas, de caucho o similar, más duras que las anteriores con el fin de que al cerrarse la puerta, la presión se ejerza directamente en los bordes mencionados, pero sin que disminuya la estanqueidad del conjunto.

## TCAMP-RQSS-15771 – Puertas pasaje. Luna 1

Cada una de las hojas dispondrá de una luna fija, del mismo tipo que las de costado del coche, montada en perfil de goma, de anchura máxima compatible con la resistencia de la puerta y altura máxima para mantener la visibilidad al exterior. Su desmontaje y montaje mediante utillaje específico no modificará ni afectará la planeidad y curvatura de las hojas.

## TCAMP-RQSS-15590 – Puertas pasaje. Luna 2

El material de las lunas cumplirá con lo establecido en el reglamento R43 y normas NF F 31250 y NF F 31119.

## TCAMP-RQSS-14490 – Puertas pasaje. Luna 3

Estarán equipados con láminas anti-vandalismo por sus caras interior y exterior.

## TCAMP-RQSS-15273 – Puertas pasaje. Alimentación

El mecanismo de accionamiento será eléctrico, alimentado a la tensión de batería.

## TCAMP-RQSS-14338 – Puertas pasaje. Accionamiento 1

Serán de tipo encajable deslizante, de doble movimiento, con guiado y sustentación por la parte superior e inferior, de forma que en posición cerrada queden alineadas con los costados del coche y en posición abierta quedan superpuestas a los mismos.

## TCAMP-RQSS-14171 – Puertas pasaje. Accionamiento 2

El funcionamiento estará exento de brusquedades y ruidos.

## TCAMP-RQSS-15065 – Puertas pasaje. Accionamiento 3

El accionamiento actuará sobre las dos hojas, por lo que estarán conjugadas de forma que realicen simultáneamente las maniobras de apertura y cierre, mediante los adecuados elementos mecánicos de transmisión del movimiento.

## TCAMP-RQSS-14464 – Puertas pasaje. Accionamiento 4

Las puertas dispondrán en su parte alta el mecanismo de movimiento y será registrable desde el interior.

## TCAMP-RQSS-15529 – Puertas pasaje. Accionamiento 5

En el interior del coche se instalarán trampillas de registro para permitir inspeccionar, reparar y mantener todos los mecanismos de acuerdo con los criterios de mantenibilidad establecidos en el presente pliego.

## TCAMP-RQSS-14322 – Puertas pasaje. Accionamiento 6

En caso de que se necesiten otras zonas adyacentes para incluir mecanismos eléctricos o mecánicos, estos serán registrables.

## TCAMP-RQSS-15059 – Puertas pasaje. Accionamiento 7

Se incluirán finales de carrera, siendo de actuación forzada.

## TCAMP-RQSS-15560 – Puertas pasaje. Maniobra 1

La maniobra de puertas consistirá como mínimo con dos líneas por lado de tren, que pasarán por todos los controles de puertas y que en condiciones de marcha estarán en potencial cero. Estas líneas serán:

- Línea de habilitación. Esta línea distribuirá por todos los controles de puertas, la posibilidad del accionamiento local por parte de los viajeros a través de los pulsadores de apertura y cierre. Para mayor seguridad, la línea de habilitación deberá estar condicionada con la señal de velocidad cero.
- Línea de cierre de puertas. Ordenará el cierre de las puertas a los controles electrónicos de puertas.

La apertura de puertas deberá poder ser comandada simultáneamente desde el pupitre, y localmente, tan pronto estén habilitadas.

TCAMP-RQSS-14939 – Puertas pasaje. Maniobra 2

Las órdenes de maniobra del circuito de puertas se accionarán desde el pupitre de conducción para todo el tren, a través de tres pulsadores por lado: el de habilitación, el de apertura y el de cierre de puertas.

TCAMP-RQSS-15029 – Puertas pasaje. Maniobra 3

En los montantes de las puertas de cabina existirá un pulsador repetidor para los tres pulsadores de pupitre.

TCAMP-RQSS-14382 – Puertas pasaje. Maniobra 4

El accionamiento de apertura de las puertas por parte del pasaje podrá hacerse por el interior y el exterior, por medio de pulsadores, debidamente señalizados, instalados en dichas puertas, existiendo pulsador de cierre solamente por el interior.

TCAMP-RQSS-31552 – Habilitación puertas SAE

El sistema de apertura de puertas deberá permitir al conductor habilitar solamente el lado de puertas programado por el SAE.

TCAMP-RQSS-31553 – Puertas pasaje. Apertura forzada

El conductor deberá poder forzar la apertura de las puertas, y que éstas permanezcan abiertas de forma indefinida; para su uso en taller y estaciones terminales.

TCAMP-RQSS-14956 – Puertas pasaje. Pulsadores 1

Los pulsadores de puertas deberán cumplir con la norma EN 14752, capítulo A.2.

TCAMP-RQSS-14151 – Puertas pasaje. Pulsadores 2

Los pulsadores de apertura de la puerta deberán iluminarse de la siguiente manera:

- Verde fijo: La puerta está habilitada y cerrada.
- Verde intermitente: La puerta está en movimiento, se está abriendo.
- Rojo intermitente: La puerta está en movimiento, se está cerrando.
- Rojo fijo: Estando la puerta no habilitada, mientras se presione el pulsador.
- No luz: Puerta no habilitada o abierta.

TCAMP-RQSS-15053 – Puertas pasaje. Pulsadores 3

Los pulsadores de cierre de la puerta deberán iluminarse de la siguiente manera:

- Verde fijo: La puerta está abierta.

- Rojo intermitente: La puerta está en movimiento, se está cerrando.
- Rojo fijo: Estando la puerta no habilitada, mientras se presione el pulsador.
- No luz: Puerta cerrada.

#### TCAMP-RQSS-29123 – Puertas pasaje. Pulsadores 4

El vehículo indicará a los viajeros el lado de apertura de puertas en los monitores de sala.

#### TCAMP-RQSS-29122 – Puertas pasaje. Pulsadores 5

Los pulsadores de apertura de puertas estarán a la altura fijada de acuerdo con la normativa de accesibilidad (entre 0,90 y 1,20 m), de color contrastado y de relieve, aptos para personas de dificultad visual. El color se definirá en fase de proyecto.

#### TCAMP-RQSS-14328 – Puertas pasaje. Señalización 1

En la parte superior de las puertas deberá disponerse un sistema que ilumine el lado interior de las puertas de la siguiente manera:

- Verde fijo: puerta habilitada
- Verde intermitente: puerta abriéndose
- Rojo intermitente: puerta en movimiento cerrándose
- Rojo fijo: puerta fuera de servicio o no habilitada si se pulsa el pulsador de abrir
- No luz: puerta no habilitada o puerta abierta.

#### TCAMP-RQSS-14993 – Puertas pasaje. Señalización 2

La indicación acústica de cierre de puertas será audible en el interior y en el exterior del tren. Comenzará 2 segundos antes de empezar a cerrar la puerta y durante el cierre de la misma. Finalizará una vez esté totalmente cerrada y enclavada. En caso de que la puerta se cierre con la orden del conductor de "cierre forzado" este sonido será emitido por el sistema de megafonía del vehículo. En caso de que la puerta se cierre con la orden de "cierre local" el sonido será emitido por el zumbador local de la puerta.

#### TCAMP-RQSS-15259 – Puertas pasaje. Señalización 3

La indicación acústica de la apertura de puertas será audible en el interior y en el exterior del tren. Comenzará justo después de la habilitación de puertas y durará unos 2 segundos. Cumplirá con el RD 1544-2007. El sonido será emitido por el sistema de megafonía.

#### TCAMP-RQSS-29105 – Puertas pasaje. Señalización 5

El proceso de cierre podrá ser abortado en dos situaciones:

- En caso de no haber iniciado el movimiento, solo con la pulsación de la habilitación

- En caso de haber iniciado el movimiento, con la pulsación de la habilitación más la apertura de forma secuencial o simultáneamente.

#### TCAMP-RQSS-15382 – Puertas pasaje. Velocidad cero

El equipo será de tal seguridad y criterio constructivo que garantizará que con el tren en marcha y por encima de velocidad "cero" km/h no podrán abrirse las puertas ni siquiera forzándolas, para lo cual la señal de cerrar puertas estará permanentemente presente por encima de dicha velocidad. También se garantizará que la información de velocidad cero no se pierda en ningún momento, por lo que deberá estar redundada por dos equipos diferentes y fácilmente auto conmutables en caso de fallo del primero.

#### TCAMP-RQSS-29652 – Puertas pasaje. Cortina fotoeléctrica

Las puertas estarán dotadas de una cortina de células fotoeléctricas para la detección sin contacto de cualquier objeto durante el cierre de puertas a lo largo de toda la hoja de la puerta.

Este sistema debe abortar la maniobra de cierre, forzar reapertura, evitando cualquier colisión con el obstáculo detectado.

#### TCAMP-RQSS-15524 – Puertas pasaje. Detector de obstáculos 1

Estas puertas estarán dotadas de detector de obstáculos al cierre y a la apertura. Este sistema de detección de obstáculos deberá cumplir con los requisitos de la norma EN 14752.

#### TCAMP-RQSS-15081 – Puertas pasaje. Detector de obstáculos 2

En caso de detección de un obstáculo durante el cierre, ambas hojas se moverán 50 mm en sentido de apertura desde el punto de detección, de forma que facilite el escape en caso de atrapamiento.

#### TCAMP-RQSS-14172 – Puertas pasaje. Detector de obstáculos 3

En el caso de que se produzca un atrapamiento de puertas en el tercer intento, se activará una señalización acústica y visual en cabina activa. Paralelamente, cuando se detecte un obstáculo, se iniciará la grabación de la cámara asociada a la puerta y se mostrará en pantalla de CCTV.

#### TCAMP-RQSS-14955 – Puertas pasaje. Detector de obstáculos 4

Durante la carrera de apertura de cada hoja, la puerta deberá aflojar la presión sobre cualquier objeto que la retuviese, de forma que facilite quitar el objeto que impide su apertura.

#### TCAMP-RQSS-15706 – Puertas pasaje. Detector de obstáculos 5

En el caso de que se produzca el tercer intento de apertura, se activará una señalización acústica y visual en cabina activa. Paralelamente se activará la grabación de la cámara retrovisora exterior cercana a la puerta y se mostrará en pantalla de CCTV.

## TCAMP-RQSS-15792 – Puertas pasaje. Sistema anti arrastre

En caso de atrapamiento de un pequeño objeto que no ha sido detectado por la puerta, cuando la puerta está cerrada y bloqueada, si el vehículo comienza la marcha se producirá un estiramiento que será detectable por el sistema y el control de puertas hará que el control de tren frene el tren.

Este sistema anti arrastre deberá cumplir con los requisitos de la norma EN 14752.

El sistema anti arrastre deberá ser anulable por el maquinista mediante un selector en cabina. La anulación del sistema anti arrastre deberá estar indicada en la pantalla HMI de conducción y registrarse en el JRU.

## TCAMP-RQSS-15374 – Puertas pasaje. Motor libre de mantenimiento

Se garantizará que las puertas funcionen sin ningún tipo de mantenimiento en su motor eléctrico, ni siquiera engrase, durante un millón de maniobras como mínimo.

## TCAMP-RQSS-14579 – Puertas pasaje. No apertura en caso de avería.

Se pondrá especial cuidado de que en caso de avería del equipo o de la instalación las puertas no puedan abrirse nunca en forma intempestiva.

## TCAMP-RQSS-14236 – Puertas pasaje. Condena 1

Se dispondrá de un sistema de condena mecánica de puerta actuando sobre el mecanismo de la misma, y practicable por el personal de servicio mediante el lado hembra de la llave de cuadrado, para el caso en que, por avería de la misma, y una vez aislada y señalizada convenientemente mediante un piloto indicador, no pueda ser abierta de ningún modo. Se asegurará que, en caso de condena, el lazo de puertas quede cerrado.

## TCAMP-RQSS-14758 – Puertas pasaje. Condena 2

El accionamiento de la condena de una determinada puerta deshabilitará totalmente su control electrónico, quedando ésta en posición cerrada y bloqueada, e indicándolo en el piloto de señalización superior, exterior e interior.

## TCAMP-RQSS-15215 – Puertas pasaje. Condena 3

El accionamiento de la condena mecánica impedirá el desbloqueo de la puerta.

## TCAMP-RQSS-15432 – Puertas pasaje. Anulación remota 1

Deberá disponerse un sistema de anulación remota activada a través de pulsador en pantalla o monitor de conducción de la cabina activa. Una puerta anulada deberá inhabilitar totalmente su control electrónico, quedando en posición cerrada e indicándolo en pantalla de conducción de la cabina activa.

TCAMP-RQSS-15349 – Puertas pasaje. Anulación remota 2

El accionamiento de la anulación remota no impedirá el desbloqueo de la puerta. En este caso, si se desbloqueará la puerta, se abriría la línea del lazo de puertas.

TCAMP-RQSS-15186 – Puertas pasaje. Indicación fuera de servicio 1

En la parte superior de las puertas (en interior y en exterior) habrá un piloto luminoso capaz de dar el aviso visual de puerta fuera de servicio, ya sea de forma condenada como de forma anulada, automática como remota.

TCAMP-RQSS-14926 – Puertas pasaje. Indicación fuera de servicio 2

El piloto luminoso deberá ser tipo led de color rojo. Cuando esté activo, deberá realizar una intermitencia.

TCAMP-RQSS-14113 – Puertas pasaje. Indicación fuera de servicio 3

Se acordará la serigrafía del indicador durante la fase de proyecto para que sea acorde con la utilizada por FGC.

TCAMP-RQSS-14625 – Puertas pasaje. Desbloqueo manual 1

Se preverá un sistema de desenclavamiento-desbloqueo que, en caso de fallo del sistema automático, permita la apertura manual de las puertas de acceso al departamento de viajeros, tanto desde el exterior como desde el interior del mismo.

TCAMP-RQSS-14206 – Puertas pasaje. Desbloqueo manual 2

El accionamiento del desbloqueo manual de puertas actuará sobre los pestillos de aseguramiento de cierre, la línea del lazo de puertas y sobre el control, para que deshabilite el mando central y el local, pudiendo entonces abrirse manualmente. La palanca de desbloqueo se encontrará en el interior del tren, en el montante de puertas y en el exterior, en un punto próximo a la puerta. Ambos puntos serán accesibles y estarán debidamente señalizados.

TCAMP-RQSS-14124 – Puertas pasaje. Desbloqueo manual 3

El accionamiento del desbloqueo, interior y/o exterior, abrirá la línea del lazo de puertas.

TCAMP-RQSS-14280 – Puertas pasaje. Información en cabina

El maquinista tendrá en cabina información gráfica del estado de todas las puertas de cabina: abiertas, cerradas, cerradas y enclavadas, anuladas, condenadas, desbloqueadas, averiadas y sin comunicación.

## TCAMP-RQSS-15319 – Puertas pasaje. Cambio de cabina

En caso de cambio de cabina, las puertas permanecerán en el estado en que se hayan dejado y la habilitación de la segunda cabina no cambiará su estado. Una vez habilitada la cabina se tomará control sobre las puertas.

## TCAMP-RQSS-14767 – Puertas pasaje. Lazo de puertas

Estarán integradas en el lazo de seguridad de puertas de pasaje.

## TCAMP-RQSS-15100 – Puertas pasaje. Vida media elementos

Los elementos de los circuitos de puertas, especialmente los de detección de finales de carrera de las puertas, deberán ser de la mejor calidad, con una duración de vida mecánica  $\geq 10$  millones de maniobras. Sus contactos eléctricos se harán trabajar de forma que su duración de maniobras sea equivalente a la vida mecánica del dispositivo.

Todos los componentes de la puerta deberán estar dimensionados con una vida mínima de la mitad de la vida útil de la UT.

## TCAMP-RQSS-15713 – Puertas pasaje. Ciclos de Puertas

Se deberá realizar y superar una prueba de ciclos en banco equivalente a la mitad de la vida útil de la UT para asegurar el dimensionado de los elementos y los ciclos de mantenimiento propuestos. En cada ciclo equivalente a una revisión se deberá elaborar un informe que indique el estado de los elementos.



## 2.5 Guiado

### TCAMP-RQSS-15681 – Bogie. Elementos bogies

En los bogies, tanto motores como remolques, se consideran incluidos los siguientes elementos:

- Bastidor de bogie.
- Ejes con caja de grasa y rodamientos.
- Suspensión primaria y secundaria
- Dispositivos de unión caja-bogie
- Equipo de freno
- Equipo motor y de accionamiento de los ejes, para el caso de bogies motores.
- Elementos auxiliares (areneros, engrasador, etc.) con los respectivos soportes

### TCAMP-RQSS-15635 – Bogie. Calidad y mantenimiento

Los bogies deberán aunar las características de buena calidad de marcha en recta con una buena inscripción en curva.

La concepción del bogie debe asegurar un mantenimiento sencillo y reducido.

### TCAMP-RQSS-14891 – Bogie. Parámetros

La oferta se incluirá los planos junto con la descripción detallada de los bogies propuestos. Se incluirá el valor de los siguientes parámetros:

- Plano de conjunto, con detalles que se estimen convenientes
- Masa total de bogie completo en orden de marcha.
- Masas totales no suspendidas / semi-suspendidas.
- Velocidad crítica.
- Carga máxima para todos los ejes.
- Coeficiente de descarrilamiento (Y/Q).
- Cálculo de las prestaciones del freno y del estacionamiento
- Cálculo previo de las frecuencias propias de la suspensión vertical y transversal

### TCAMP-RQSS-14799 – Bogie. Duración bogies

La duración de vida de los bogies no será inferior a la *vida del vehículo*.

## 2.5.1 Requisitos al diseño y la validación

TCAMP-RQSS-14834 – Bogie. Geometría bastidor

El diseño de la geometría del bastidor permitirá un reparto racional de los esfuerzos, evitando las concentraciones de los mismos y, en particular, en los puntos de unión y de acuerdo de piezas, traviesas y larguero.

TCAMP-RQSS-14393 – Bogie. Elementos de caucho

A fin de conseguir un mantenimiento reducido se utilizarán elementos de caucho, libres de mantenimiento, en los puntos o articulaciones que el diseño permita.

TCAMP-RQSS-14770 – Bogie. Interferencia de elementos en las operaciones de mantenimiento

El bogie deberá no contener ningún elemento que pueda interferir sobre cualquier actividad de mantenimiento con especial atención a la precarga del eje en las operaciones de torneado.

TCAMP-RQSS-14578 – Bogie. Elementos interferencia gálibo

Se evitará la posición de elementos delicados como válvulas, grifos y otros en el lateral exterior del bogie al objeto de que hipotéticas interferencias con elementos situados dentro del gálibo puedan causar desperfectos.

TCAMP-RQSS-14851 – Documentación aceros utilizados

El Constructor presentará la documentación pertinente para el bogie, que indique las características técnicas de los aceros utilizados, incluyendo los límites de fatiga de cada uno de ellos.

TCAMP-RQSS-15552 – Planos de conjunto. Motor y Reductor

El fabricante aportará planos de conjunto y secciones a escala real del motor de tracción y el reductor.

TCAMP-RQSS-15415 – Bogies. Optimización diseño en base simulaciones de carga

El material, forma y sección del bogie se optimizará en base a los estudios de carga y las tensiones resultantes, buscando formas suaves para no concentrar tensiones

TCAMP-RQSS-15458 – Bogies. Límites y criterios de seguridad a fatiga

En cuanto al límite de fatiga del acero a utilizar, así como los valores máximos admisibles de tensiones para el trabajo a fatiga de dicho material, se utilizará el diagrama de seguridad que corresponda a esa calidad de acero, el cual será de aplicación para estructuras soldadas ferroviarias.

TCAMP-RQSS-14082 – Bogies. Simulaciones tensiones cuerpos ejes

Las dimensiones de los cuerpos de los ejes motores y remolques deberán ser tales que, bajo las hipótesis de carga establecidas más adelante, o bajo las condiciones de circulación más

desfavorables, su comportamiento sea óptimo y las tensiones de trabajo a fatiga sean, en todas sus secciones inferiores a las admisibles, acordes con el material elegido y expresamente indicado.

#### TCAMP-RQSS-15280 – Bogies. Carga bastidor bogie

Las hipótesis de carga, los criterios de cálculo y los de análisis del bastidor del bogie se establecerán de acuerdo con la norma EN 13749 para la categoría de bogie.

#### TCAMP-RQSS-15507 – Bogies. Plan de cálculo y ensayos bastidor

El Ofertante presentará el plan de cálculo del bastidor del bogie y ensayos que aplicará y el Constructor suministrará a los servicios técnicos de FGC las hipótesis de carga, los criterios de cálculo, los de análisis y los resultados definitivos que contemplarán los de cálculo y los de ensayo comparados.

Con el primer bastidor construido de cada tipo se deben efectuar los ensayos conforme a la EN 13749 que confirmen los resultados previstos por el cálculo.

#### TCAMP-RQSS-14348 – Bogies. Dimensionado cuerpo eje y ruedas

El dimensionado del cuerpo del eje y las ruedas se efectuará considerando los criterios de cálculo reflejados en la norma EN 13103-1, EN 13103-2 y EN 13979-1 teniendo en cuenta una carga equivalente a los vehículos en orden de marcha, todos los asientos ocupados más los pasajeros de pie a razón de carga de cálculo.

#### TCAMP-RQSS-14984 – Bogies. Dimensionado amortiguadores suspensión secundaria

En la elección de los amortiguadores de la suspensión secundaria se tendrá en cuenta el tipo de trabajo a que van a estar sometidos, así como sus carreras límites a compresión y extensión que puedan presentarse en las condiciones más extremas de desplazamiento de las suspensiones.

Se solicita que el Constructor entregue la especificación técnica de cada amortiguador así como las evidencias que sus articulaciones elásticas de caucho elaboradas conforme a los criterios de las normas EN 13913.

#### TCAMP-RQSS-15416 – Bogies. Cálculos deflector de obstáculos

Las cargas aplicadas en el deflector de obstáculos se deben corresponder con las indicadas por la norma EN 15227

Asimismo, en el cálculo de bogie se ha tenido en cuenta la influencia del deflector como masa unida al bastidor de bogie (considerando las fuerzas inerciales correspondientes, según la norma EN 13749.

El cálculo deberá contemplar el análisis de los elementos empleados para la fijación del deflector de obstáculos al bastidor. Dado que este elemento está atornillado al bastidor, el cálculo deberá contemplar los elementos de unión (tornillos) para asegurar que en caso de impacto el deflector de obstáculos no caiga a la vía.

TCAMP-RQSS-15699 – Bogies. Cálculo unión caja bogie

El constructor entregará los cálculos justificativos de duración de vida de la unión caja bogie para las cargas previstas.

TCAMP-RQSS-15171 – Bogies.Verificación geométrica

Para la alineación del bastidor del bogie y su verificación geométrica, los tres ejes de coordenadas principales deberán materializarse mediante referencias fijas y fácilmente localizables.

TCAMP-RQSS-14826 – Bogies. Ensayo a fatiga

Se realizará un ensayo a fatiga en banco de uno de los primeros bastidores de bogie fabricados de cada tipo conforme a la norma EN 13749.

## **2.5.2 Bastidor**

TCAMP-RQSS-15487 – Bastidor. Categoría bogie

Los bogies, tanto motor como remolque, quedarán categorizados según la norma EN 13749 para vehículos de transporte de pasajeros suburbanos de interior y exterior.

TCAMP-RQSS-14975 – Bastidor. Inscripciones y placas

En el lateral del bastidor del bogie se colocarán las inscripciones y placas correspondientes a una placa con el número de identificación del bogie incluyendo el anagrama del constructor, el símbolo de FGC y el año de construcción del bogie.

TCAMP-RQSS-15791 – Eje Montado. Tratamiento térmico bastidor

El bastidor deberá someterse, antes de su mecanizado, a un tratamiento térmico final, al objeto de eliminar las tensiones que se hayan podido generar en las operaciones de conformación y soldado.

## **2.5.3 Eje montado**

TCAMP-RQSS-14740 – Eje Montado. Numero de motores por eje

En los bogies motorizados existirá un motor por eje tractor.

TCAMP-RQSS-14414 – Eje Montado. Características de las ruedas

Las ruedas serán de tipo tranviario.

TCAMP-RQSS-15371 – Eje Montado. Diámetro de las ruedas

En la oferta se indicará el diámetro de rueda nueva y el desgaste radial admisible

TCAMP-RQSS-14083 – Eje Montado. Perfil llanta

El perfil de llanta deberá ser entregado a FGC, junto con los perfiles económicos de reperfilado propuestos.

TCAMP-RQSS-15333 – Eje Montado. Materiales de las ruedas

Los materiales elegidos permitirán una buena resistencia a la fatiga y serán acordes a las características de las vías de la línea.

TCAMP-RQSS-14087 – Eje Montado. Especificaciones del material ejes y ruedas

Los materiales elegidos para los cuerpos de ejes y ruedas deberán ser acordes con una buena resistencia a la fatiga y a las características de las vías de la línea.

TCAMP-RQSS-14120 – Eje Montado. Forma extremos ejes

Los extremos del eje deberán ser planos y bien alisados (salvo los puntos para el torneado y fijaciones) para poder realizar fácilmente exámenes por ultrasonidos, de detección de la posible existencia de fisuras, en las operaciones normales de mantenimiento.

TCAMP-RQSS-15676 – Eje Montado. Guiado de ejes

La disposición del sistema de guiado de ejes permitirá el torneado de las ruedas en torno de foso sin tener que realizar ninguna tarea de preparación previa.

TCAMP-RQSS-14152 – Eje Montado. Elementos calados al eje

Los elementos calados a presión en el cuerpo del eje estarán provistos de orificios para decalado hidráulico de los mismos, según especificación de la ficha UIC 805-70.

## **2.5.4 Caja de grasa**

TCAMP-RQSS-14141 – Caja de grasa. Especificaciones caja de grasa

Concebidas de acuerdo con la suspensión primaria, las cajas de grasa deberán ser:

- De construcción robusta y sencilla
- De fácil montaje y desmontaje sin necesidad de retirar el bogie de la caja
- Estancas, evitándose, en su caso, tanto las pérdidas de lubricantes como la entrada de agentes externos como agua, polvo, etc.
- La estanquidad se conseguirá mediante laberintos, considerándose los retenes como protección complementaria prescindible

**TCAMP-RQSS-14652 – Caja de grasa. Equipos caja de grasa**

Todo mecanismo o equipo adaptado a las cajas de grasa con finalidades de medición de velocidad o para retorno de corriente, así como aquellas tapas utilizadas como cierres simples deberán ofrecer además de estanqueidad y facilidad de desmontaje y montaje:

- Facilidad de inspección, registro y engrase en su caso de los componentes y rodamientos.
- Fijación con autocentrado para evitar movimientos y posibles roces con arrastre de material.
- Tendrá un mantenimiento mínimo con el fin de abrir el mínimo de veces imprescindible la caja de grasa.

**TCAMP-RQSS-15004 – Caja de grasa. Cuerpo caja de grasa según norma**

Los cuerpos de las cajas de grasa se construirán en acero moldeado.

Las características fisicoquímicas y las condiciones de suministro del conjunto de la caja de grasa (rodamientos, grasa, cuerpo de la caja de grasa, ...), se ajustarán, en base a la calidad elegida, a las especificaciones reflejadas en la norma EN 12080, EN 12081, EN 12082.

Su dimensionamiento se realizará de acuerdo con la norma EN 13749.

**TCAMP-RQSS-14435 – Caja de grasa. Características rodamientos**

Los cartuchos de rodamientos de cada extremo de eje serán iguales, dimensionándose para los más solicitados según las distribuciones de esfuerzos.

La grasa utilizada será sintética y homologada según la EN 12081.

Los cartuchos de rodamientos deberán garantizar las condiciones mínimas de utilización siguientes:

Reposición de la grasa o cartucho no antes de la revisión general de los bogies.

**TCAMP-RQSS-15138 – Caja de grasa. Especificaciones rodamientos.**

Los rodamientos de caja de grasa serán de una marca reconocida en el sector. En la oferta se indicará la marca, el tipo y la duración prevista para los mismos.

**TCAMP-RQSS-15724 – Caja de grasa. Acreditación dimensionado de los rodamientos**

Los rodamientos de caja de grasa serán dimensionados para las condiciones de explotación y la velocidad máxima ofertada para la UT, valorándose en la oferta la documentación que así lo acredite.

## **2.5.5 Suspensión primaria**

**TCAMP-RQSS-14099 – Primaria. Especificaciones por parte del fabricante**

El fabricante especificará las carreras en comprensión y extensión de la suspensión.

## 2.5.6 Unión caja-bogie

TCAMP-RQSS-14591 – Características unión caja-bogie

El apoyo de caja sobre bogie se podrá realizar por medio de una corona de giro y/o sobre pivotes montada entre la traviesa bailadora y el bastidor de la caja.

TCAMP-RQSS-15071 – Topes de la suspensión secundaria

La suspensión secundaria estará provista de los correspondientes topes limitadores de desplazamiento tanto a extensión como a compresión que permitan el levante de la caja con los bogies colgando.

TCAMP-RQSS-15539 – Elementos seguridad. Avería suspensión neumática

La UT dispondrá de los elementos de seguridad necesarios para que, en caso de cualquier avería de la suspensión neumática, la UT pueda continuar la marcha hasta el término del viaje. En esta situación no se deben producir inclinaciones anormales que no puedan ser absorbidas por los acoplamientos entre coches ni salida del gálibo señalado en el presente PPT.

TCAMP-RQSS-15317 – Amortiguadores verticales

Se dispondrá de amortiguadores verticales para amortiguar las oscilaciones en este sentido.

TCAMP-RQSS-15489 – Características de los amortiguadores transversales suspensión secundaria

Los amortiguadores hidráulicos deben ser de una firma de reconocida experiencia en aplicaciones en el campo ferroviario.

La fijación de los amortiguadores debe ser mediante articulaciones elásticas de caucho, libres de mantenimiento, capaces de absorber los giros relativos de los amortiguadores respecto a los soportes de fijación.

TCAMP-RQSS-15460 – Giro caja bogie

El giro relativo caja – bogie estará limitado con un margen de 1° por encima del ángulo necesario resultante de considerar una curva de radio mínimo.

TCAMP-RQSS-15073 – Suspensión secundaria antibalaneo

A la suspensión secundaria se le dotará de una barra de torsión, fijada a la traviesa bailadora mediante articulaciones giratorias, libres de mantenimiento; además dispondrá de dos palancas unidas al bastidor por medio de sendas bielas. Las articulaciones de estas bielas serán rótulas de acero, estancas, de bajo mantenimiento.

#### TCAMP-RQSS-15538 – Suspensión transversal secundaria

La suspensión transversal de la secundaria se conseguirá con los mismos fuelles de suspensión para lo cual presentarán la rigidez adecuada en este sentido. Esta suspensión se complementará con topes elásticos de rigidez progresiva para absorber los impactos dinámicos que se produzcan en ese sentido, limitando a su vez los máximos desplazamientos laterales permitidos que no superarán los 40 mm. Asimismo se dispondrá de dos amortiguadores transversales hidráulicos para amortiguar las oscilaciones que se puedan producir en dicho sentido.

### **2.5.7 Cadena de tracción**

#### TCAMP-RQSS-15142 – Cadena de Tracción. Transmisión esfuerzos

La transmisión de los esfuerzos de tracción y frenado se realizará de forma que no existan holguras, ni elementos deslizantes en superficies con posibilidad de desgaste.

#### TCAMP-RQSS-15443 – Cadena de Tracción. Transmisión calado

Los componentes de la transmisión fijados a los ejes motores mediante calado deberán ir provistos de los correspondientes orificios para decalado hidráulico.

#### TCAMP-RQSS-14207 – Cadena de Tracción. Descripción sistema transmisión de potencia

La oferta incluirá una descripción detallada del sistema de transmisión de potencia.

#### TCAMP-RQSS-15272 – Cadena de Tracción. Bielas de arrastre

La transmisión de los esfuerzos de tracción y frenado entre bastidor y traviesa se efectuará mediante dos bielas montadas en sentido longitudinal.

#### TCAMP-RQSS-15144 – Cadena de Tracción. Características bielas de arrastre

Las bielas de arrastre tendrán sus articulaciones provistas de elementos elásticos de caucho definidos siguiendo los criterios de la norma EN 13913.

#### TCAMP-RQSS-14927 – Cadena de Tracción. Características motores de tracción

Los motores de tracción deberán ser trifásicos, de corriente alterna.

La conexión eléctrica del motor deberá realizarse con un solo conector.

La caja de conexiones del motor deberá ser accesible para que un operario pueda realizar las operaciones de preventivo y correctivo.

#### TCAMP-RQSS-15198 – Cadena de Tracción. Montaje Motores de Tracción

Los motores de tracción deberán estar enteramente suspendidos del bastidor de bogie, a través de elementos elásticos siguiendo la norma EN 13913. Deberán incorporar un sistema de seguridad del



montaje, de modo que, en caso de fallo de las fijaciones del motor, queden colgando de las piezas de seguridad.

TCAMP-RQSS-15765 – Cadena de Tracción. Características del reductor

Los reductores deberán ir montados directamente sobre los ejes.

TCAMP-RQSS-14714 – Cadena de Tracción. Reductor III

El reductor estará equipado de una biela anti-par encargada de absorber la reacción del par motor. Estará provista en sus articulaciones de elementos elásticos de caucho, libres de mantenimiento, que eviten la transmisión de vibraciones entre el reductor y el resto del bogie.

## 2.5.8 Equipo de freno

TCAMP-RQSS-14229 – Equipo de freno. Discos

El ofertante definirá el tipo de discos de freno y su ubicación, tanto en bogie motor como en bogie remolque.

La vida estimada de los discos deberá ser un múltiplo del potencial de vida de la revisión general.

TCAMP-RQSS-14457 – Equipo de freno. Características tubería

La tubería de bogie será de acero inoxidable.

TCAMP-RQSS-14477 – Equipo de freno. Timonería. Ajustador automático en zapatas y guarniciones

Cada cilindro (de disco o de bloque) incorporará un ajustador automático de la timonería para recuperación rápida de desgaste de guarnición, con una capacidad suficiente para que el recorrido de trabajo del pistón se mantenga en su valor nominal hasta el desgaste total de las guarniciones correspondientes a ese cilindro. Este sistema de ajuste no impedirá una sustitución rápida de las zapatas y guarniciones gastadas.

TCAMP-RQSS-15747 – Equipo de freno. Revisión cilindros

Los cilindros y bloques de freno estarán instalados en zonas fácilmente accesibles desde foso.

El montaje y desmontaje de las guarniciones y zapatas de limpieza deberá poder efectuarse de forma rápida y sencilla y quedarán perfectamente ajustadas para que no tengan holguras y no provoquen desgastes prematuros.

Los plazos de revisión general de cilindros y bloques deben coincidir con la revisión general.

TCAMP-RQSS-15322 – Equipo de freno. Elementos de fricción

Los materiales de los elementos de fricción deben respetar la norma UIC 345.

## **2.5.9 Equipos auxiliares de Bogie**

TCAMP-RQSS-14938 – Equipos Auxiliares de Bogie. Disposición areneros

Las UT deberán ir equipadas con areneros que aseguren la adherencia rueda-carril.

TCAMP-RQSS-15091 – Equipos Auxiliares de Bogie. Características areneros

La actuación de los areneros será neumática por lo que se dispondrá del correspondiente eyector de arena, juntamente con una tolva o caja de almacenado.

TCAMP-RQSS-14965 – Equipos Auxiliares de Bogie. Gestión actuación areneros

Los areneros actuarán combinados con la posición de marcha, es decir, actuarán solamente los situados en cabeza de los bogies tractores según el sentido de marcha.

La maniobra del dispositivo de arenado podrá efectuarse de modo automático desde el equipo de control, en patinajes o frenadas de emergencia, o a voluntad del maquinista desde un pulsador en pupitre, y nunca con el inversor en neutro. La velocidad mínima a la cual el sistema dejará de arenar deberá ser ajustable y se definirá en la fase de proyecto.

TCAMP-RQSS-14950 – Equipos Auxiliares de Bogie. Protecciones areneros

La caja de almacenado de la arena deberá disponer de los elementos necesarios para evitar el apelmazamiento de la arena almacenada en ella y la caída a vía por vibración, considerando que el depósito se ubicará en el bogie.

Asimismo, dispondrá de una tapa que permita su fácil apertura y acceso para el llenado y una vez cerrada deberá tener perfecta estanqueidad.

TCAMP-RQSS-14751 – Equipos Auxiliares de Bogie. Depósitos areneros

La capacidad de los depósitos de arena será la equivalente para asegurar la cantidad entre las visitas de mantenimientos más cortas para el relleno de arena.

Los depósitos incluirán una mirilla para poder visualizar el nivel de arena en su interior. Los depósitos, igual que cualquier otro elemento del equipo del arenero, deberá poner especial cuidado en la estanqueidad al agua por cualquier punto: depósito, eyector-cazoleta, boca de entrada y tubo de salida.

TCAMP-RQSS-14900 – Equipos Auxiliares de Bogie. Interferencia elementos areneros

Los elementos de salida, boquilla, fijaciones, etc. de los areneros, no interferirán con la captación de las antenas del sotabastidor.

También se vigilará que no interfiera contra los elementos, peldaños o estribos de acceso a la cabina de conducción, ni interfieran con los elementos de la operación del reperfilado.

TCAMP-RQSS-14620 – Equipos Auxiliares de Bogie. Características no cancerígenas del tipo de arena

La arena será libre de elementos considerados como cancerígenos, referentes tanto en su uso y composición como para su manipulación.

TCAMP-RQSS-15761 – Equipos Auxiliares de Bogie. Características engrasador de pestaña

En el primer eje de los coches con cabina de conducción y según el sentido de marcha se incorporará un sistema de engrase de pestaña, y será un modelo de eficacia probada en explotaciones ferroviarias.

- El sistema será automático y se controlará a través del sistema SAE en función de la posición del vehículo.
- En general, actuará cuando en tranvía entre en curvas con un radio inferior a 80 m (parámetro configurable)
- Manualmente se podrá actuar desde cabina a través de un pulsador

TCAMP-RQSS-15049 – Equipos Auxiliares de Bogie. Reposición lubricante engrasador de pestañas

En caso de disponer depósito de grasa para el engrase de pestañas, éste deberá ubicarse bajo bastidor, en el entorno del bogie, protegido por el quitapiedras / quita-reses. deberá ser fácilmente accesible para su mantenimiento y las operaciones de revisión y carga.

La reposición del lubricante del engrasador de pestañas no se realizará antes de la visita más corta de mantenimiento.

TCAMP-RQSS-15387 – Equipos Auxiliares de Bogie. Grasa engrasador de pestañas

El lubricante utilizado será biodegradable.

## 2.6 Interiores y Clima

### 2.6.1 Asientos

TCAMP-RQSS-15338 – Asientos. Disposiciones ETI

En la oferta se deberá incluir croquis e información muy detallada y medida (dimensiones, disposición, amarres, detalles, etc.) sobre los asientos.

TCAMP-RQSS-14726 – Asientos Normativa

Las fuerzas que se apliquen a los anclajes y soportes de los elementos, componentes órganos y equipos que se monten en las cajas se determinaran de acuerdo con la EN 12663-1 apartado 6.5. y la ficha UIC 566.

Los asientos deberán cumplir con el apartado 5.2 de la EN 16585-2.

Los asientos cumplirán con la EN 45545-2.

TCAMP-RQSS-29138 – Asientos. Codi Accessibilitat

Todos los asientos deberán cumplir con lo indicado en el *Codi d'Accessibilitat de Catalunya*.

TCAMP-RQSS-14208 – Asientos, encajes y soportes

El conjunto asientos, encajes y soportes tendrán un dimensionamiento robusto.

TCAMP-RQSS-15008 – Asientos, dimensionados.

Para la determinación y dimensionado de elementos accesibles y utilizables por los pasajeros, como asideros, asientos, portaequipajes, etc., se tendrán en cuenta las cargas indicadas en la ficha UIC 566 OR, apartados 2.1.1.1, 2.1.1.2, 2.2.1. Para los casos de estudio de fatiga, se seguirá la norma EN 12663-1.

TCAMP-RQSS-15252 – Asientos, calidad.

Todos los asientos serán de alta calidad, ergonómicos, de tipo antivandálico y con un óptimo diseño. Los asientos serán resistentes a los roces y agresiones como las debidas al paso de maletas, objetos voluminosos, etc.

TCAMP-RQSS-14590 – Asientos. Dimensiones mínimas

En cuanto a las dimensiones del asiento como elemento aislado, se tendrán en cuenta los valores mínimos indicados en la ficha UIC 567.

TCAMP-RQSS-15704 – Asientos. Planos y croquis

La oferta deberá incluir planos o croquis con las dimensiones, disposición, amarres y detalles de los asientos propuestos.

#### TCAMP-RQSS-15650 – Asientos tipos

Habrán tres tipos de asientos, los principales situados en dirección de la marcha, los transversales situados en las zonas de testeros entre coches y si fuera necesario los abatibles, situados en las zonas multifuncionales.

#### TCAMP-RQSS-14248 – Asientos estructura

A excepción de los asientos ubicados encima los bogies, los bastidores de los asientos serán metálicos y se fijarán en la pared, mediante soporte tipo Cantiléver, de forma que todo el asiento quede prácticamente en voladizo y faciliten al máximo las operaciones de mantenimiento de limpieza del suelo.

#### TCAMP-RQSS-14749 – Asientos. Desmontaje

El cobertor de los asientos y respaldos podrá desmontarse por separado. Sus forrados estarán concebidos como fundas, para poder renovarlos sin operaciones adicionales. La zona inferior de los asientos quedará sin cerrar, a efectos de que no se acumule suciedad entre los respaldos y asientos.

#### TCAMP-RQSS-15015 – Asientos, apoyabrazos

Los asientos en tertulia no deberán disponer de apoyabrazos.

#### TCAMP-RQSS-14324 – Asientos abatibles

Los asientos plegables no deberán disponer de apoyabrazos

#### TCAMP-RQSS-29137 – Asientos Reservados, apoyabrazos

Los asientos reservados deberán tener apoyabrazos según lo indicado en el *Codi d'Accessibilitat de Catalunya*; y como mínimo deberán incorporar apoyabrazos en los extremos de tertulias.

Los reposabrazos de los asientos reservados deberán ser abatibles.

#### TCAMP-RQSS-14515 – Asientos. Seguridad.

No existirán ángulos vivos que puedan dañar, incomodar y generar compresiones en las extremidades de los viajeros o al personal de mantenimiento durante su manipulación.

#### TCAMP-RQSS-14363 – Asientos. Espacio entre butacas

Se respetará la distancia para el espacio de piernas en butacas dispuestas frente a frente definido en la ficha UIC 567.

#### TCAMP-RQSS-14117 – Asientos. Carga por usb

Entre los asientos individuales de cada conjunto de dos, y entre los asientos individuales de las zonas de asientos longitudinales, deberá situarse una toma de cargador de baterías tipo USB y USB-C (5V, 1.5A), acorde a los requisitos para un DCP (*Dedicated Charging Point*) en *USB: Battery Charging Specification R1.2*, por cada asiento, y agrupadas a pares.

Las tomas USB estarán puestas en una zona no horizontal, de forma que no se obture por caída de pequeños objetos o suciedad.

Cada toma USB deberá disponer de un LED que indique su correcto funcionamiento en verde, y rojo en caso contrario.

#### TCAMP-RQSS-14247 – Asientos reservados

Para los asientos reservados se seguirán las disposiciones de la normativa aplicable, incluyendo el nuevo decreto de *Codi d'accessibilitat de la Generalitat de Catalunya*.

Existirán 8 asientos situados junto a una puerta de acceso, agrupados en tertulia de cuatro, a ambos lados del pasillo, reservados para personas de especial atención, diferenciándose del resto de asientos por el color del tapizado y por los pictogramas específicos, indelebles y antivandálicos, fijados de forma visible en su entorno.

#### TCAMP-RQSS-14643 – Asientos. Distribución interior

Las ofertas presentarán el *layout* o distribución interior de butacas en las UT, siguiendo las directrices que se indican en el presente apartado e intentando buscar la máxima amplitud de pasillos y máxima capacidad de las UT. Durante la fase de proyecto, FGC podrá solicitar ajustes sobre la distribución propuesta.

## 2.6.2 Asideros

#### TCAMP-RQSS-14864 – Asideros y pasamanos.

Las zonas de viajeros deberán estar dotadas de asideros y pasamanos en todas las zonas de los vehículos donde puedan viajar personas de pie, o ser zonas de paso. Con carácter general se deberán instalar el máximo número de asideros posibles.

#### TCAMP-RQSS-29654 – Asideros. Estudio disposición

Durante la fase de proyecto el Adjudicatario deberá elaborar un estudio que permita decidir la disposición de asideros y pasamanos de forma consensuada con FGC.

#### TCAMP-RQSS-15033 – Asideros. Aspecto

Los asideros deberán estar formados por elementos tubulares o macizos, con formas suaves, agradables al tacto, de textura mate, sin extremos libres, fácil de limpiar y de aspecto aséptico.

#### TCAMP-RQSS-29653 – Asideros. Materiales

El material constructivo de los pasamanos y accesorios será el acero inoxidable, con acabado cromático.

TCAMP-RQSS-14318 – Asideros. Normativa anclajes

Las fuerzas que se apliquen a los anclajes y soportes de los elementos, componentes órganos y equipos que se monten en las cajas se determinarán de acuerdo con la norma EN 12663-1 apartado 6.5.

TCAMP-RQSS-14981 – Asideros. Normativa elementos utilizables

Para la determinación y dimensionado de elementos accesibles y utilizables por los pasajeros, como asideros, asientos, portaequipajes, etc., se tendrán en cuenta las cargas indicadas en la ficha UIC 566 OR, apartados 2.1.1.1, 2.1.1.2, 2.2.1. Para los casos de estudio de fatiga, se seguirá la norma EN 12663-1.

TCAMP-RQSS-14327 – Asideros. Plataformas acceso.

Se dispondrán los pasamanos, asideros y apoyos isquiáticos necesarios en las plataformas de acceso, en los montantes de puertas y en los respaldos de los asientos.

TCAMP-RQSS-14954 – Asideros. Número máximo.

En general, no quedará ninguna superficie mayor de 2 m<sup>2</sup> sin un asidero próximo de fácil y cómodo agarre.

TCAMP-RQSS-15336 – Asidero vertical plataforma

En la zona de puertas se situará un asidero vertical junto a las puertas.

TCAMP-RQSS-15348 – Asidero asientos

Los asideros de los asientos estarán diseñados de tal forma que estén integrados en su estructura, sin que aparezcan como aditamentos o postizos.

TCAMP-RQSS-29655 – Asideros. Codi Accessibilitat

Para la disposición y características de los asideros, se deberán respetar las consideraciones del *Nou Codi d'Accessibilitat de Catalunya*.

### **2.6.3 Revestimientos interiores**

TCAMP-RQSS-14824 – Interiorismo.

Para la decoración interior de las unidades de tren se emplearán materiales de revestimiento no astillables y de características al fuego según lo indicado anteriormente En 45545-2, que no necesiten pinturas, resistentes a las manchas, de fácil limpieza de pintadas vandálicas (grafiti) y al rayado.

TCAMP-RQSS-14932 – Interiorismo. Materiales

Los materiales a utilizar se elegirán de forma que contribuyan a hacer ligera la caja del vehículo.

## TCAMP-RQSS-14830 – Interiorismo. No uso pintura

Se evitará la utilización de pintura en el revestimiento interior y mobiliario.

## TCAMP-RQSS-14694 – Interiorismo. Unión paneles

Las uniones de los paneles del revestimiento entre sí y sus fijaciones a la estructura se realizarán de forma que no se produzcan grietas ni deformaciones en ellos, a causa de dilataciones o contracciones.

Los sistemas de fijación que se adopten no serán en ningún caso visibles desde el punto de vista del viajero.

## TCAMP-RQSS-14319 – Interiorismo. Especificaciones del constructor.

Para la realización de los elementos de revestimiento interior se seguirán las especificaciones propias y normativas que normalmente utilice el Constructor, que deberán garantizar la alta calidad de los productos empleados. Estas especificaciones y normativas se entregarán y someterán a aceptación por parte de FGC

## TCAMP-RQSS-14628 – Interiorismo. Montantes de puertas

El forro interior de los montantes laterales de las puertas estará preparado para poderse extraer completamente y permitir realizar las actividades de mantenimiento.

## TCAMP-RQSS-14961 – Aislamiento caja

El aislamiento de la caja debe reducir de forma significativa el paso hacia el interior de vibraciones y ruidos, por un lado, y el intercambio de calor con el exterior por otro. El constructor determinará los valores en fase de diseño, para su aceptación por parte de FGC.

## TCAMP-RQSS-15040 – Aislamiento cabina pasaje

Se deberá garantizar la perfecta estanqueidad de los compartimentos de viajeros y de las cabinas de conducción, así como las características idóneas del aislamiento térmico de los materiales empleados, y su durabilidad a lo largo de todo el ciclo de vida de la UT.

## TCAMP-RQSS-14217 – Revestimientos interiores suelo

El fabricante recogerá en su Oferta una propuesta para los revestimientos interiores del suelo, si bien, esta propuesta será acordada entre el fabricante y FGC durante la fase de proyecto.

Sobre los revestimientos interiores del suelo, se colocará un revestimiento ignífugo antideslizante con una alta resistencia al punzado y a la abrasión. El constructor especificará la durabilidad media de los tipos de revestimientos propuestos. Los materiales a utilizar se elegirán de forma que contribuyan a hacer ligera la caja del vehículo.

El pavimento se instalará de tal forma que se asegure la estanqueidad a las aguas de lavado o de la lluvia.



El piso del vehículo tendrá que ser antideslizante, tanto en condiciones de seco como de mojado, incluidas las plataformas de los pasillos de intercurrencia o pisaderas metálicas que pudiera haber, incluido las de las puertas de acceso.

TCAMP-RQSS-15180 – Interiorismo. Trampillas mecanismos puertas.

En el interior del coche y a la altura de los mecanismos de puertas se instalarán trampillas de registro, para permitir inspeccionar, reparar y mantener todos los mecanismos de acuerdo con los criterios de mantenibilidad establecidos en el presente pliego.

Todas las trampillas o revestimientos que sean abatibles hacia el interior de la sala de viajeros deberán ir provistos, además de los correspondientes cierres que minimicen el impacto visual que se definan en la fase de proyecto, de un segundo sistema de anclaje de accionamiento rápido tipo gancho, cadena de seguridad o equivalente que impida que la trampilla o el revestimiento pueda golpear algún viajero en caso de apertura accidental.

TCAMP-RQSS-15561 – Interiorismo. Paneles

Para la fácil sustitución de los paneles de revestimiento interior por deterioro o cualquier otra causa, se colocarán de forma que puedan desmontarse individual y fácilmente pudiéndose utilizar fijaciones tipo "velcro" de alta resistencia. Se diseñarán de forma que no sea necesaria la utilización de tapajuntas.

TCAMP-RQSS-14645 – Interiorismo. Limpieza paneles

El revestimiento interior no presentará resaltes, puntos de difícil acceso o de acumulación de suciedades que dificulten la limpieza.

TCAMP-RQSS-14097 – Interiorismo, instalación paneles

Se evitarán asimismo salientes agudos que puedan dañar a los viajeros.

TCAMP-RQSS-15509 – Interiorismo. Registros

Se dispondrán de los registros necesarios y suficientemente amplios para efectuar la reparación y mantenimiento de aparatos, de forma que no sea preciso desmontar el revestimiento interior.

## **2.6.4 Cabina**

TCAMP-RQSS-14244 – Cabina. Normativa.

Las cabinas se concebirán para que la conducción se realice por un solo agente. Su disposición, planteada desde el punto de vista ergonómico, permitirá que éste pueda realizar su misión con eficacia, regularidad y seguridad.

Se tendrá en cuenta todos aquellos factores que racionalicen y mejoren sus condiciones de trabajo, como son:

- Buena visibilidad (conforme con la norma EN 16186 y la ficha UIC 651)
- Buena ventilación y climatización (conforme con la norma EN 14813-1).
- Buena accesibilidad a los órganos de conducción (conforme con UIC612 y UIC651 OR anexo I).
- Confort aceptable (alto índice de confort/comodidad definido y evaluado de acuerdo con la ficha UIC-513 o un alto índice de confort / comodidad definido y evaluado de acuerdo a la norma UNE-EN-12299.
- Bajo nivel de ruidos y vibraciones (conforme las fichas UIC 643 y 651)

#### TCAMP-RQSS-15448 – Cabina. Montaje pupitre

Los espacios entre el propio pupitre y entre el pupitre y las paredes de cabina quedarán cerrados para evitar caída de objetos y acumulación de suciedad.

#### TCAMP-RQSS-15080 – Cabina. Medidas propuestas

La oferta indicará las medidas propuestas en la cabina de conducción para conseguir esta estanqueidad y confort térmico.

#### TCAMP-RQSS-14752 – Cabina. Equipos eléctricos-electrónicos

En la cabina se ubicarán aquellos equipos de control eléctrico de las diversas funciones del vehículo en las que sea necesaria la intervención del maquinista en algún modo, ya sea para informarse, habilitar o deshabilitar funciones remotas.

#### TCAMP-RQSS-14420 – Cabina. Tomas auxiliares

En cada cabina deberán preverse 3 tomas auxiliares a 230 V, 50 Hz para la conexión de cargadores portalinternas y cargadores de teléfonos móviles, así como para la alimentación de equipos complementarios de medida o diagnosis en línea y conexión de útiles de limpieza o pequeñas herramientas y equipos.

#### TCAMP-RQSS-15079 – Cabina. Identificación UT y coche

Deberá constar, en lugar bien visible, el número de identificación del coche y la velocidad máxima permitida.

#### TCAMP-RQSS-15292 – Cabina. Retrovisión

Estará equipada por su parte exterior con cámaras de retrovisión y, a ambos lados de las cabinas de conducción.

#### TCAMP-RQSS-29139 – Cabina. Monitores Retrovisión.

La cabina deberá equiparse con monitores dedicados a la retrovisión, según requisitos del CCTV.

## TCAMP-RQSS-15127 – Cabina. Dimensiones.

La altura de la cabina no debe ser inferior a 2000 mm en cualquier punto accesible. La distancia entre el suelo de la cabina y el borde superior de la ventana del panel frontal no debe ser inferior a 1800 mm.

## TCAMP-RQSS-15433 – Cabina. Dotación I

En la cabina se deben poder instalar equipos para el almacenamiento de materiales de emergencia o para la conducción, así como también artículos personales. Los equipos de emergencia se deben colocar de manera que el personal pueda comprobar visualmente su existencia, y deberá poderse comprobar que funcionan adecuadamente sin necesidad de sacarlos del espacio de almacenamiento.

## TCAMP-RQSS-15248 – Cabina. Dotación II

Cada cabina debe disponer de:

- Dos ganchos para la ropa
- Un espacio libre, para el almacenamiento de una maleta o bolsa, sin interferir con el espacio para las extremidades inferiores en posición sentado.

## TCAMP-RQSS-15353 – Cabina. Asiento maquinista.

El puesto de conducción estará centrado respecto del eje longitudinal del vehículo.

El asiento deberá permitir realizar todas las funciones normales de conducción en posición sentada en una postura correcta del maquinista desde el punto de vista fisiológico y facilitar su ajuste a los maquinistas de diferentes alturas. Para garantizar que el asiento del maquinista es ergonómico y proporciona confort al maquinista, se deberá instalar un asiento cuyas dimensiones se ajusten a lo recogido en la ficha UIC 651. El asiento también dispondrá de reposabrazos abatibles y regulables en altura en el rango comprendido entre los 190 mm y los 220 mm, tomando como referencia el cojín del asiento.

## TCAMP-RQSS-15285 – Cabina. Botiquín primeros auxilios

Se deberá prever espacio en cabina para la ubicación de un botiquín de primeros auxilios, así como un armario con toma de alimentación eléctrica para una posible ubicación de un aparato desfibrilador.

## TCAMP-RQSS-14640 – Cabina. Nivel ruido

El nivel de ruido interior será conforme a las disposiciones de la ficha UIC 643 y 651.

TCAMP-RQSS-14552 – Cabina. Acústica.

La información audible generada por el equipo a bordo dentro de la cabina no deberá ser inferior que 6 dB (A) por encima del ruido medio de fondo recibido.

TCAMP-RQSS-29656 – Puesto acompañante

Deberá incluirse un puesto de cabina para el acompañante de conducción.

Éste deberá disponer de los elementos de seguridad necesarios, tipo el aviso acústico y los frenos de emergencia.

#### **2.6.4.1 Pupitre**

TCAMP-RQSS-15673 – Pupitre de conducción. Ficha UIC

El pupitre de conducción se adaptará a lo indicado en la ficha UIC 651.

TCAMP-RQSS-15398 – Cabina conducción

Las cabinas de conducción deberán cumplir las exigencias de visibilidad del conjunto de normas EN 16186, y en particular la norma EN 16186-5.

TCAMP-RQSS-14607 – Cabina. Ergonomía Pupitre

El diseño definitivo del pupitre deberá tener un estudio de ergonomía realizado por una entidad competente que abale la disposición de los elementos y sus dimensiones definitivas.

El diseño definitivo deberá ser expresamente aprobado por FGC.

TCAMP-RQSS-14241 – Cabina. Ubicación Pupitre

La ubicación del pupitre respecto a la cabina debe estar en una posición centrada.

TCAMP-RQSS-14511 – Cabina. Pupitre I

Debajo de la visera de la parte frontal, el pupitre dispondrá de una iluminación a base de leds conectada de forma permanente. Será una iluminación de baja luminosidad que servirá para que el maquinista pueda percibir la distribución de aparatos. Esta iluminación no tendrá relación con el alumbrado de cabina y no deberá producir reflejos molestos.

TCAMP-RQSS-14476 – Cabina. Pupitre II.

El diseño del pupitre del conductor, como también la forma de operar los equipos y sistemas de control y de cualquier interfaz, deberá basarse en las tareas exactas de operación que se llevarán a cabo (control y manipulación de los equipos) y en las medidas antropométricas de los maquinistas.

TCAMP-RQSS-14733 – Cabina. Pupitre III

Los sistemas de operación y control deberán estar claramente señalizados, para que puedan ser identificados por el conductor en cualquier situación. Si no se determinaran pictogramas, los textos

importantes deberán ser cortos y sin ambigüedades. Los campos visuales y operativos óptimos del conductor deberán incluir solamente los sistemas de operación y control que serán utilizados durante el servicio o en caso de emergencia. Estos equipos deberán diseñarse de manera que el conductor no sólo pueda identificar su posición y operarlos sin cometer errores, incluso en la oscuridad, sino que también podrá leerlos durante el día o la noche sin ningún tipo de dificultad (por ejemplo, sin riesgos de deslumbramientos)

#### TCAMP-RQSS-15412 – Cabina. Pupitre IV

Los manipuladores que se utilicen frecuentemente, como también las superficies con las que las manos o los antebrazos estén en contacto, deberán estar revestidos de materiales no conductores de calor.

#### TCAMP-RQSS-15494 – Cabina. Manipulador

El manipulador de tracción/freno será de recorrido angular. Se ajustará, en cuanto a posición en el pupitre y facilidad de manipulación, a los siguientes criterios:

- Posición del manipulador respecto del asiento del maquinista: para conducción con la mano izquierda.
- En la zona de guiado destinada al recorrido de tracción y freno de urgencia (FU) se mantendrán las referencias de la escala de velocidad y FU. Estas referencias serán indelebles.
- Existirá una muesca o enclavamiento mecánico en el punto o posición cero ("0") de la guía del manipulador que evitará su paso o acceso casual o accidental a la zona de guiado destinada al recorrido de tracción.
- Para que el manipulador pueda pasar a la zona de tracción habrá que realizar, en la posición "0" una leve presión superior a la del deslizamiento giratorio normal que permita vencer una pequeña resistencia
- El recorrido del manipulador desde la posición de máxima velocidad a la posición FU no presentará ninguna resistencia ni impedimento.
- No existirá un enclavamiento mecánico mediante llave específica.
- El hombre muerto asociado al manipulador será sensitivo, activo por el contacto con el dedo de la mano en contacto con el manipulador. Se pondrá especial atención en que el sensor trabaje con suficiente margen de tolerancia para evitar actuaciones no volitivas o un endurecimiento en su actuación.

#### TCAMP-RQSS-15282 – Cabina. Pupitre. Distribución I

En la derecha del pupitre, a la altura de la mano derecha, deberán situarse los pulsadores de mayor uso en la operación, mando de puertas, faros principales, alumbrado interior, etc.

#### TCAMP-RQSS-29657 – Se deberá incluir los siguientes pulsadores:

Se deberá incluir los siguientes pulsadores:

- Pulsadores manuales de selección de agujas
- Pilotaje de semáforos
- Patines de freno
- Engrase de pestaña
- Areneros

#### TCAMP-RQSS-14805 – Cabina. Pupitre. Distribución II

En la izquierda del pupitre, a la altura de la mano izquierda, deberán situarse:

- el manipulador de marcha freno,
- la llave de ocupación de cabina,
- el inversor de marcha,
- los pulsadores de conexión y desconexión de batería.
- el pulsador rojo de emergencia o "seta"

La "seta" deberá instalarse de tal forma que, aun siendo accesible fácilmente, no pueda ser actuada de forma accidental.

#### TCAMP-RQSS-29142 – Cabina. Plataforma bajo pupitre. Elementos.

La plataforma bajo pupitre deberá integrar accionamiento para dos bocinas y un pedal de HM.

#### TCAMP-RQSS-14556 – Cabina. Plataforma bajo pupitre. Regulación

La plataforma bajo pupitre deberá tener un movimiento vertical accionado por un pequeño pedal situado en el lado derecho, al objeto de que el maquinista se lo pueda ajustar en altura; este pedal será expresamente propuesto por los fabricantes y aprobado por FGC.

Esta plataforma dispondrá de conectores y fijaciones preparadas para su extracción como un conjunto equipado.

#### TCAMP-RQSS-15769 – Cabina. Pupitre. Distribución VI

En la parte frontal se situarán las siguientes pantallas:

- HMI control de tren y las informaciones de ADAS
- Consola SAE
- Consola de billeteaje
- HMI pantallas de CCTV
- Retrovisoras dedicadas en ambos lados a modo de espejo

#### TCAMP-RQSS-15441 – Cabina. Pupitre. Distribución VII

La situación de los mandos de autorización y anulación de apertura de puertas, de cada lado, se ajustará a al diseño del pupitre comentado. En los laterales de la cabina, en los montantes de las

puertas de acceso desde el exterior y junto a las ventanillas, se montarán, también, unos pulsadores de habilitación, apertura y cierre de puertas de pasaje.

#### TCAMP-RQSS-14736 – Cabina. Pupitre. Distribución IV

A la derecha del pupitre se situará un conjunto de poliéster con los mandos e interfaces del radioteléfono integrados en un único conjunto intercambiable completo.

#### TCAMP-RQSS-15203 – Cabina. Pupitre. Distribución V

A la izquierda del pupitre se situará una placa de pulsadores con elementos complementarios no contemplados en el pupitre central, tales como dos enchufes de potencia, dos tomas de Ethernet y diversos conmutadores de anulaciones.

#### TCAMP-RQSS-15168 – Cabina. Pupitre. Distribución VI

Los pulsadores de anulaciones de lazos y de puertas, y el pulsador de recuperación de tirador de alarma activado, estarán precintados mediante una tapa con precinto, imposible de manipular de cualquier forma o forzar su apertura sin la rotura obligatoria del precinto de seguridad. Se situarán en la parte izquierda del pupitre.

#### TCAMP-RQSS-15528 – Cabina. Pupitre. Distribución VII

Los aparatos e indicadores de control, como manómetros, indicador de consigna de tracción-freno, aviso de bajada de una PMR en la siguiente estación, e indicador de presencia de anomalías, los ofrecerá la pantalla de control de tren, de forma que queden dentro de su campo visual mientras conduce, pudiendo observarlos sin mover la cabeza. En su posición no producirán reflejos que dificulten una rápida visión de los mismos.

#### TCAMP-RQSS-15111 – Cabina. Pupitre. Distribución VIII

El velocímetro, con las indicaciones de velocidad real y velocidad impuesta por el manipulador se situará en la parte central del pupitre.

#### TCAMP-RQSS-15520 – Cabina. Pupitre. Distribución IX

El resto de los indicadores tales como el esfuercímetro, voltímetro de batería, señalización de averías, gestión y estado de puertas, etc., quedarán incluidos en las informaciones que ofrezcan las pantallas de control de tren.

#### TCAMP-RQSS-15452 – Cabina. Pupitre. Distribución X

Los pulsadores de control de puertas, señalización exterior, faros principales, luneta térmica, limpia y lava parabrisas, etc., de accionamiento habitual durante la conducción, estarán situados hacia la derecha y sobre la bandeja del pupitre.

**TCAMP-RQSS-14772 – Cabina. Pupitre. Distribución XI**

El micrófono de megafonía y el del radioteléfono estarán situados al alcance de la mano derecha del conductor, de forma que los cables no entorpezcan ninguna maniobra de la conducción, ni el acceso del maquinista a su asiento. El anclaje de los mismos en su soporte será lo suficientemente cómodo y seguro, de forma que no distraiga la atención del maquinista en el momento de tomarlos o dejarlos. Los cuerpos de los conectores no se deberán utilizar nunca como conexión de continuidad de un blindaje.

**TCAMP-RQSS-14882 – Cabina. Pupitre. Distribución XII**

En la zona del apoya pies del maquinista existirá un pedal de accionamiento de "Hombre muerto", dos pedales de activación de las bocinas del tren i un tercer pedal que servirá para ajustar en altura la zona apoyapiés.

**TCAMP-RQSS-14269 – Cabina. Visera de pupitre.**

Las pantallas del pupitre dispondrán de una visera fija que se dejará ajustada en la posición que ofrezca mejor protección contra el sol.

**TCAMP-RQSS-14134 – Cabina. Extra vehículo**

Los aparatos e indicadores de control, tales como el velocímetro, manómetros, indicador de consigna de tracción-freno, aviso de bajada de una PMR en la siguiente estación, e indicador de presencia de anomalías, estarán situados frente al maquinista, directamente sobre el pupitre o los ofrecerá la pantalla de control de tren, de forma que queden dentro de su campo visual mientras conduce, pudiendo observarlos sin mover la cabeza.

**TCAMP-RQSS-14677 – Cabina Extra vehículo instrumentos de medida**

Las carátulas deberán ser debidamente iluminadas de forma que sin producir deslumbramientos al maquinista puedan ser observadas en cualquier nivel de luz ambiental o en la oscuridad.

**TCAMP-RQSS-14296 – Cabina. Extra vehículo Cable-micrófono**

El conjunto cable-micrófono será robusto y aguantará estirones esporádicos que puedan producirse. Su situación será en pupitre, en un lugar cómodo para el maquinista

**TCAMP-RQSS-15086 – Cabina. Extra Protección personal**

Se considerarán las disposiciones establecidas en la ficha UIC 533-O y la norma EN 50153.

**TCAMP-RQSS-14527 – Cabina Interferencia aparatos**

La manipulación sobre cualquier aparato de mando no enclavado en la cabina de conducción que no esté en servicio, sea del equipo eléctrico o neumático, no perturbará el funcionamiento normal de la unidad de tren ni interferirá en las órdenes de la cabina conductora.



## TCAMP-RQSS-14453 – Cabina. Diagnósis

Los activadores y pulsadores serán controlados electrónicamente de forma tal que transmitan a un sistema de diagnóstico asociado su estado, si han efectuado o no la conexión / orden requerida tras su activación o pulsación y, en su caso, la posible causa de su fallo.

## TCAMP-RQSS-31554 – Cabina. Pupitre. Iluminación controles

El pupitre deberá contar con una iluminación indirecta, que ilumine de forma adecuada todos los controles del pupitre y permita leer sus indicaciones en la oscuridad, sin producir reflejos en el maquinista ni en la luna frontal. Esta iluminación no tendrá relación con el alumbrado de cabina. Deberá existir un control de iluminación manual para la iluminación de los controles del pupitre.

## TCAMP-RQSS-14587 – Cabina. Pupitre. Iluminación monitores

Los diversos monitores del pupitre dispondrán de un regulador de luminosidad automático para la adecuación del brillo de éstas a la luminosidad exterior, de forma que al maquinista no le moleste en exceso la iluminación en circulación por túnel, ni la falta de luminosidad en circulación por el exterior.

## TCAMP-RQSS-14918 – Cabina. Lámparas de señalización

Las lámparas se alimentarán de la línea de 24 V<sub>cc</sub> prevista en cada coche, con el fin de utilizar lámparas piloto del mercado de automoción o telefonía de tipo multi LED.

## TCAMP-RQSS-15718 – Cabina. Lámparas de señalización I.

Cuando se trate de indicadores luminosos, la diferencia de brillo entre apagado y encendido será suficiente para que se observe en pleno día y con sol incidiendo en la cabina.

## TCAMP-RQSS-15464 – Cabina. Lámparas de señalización II.

Los indicadores luminosos estarán formados por LED de alto brillo, siempre que cumplan las condiciones de luminosidad expuestas.

## TCAMP-RQSS-31555 – Cabina. Pupitre. Cargador soporte móvil

En el pupitre deberá instalarse un soporte cargador inalámbrico de teléfono móvil.

## TCAMP-RQSS-15140 – Cabina. Avisadores Acústicos

El mando será electroneumático desde el pupitre, mediante pedales, y las electroválvulas y llaves de conmutación estarán situadas en el armario neumático. Además, los avisadores se accionarán de forma automática cuando se pulse el frenado de urgencia, por activación de seta de emergencia o se pase el manipulador a freno de emergencia y dejarán de sonar cuando el tren llegue a velocidad cero.

Si la prueba se hace en velocidad cero, darán un corto pitido de comprobación de correcto funcionamiento.

Cumplirán lo prescrito en la EN 15153-2

#### **2.6.4.2 Puerta de cabina**

TCAMP-RQSS-15512 – Puerta interior. Normativa fuego

Tanto el tabique de separación como la puerta que integra tendrán una resistencia al fuego de 15 minutos (E15) conforme al ensayo normalizado de la norma EN 1363-1.

Debe ser diseñada según los criterios de la EN 45545 para tener en cuenta los criterios de propagación de incendios.

TCAMP-RQSS-14613 – Cabina. Puerta interior. Aspecto

El aspecto de la puerta desde la zona de pasajeros se armonizará con el resto del diseño interior. Deberá ser transparente en la mitad superior, y opaca en la mitad inferior.

TCAMP-RQSS-29141 – Cabina. Puerta interior. Resistencia

Las propiedades mecánicas de la puerta interior deberán ser equivalentes a las del vidrio de seguridad templado.

TCAMP-RQSS-14695 – Cabina. Puerta interior. Funcionalidad I

La puerta interior deberá ser corredera.

TCAMP-RQSS-14964 – Cabina. Puerta interior. Funcionalidad II

Desde el interior (lado de la cabina) se utilizará una manija de fácil accionamiento para abrir la puerta.

TCAMP-RQSS-14952 – Cabina. Puerta interior. Funcionalidad III

Desde el exterior (lado de pasajeros) el mecanismo de puerta será abierto mediante la llave de control del tren.

TCAMP-RQSS-14754 – Cabina. Puerta interior. Retención

En cuanto a su mecanismo de apertura y cierre, la puerta dispondrá de una fijación en posición completamente abierta, que la dejará abierta permanentemente.

TCAMP-RQSS-14173 – Cabina. Puerta interior. Señalización

En caso de que se considere necesario, el piso de la cabina podrá estar a un nivel ligeramente superior al piso del pasaje. En este caso, se señalará el escalón mediante una indicación de color diferente al color del piso.

### **2.6.4.3 Ventanas de cabina**

TCAMP-RQSS-15548 – Cabina. Ventanas I.

Las ventanas laterales de cabina se situarán en la parte delantera lateral, una a cada lado, y no formarán parte de las puertas.

TCAMP-RQSS-14612 – Cabina. Ventanas II

La ventana lateral será practicable para permitir la entrada de aire en caso de que se requiera.

TCAMP-RQSS-15674 – Cabina. Frontal I

El testero frontal se concebirá considerando la seguridad pasiva y su entrega con la estructura y revestimiento exterior del resto de la caja no presentará una solución de continuidad que pudiera comprometer la estanqueidad de la caja y que requiera un mantenimiento específico. En su caso la zona de sacrificio que se pudiera prever debe formar parte de la estructura y, en caso de colisión o impacto, debe poderse reponer con cierta facilidad junto con un nuevo testero frontal.

TCAMP-RQSS-15720 – Cabina Frontal II

El testero frontal contendrá, exteriormente y debidamente ubicados, el indicador de itinerarios y tipo de tren, los faros de profundidad y de posición, y el equipo limpia y lava parabrisas. En general, cualquier elemento dispondrá de un fácil acceso por razones de mantenimiento. La iluminación exterior se realizará mediante LED siempre que garanticen una alta iluminación y alta durabilidad.

TCAMP-RQSS-15211 – Cabina. No interferencia equipo-conductor.

La localización de equipos de la cabina no debe interferir o bloquear la visibilidad de información externa del conductor.

### **2.6.4.4 Armarios en cabina**

TCAMP-RQSS-15825 – Cabina. Equipos bajo pupitre.

En el caso que sea insuficiente el volumen del armario para el equipo eléctrico de control y auxiliares de maniobra en BT y comunicaciones, estos se podrán colocar en armarios ubicados en la parte inferior del pupitre, en los laterales de la zona para las piernas del conductor, respetando la distancia mínima necesaria. Todas las regletas eléctricas irán situadas en el interior de los armarios eléctricos.

TCAMP-RQSS-14243 – Cabina. Cierres armarios eléctricos.

Los cierres de las puertas no sobresaldrán, de forma que no exista peligro de tropezar con los mismos, y deberán garantizar el correcto ajuste de las mismas; además quedarán bloqueados contra aperturas intempestivas en su posición de cierre y no precisarán ninguna llave especial para su apertura.

TCAMP-RQSS-15757 – Cabina. Aislamientos IP armarios.

Todos los conjuntos del armario estarán perfectamente protegidos contra la entrada de polvo, mediante juntas correspondientes, con una protección mínima IP 54 según norma EN 6052 9.

TCAMP-RQSS-14186 – Cabina. Inscripción armarios.

Los armarios irán rotulados, de forma que su funcionalidad resulte claramente identificable por el personal de conducción y talleres

#### **2.6.4.5 Alumbrado de cabina**

TCAMP-RQSS-15359 – Cabina. Alumbrado interior I.

Para la iluminación interior de la cabina del conductor se tendrá en cuenta la norma EN 13272. Dispondrá de un pulsador propio para el alumbrado de cabina y de una regulación para los focos de techo de alumbrado de pupitre.

TCAMP-RQSS-14310 – Cabina. Alumbrado interior II

El nivel de iluminación general garantizará en todo momento 150 lux o mejorado, a nivel de pupitre y no deslumbrará al maquinista.

TCAMP-RQSS-15389 – Cabina. Alumbrado interior IV.

Para prevenir cualquier confusión con la señalización operacional exterior, no existirán sistemas de luces verdes o iluminación de color verde dentro de la cabina del conductor, a excepción de los previstos por el Reglamento de Circulación referentes del sistema de señalización en la cabina.

TCAMP-RQSS-14508 – Cabina. Alumbrado elementos pupitre.

Todas las señales luminosas deberán poder ser leídas correctamente, ya sea en luz natural o con luz artificial secundaria.

TCAMP-RQSS-14678 – Cabina. Alumbrado elementos pupitre I

La iluminación de los instrumentos y de los documentos de trabajo, será independiente de la iluminación general y será ajustable. Dispondrá de un pulsador para el alumbrado de cabina y de una regulación para los focos de techo de alumbrado de pupitre.

TCAMP-RQSS-14205 – Cabina. Alumbrado elementos pupitre II.

Los pulsadores e indicadores luminosos que no sean ajustables y que estén iluminados continuamente deberán tener una luminancia de  $(0.1 + 0.1)$  lx. Si se permite un ajuste en el nivel de luminancia este deberá estar en un rango de 0.3 lx a 30 lx.

TCAMP-RQSS-14691 – Cabina. Alumbrado elementos pupitre III

Los indicadores iluminados y pulsadores no provocarán reflexión en la luna parabrisas de la cabina. Los indicadores y pulsadores que no estén iluminados continuamente, y sólo sean utilizados en caso de alarma tendrán una luminancia de, al menos, 150 lx.

TCAMP-RQSS-15417 – Cabina. Pulsadores luminosos

Los pulsadores luminosos se utilizarán para aquellas funciones en que la orden dada deba quedar señalizada de forma que el maquinista reconozca claramente el estado de su acción. Serán de perfil bajo.

El difusor de luz estará dispuesto de forma que pueda distinguirse su estado fácilmente observándolo desde el mismo plano de montaje del pulsador.

Las lámparas utilizadas tendrán una buena evacuación de calor y no provocarán deformaciones en el soporte que impidan un buen accionamiento del pulsador o pérdida de rendimiento lumínico por efecto del calor en el difusor.

Serán tipo multi LED.

En los pulsadores que tengan relación con señales de seguridad, la lámpara de señalización solo lucirá cuando la orden que haya sido dada por el equipo de control sea efectiva.

TCAMP-RQSS-14609 – Cabina. Control alumbrado

Desde cabina de conducción, se podrán controlar de forma independiente los sistemas de alumbrado por coches y composición, en unidad simple y en unidad múltiple.

## **2.6.4.6 Limpiaparabrisas**

TCAMP-RQSS-15807 – Cabina. Limpiaparabrisas I

Dispondrá de limpiaparabrisas. Será un equipo de amplia experimentación en el mercado ferroviario.

TCAMP-RQSS-14221 – Cabina. Limpiaparabrisas II

El conjunto motorreductor del limpiaparabrisas se alimentará a la tensión de 24 V y tendrá, al menos, dos velocidades de trabajo y una posición de marcha ajustable.

TCAMP-RQSS-15188 – Cabina. Limpiaparabrisas III

Se prestará especial atención en la superficie de barrido sobre la luna frontal, que será lo más amplia posible, enfatizándose en la zona central, de forma que permita la máxima visibilidad para la

conducción y en la zona superior lateral derecha para poder ver nítidamente las señales de arranque en estaciones.

TCAMP-RQSS-14699 – Cabina. Limpiaparabrisas IV

Será de doble brazo limpiador con movimiento combinado pivotante y de translación. El sistema de fijación de los mismos sobre los ejes de arrastre deberá ser robusto y no aflojarse o coronarse en las condiciones habituales de funcionamiento de estos dispositivos.

TCAMP-RQSS-15000 – Cabina. Limpiaparabrisas V

Será un equipo de depósito y bomba de impulsión anexa de uso común en el mercado de automoción y con garantía de recambios en el mercado.

TCAMP-RQSS-15239 – Cabina. Limpiaparabrisas VI

El depósito estará ubicado bajo testero, de forma que quede fácilmente accesible para su rellenado. Estará equipado con un racord para llenado automático con antirretorno y de fácil acceso para las tareas de mantenimiento.

TCAMP-RQSS-15711 – Cabina. Limpiaparabrisas VII

Las boquillas de regado serán de tipo orientable y cubrirán la mayor parte posible de la superficie de barrido de las rasquetas del limpiaparabrisas.

TCAMP-RQSS-14377 – Cabina. Lavaparabrisas VIII

La instalación de tubos se efectuará de forma que no goteen las juntas o las bifurcaciones del tubo. La alimentación de la bomba se efectuará a partir de la línea de 24 V<sub>cc</sub>.

## 2.6.5 Espacio multifuncional

TCAMP-RQSS-15764 – Espacio multifuncional. General

El tren dispondrá de un espacio multifuncional situado junto a las puertas de acceso y serán continuación natural de una de las plataformas de acceso.

Estas áreas multifuncionales estarán adaptadas para el transporte de bicicletas, cochecitos, personas de movilidad reducida y de aquellas que se desplazan en sillas de ruedas. Las plataformas que dan acceso a estas áreas multifuncionales carecerán de asideros centrales para no entorpecer el paso.

TCAMP-RQSS-15007 – Espacio multifuncional. Equipamiento.

Cada espacio multifuncional deberá contener:

- un espacio libre,
- espacio para situar 1 silla de ruedas, orientadas en la dirección de la marcha,

- espacio para situar 2 bicicletas, diferenciado del espacio de las sillas de ruedas
- asientos plegables en el espacio de portabicicletas.

#### TCAMP-RQSS-15063 – Espacio multifuncional. Criterios diseño

El diseño de la UT deberá realizarse con criterios de diseño universal, favoreciendo su utilización por todas las personas.

Se deberán cumplir las disposiciones normativas legales de aplicación y, específicamente, el RD 1544/2007 y la ETI PMR (Reglamento UE 1300/2014).

Los espacios para silla de ruedas deberán cumplir con el apartado 5.3 de la norma EN 16585-2.

#### TCAMP-RQSS-14470 – Espacio multifuncional. Accesibilidad universal

Debe tenerse en cuenta la aplicación de los criterios generales de accesibilidad universal.

Para el diseño de pasamanos, asideros, pulsadores, etc. deberán tenerse en cuenta las capacidades de los usuarios potenciales del espacio multifuncional, con el ánimo de favorecer su autonomía e independencia.

#### TCAMP-RQSS-15607 – Espacio multifuncional. Puertas accesibles

Las puertas de la plataforma que den de acceso al espacio multifuncional estarán convenientemente diseñadas y señalizadas para facilitar su acceso e identificación a los usuarios potenciales del espacio multifuncional.

#### TCAMP-RQSS-14838 – Espacio multifuncional. Itinerarios PMR

Los itinerarios interiores entre las puertas de acceso PMR, las plazas PMR cumplirán los requisitos indicados en el RD 1544/2007 y la ETI PMR (Reglamento UE 1300/2014).

#### TCAMP-RQSS-14187 – Espacio multifuncional. Barra PMR

La plaza PMR debe incorporar una barra lateral horizontal a una altura comprendida entre 0,70 y 0,90 m separada del paramento de fijación 45 mm y de un diámetro comprendido entre 30 y 40 mm, para garantizar su sujeción y seguridad.

#### TCAMP-RQSS-14668 – Espacio multifuncional. Sillas de ruedas. Dimensiones.

Cada zona para silla de ruedas debe ser al menos de 1,30 x 0,80 m, y el nivel del piso deberá ser liso y exento de desnivel.

#### TCAMP-RQSS-14919 – Espacio multifuncional. Sillas de ruedas. Señalización.

El espacio para las sillas de ruedas se indicará mediante el símbolo internacional de accesibilidad (SIA)

TCAMP-RQSS-14798 – Espacio multifuncional. Sillas de ruedas. Apoyos.

Dispondrán de una zona acolchada para el apoyo de la espalda y la cabeza de la persona en la silla de ruedas. Este apoyo se situará entre 0,9 m y 1,20 m como mínimo.

TCAMP-RQSS-15542 – Espacio multifuncional. Sillas de ruedas. Cinturón.

Estará dotado de cinturones de seguridad para las sillas de ruedas.

TCAMP-RQSS-15435 – Espacio multifuncional. Sillas de ruedas. Aviso de bajada.

En la zona para sillas de ruedas deberá instalarse un pulsador de aviso de bajada, que señalará en cabina para atención del maquinista en la salida de la silla de ruedas.

En el aviso al maquinista se activará en cabina la cámara que recoja ese espacio.

TCAMP-RQSS-14407 – Espacio multifuncional. Sillas de ruedas. Asiento acompañante

Debe existir al menos un asiento adyacente o enfrentado a cada espacio para silla de ruedas utilizable por un posible acompañante del usuario de la silla de ruedas.

TCAMP-RQSS-15600 – Espacio multifuncional. Cargadores.

Cada espacio PMR dispondrá de:

- una toma de corriente (230VAC, 6A), y
- una toma de cargador de baterías tipo USB y USB-C (5V, 1.5A), acorde a los requisitos para un DCP (*Dedicated Charging Port*) en *USB: Battery Charging Specification R1.2*.

TCAMP-RQSS-14835 – Espacio multifuncional. Interfono y tirador.

El interfono y el tirador de emergencia de la puerta anexa al espacio multifuncional deberán situarse entre 0,8 m y 1,20 m sobre el piso para ser accesible desde la silla de ruedas.

TCAMP-RQSS-14150 – Espacio multifuncional. Bicicletas

El espacio para bicicletas deberá estar delimitado y señalizado a nivel de piso.

TCAMP-RQSS-14286 – Espacio multifuncional. Asientos abatibles.

En el resto de la zona multifuncional y en la medida de lo posible, se instalarán asientos abatibles.

## 2.6.6 Piso

TCAMP-RQSS-14559 – Interiorismo. Piso UT

El piso de las UT estará formado por:

- Elementos de soporte y aislamiento de la estructura de caja
- Suelo



- Revestimiento del suelo o pavimento.

El suelo tiene las siguientes misiones fundamentales:

- Conseguir la resistencia necesaria del piso.
- Mejorar el aislamiento térmico y acústico del recinto de viajeros.
- Aportar la resistencia suficiente (o bien albergar los elementos de refuerzo precisos) para la sujeción y amarre de elementos de interiorismo de la UT que no puedan ir anclados sobre las guías de costado.

TCAMP-RQSS-15818 – Interiorismo.Pavimento. Características IX

Deberá ser resistente al punzonado y a la abrasión.

TCAMP-RQSS-15534 – Interiorismo. Pavimento. Desgaste.

Deberá conservarse en perfectas condiciones, es decir: sin despegues ni embolsamientos, mínimo desgaste y pérdida de color, como mínimo durante 10 años.

TCAMP-RQSS-15217 – Interiorismo.Pavimento. Características I

Deberá tener una alta resistencia al calor y buen aislamiento térmico.

TCAMP-RQSS-15404 – Interiorismo.Pavimento. Características II

Deberá presentar una buena resistencia ante cambios bruscos de temperatura.

TCAMP-RQSS-14374 – Interiorismo.Pavimento. Características III

Deberá tener un buen aislamiento acústico y resistencia a las vibraciones.

TCAMP-RQSS-14957 – Interiorismo.Pavimento. Características IV

Mediante un montaje adecuado (pegado a la base y soldado de juntas) se deberá impedir la entrada de agua bajo el mismo, siendo fácil de limpiar por vía húmeda (poro cerrado), sin que resulte deteriorado tanto el pavimento como las estructuras que lo soportan.

TCAMP-RQSS-15634 – Interiorismo.Pavimento. Características V

Deberá ser fácil de colocar a la hora de la reposición parcial o total, debiendo existir en el primer caso un contraste mínimo de coloración con el resto de la superficie.

TCAMP-RQSS-14215 – Interiorismo.Pavimento. Características VI

Deberá ser fácil de adquirir como repuesto.

TCAMP-RQSS-14156 – Interiorismo.Pavimento. Características VII

Deberá ser resistente a los disolventes e imputrescible en su conjunto o separado por partes.

TCAMP-RQSS-14843 – Interiorismo.Pavimento. Características VIII

Deberá cumplir con la normativa de fuego y humo, EN 45545-2.

TCAMP-RQSS-14669 – Interiorismo. Pavimento. Documentación.

El Constructor suministrará a FGC la especificación técnica del revestimiento y la durabilidad prevista.

TCAMP-RQSS-14447 – Interiorismo. Pavimento. Resistencia estruc.

El conjunto del piso resistirá una carga máxima sin deformación en la superficie de 7 kN/m<sup>2</sup>, con una flecha máxima sin fisuraciones de 4 mm/m.

TCAMP-RQSS-15165 – Interiorismo. Pavimento – Revestimiento. Unión con pared

Se continuará con la superficie del pavimento por el paramento vertical hasta una altura conveniente, tipo "bañera".

## **2.6.7 Dotación**

TCAMP-RQSS-14139 – Dotación

En cada cabina se dispondrá de un armario apto para almacenamiento de material de dotación de emergencia, artículos personales o necesarios para la conducción. No deberá representar ningún riesgo para el conductor. Se procurará que el armario tenga unas dimensiones mínimas de 350 x 300 x 1500 mm.

TCAMP-RQSS-14661 – Dotación. Elementos de dotación

Cada Tren estará dotado de los útiles correspondientes necesarios para que el personal de conducción pueda efectuar su cometido, incluyendo los siguientes:

- 1 caja de herramientas con la dotación necesaria, cuyo contenido se definirá en la fase de Proyecto
- 2 chalecos reflectantes.
- 2 pares de guantes de seguridad.
- 2 Linterna y su cargador
- 2 Martillos rompecristales
- 2 Extintores conforme a la normativa en vigor.
- 4 calces antideriva en cada extremo del Tren.
- Cualquier otro elemento que sea exigido por las normativas.
- Cualquier otro elemento que sea necesario por las características propias del Tren ofertado.
- Llaves de la botonera para el enclavamiento

- Zona de llaves para las validadoras embarcadas y para botoneras de enclavamientos
- Zona para los papeles del seguro y partes de accidentes
- Triángulos para la señalización de avería
- Zona para sable de movimiento manual de agujas

TCAMP-RQSS-14292 – Dotación. Soportes

Todos estos elementos tendrán una ubicación y soportes adecuados en el Tren.

TCAMP-RQSS-14764 – Dotación. Llaves de tren.

Se entregará a FGC al menos 12 juegos de llaves completos de Tren, todas las puertas, armarios, etc., si bien el número exacto se definirá en la fase de Proyecto.

TCAMP-RQSS-14886 – Dotación. Dotación definitiva

Durante la fase de Proyecto se definirá en detalle el alcance de la dotación definitiva.

## **2.6.8 Climatización de pasajeros y cabina**

### **2.6.8.1 Clima Sala Pasajeros**

TCAMP-RQSS-14196 – Clima. Bomba de calor

La climatización de la UT deberá realizarse mediante bombas de calor.

TCAMP-RQSS-14279 – Clima. Redundancia bomba de calor.

Los *equipos* del sistema de climatización deberán estar compuesto por dos bombas de calor independientes montadas en una misma caja; de manera que el fallo de una bomba de calor, o de su alimentación en BT, deberá ser compensado por la otra bomba de calor del mismo *equipo*, ofreciendo cada *equipo* una prestación mínima del 50%.

TCAMP-RQSS-14388 – Clima. Normativa.

La concepción del equipo se realizará siguiendo los criterios de las normas EN 14750-1 y 14750-2, para las condiciones de la zona I y la categoría B.

TCAMP-RQSS-14985 – Clima. Trabajo en condiciones normales

Todos los equipos de climatización podrán trabajar en condiciones normales con temperaturas ambientales exteriores Clase T3 según la norma EN 50125-1.

TCAMP-RQSS-15474 – Clima. Objetivo.

El equipo de climatización será el responsable de:

- Ventilación para la renovación de aire de la unidad de tren,

- Control de temperatura y humedad ambiental para obtener el grado de confort adecuado frente a las variaciones climatológicas exteriores.
- Filtrado de aire de los departamentos de los vehículos.

TCAMP-RQSS-15194 – Clima. Cantidad equipos.

En cada UT habrá un mínimo de dos equipos de climatización, de tipo compacto y situado en el techo.

TCAMP-RQSS-15617 – Clima. Modos de funcionamiento

El equipo de clima tendrá la opción de poder seleccionar los siguientes modos de funcionamiento:

- Conexión/Desconexión de Equipo
- Ventilación ON/OFF
- Higienizante (se prioriza la renovación con aire fresco)

TCAMP-RQSS-14679 – Clima. Higienizante

El modo de funcionamiento higienizante permitirá a la unidad de aire una tasa de renovación completa de aire inferior a 3 minutos.

TCAMP-RQSS-15116 – Clima. Curva de regulación de temperatura

La curva de regulación de temperatura deberá ser la recomendada en la EN14750-1 según la categoría del vehículo. Dicha curva deberá poder ser modificada durante el periodo de garantía.

Sobre la curva de regulación de temperatura deberá permitirse una regulación del tipo offset por parte del equipo de Mantenimiento, dentro de los límites de la Norma.

TCAMP-RQSS-15649 – Clima. Temperatura interior

Las temperaturas objetivo a alcanzar en el interior de los vehículos se establecerán de acuerdo con las recomendaciones actuales en temas de ahorro energético.

TCAMP-RQSS-15768 – Clima. Calefacción apoyo

Si se requiere calefacción de apoyo al climatizador, su situación en la UT será preferentemente en los montantes de puertas.

TCAMP-RQSS-29106 – Simulación CFD

El diseño de la climatización estará soportado por un estudio de fluidodinámica CFD donde se justifiquen todas las decisiones de diseño.

TCAMP-RQSS-15276 – Clima. Renovación aire.

El sistema tomará una parte de aire del exterior por la parte superior de los coches y, una vez tratado, lo impulsará a los departamentos de viajeros, de forma que se consiga un reparto uniforme de

temperatura, sin corrientes desagradables. Así mismo habrá una extracción del aire interior. Esta renovación de aire será función de la ocupación del coche.

TCAMP-RQSS-15047 – Clima. Filtros de aire

El aire exterior y de retorno será filtrado por un filtro tipo HEPA o similares prestaciones de filtraje. Incorporará un sistema de desinfección del filtro para evitar riesgos durante el mantenimiento.

TCAMP-RQSS-29606 – Clima. Sustitución de filtros de aire

La sustitución de los filtros de aire deberá ser fácil de realizar desde el interior de la sala.

TCAMP-RQSS-15522 – Clima. Distribución aire.

La descarga de aire tratado en el interior de los vehículos se realizará por el techo mediante una salida continua a lo largo del coche.

El retorno será continuo a lo largo del coche a nivel de piso minimizando movimientos de aire entre asientos.

TCAMP-RQSS-15300 – Clima. Canales de aire

Los canales para aire estarán aislados térmicamente y estarán dispuestos de forma que se puedan limpiar por su interior, sin operaciones de gran envergadura. Asimismo, su diseño será tal que las pérdidas de carga sean mínimas.

TCAMP-RQSS-15545 – Clima. Distribución aire caliente.

Se prestará especial atención a que, en el ciclo de calor especialmente, el aire caliente se distribuya en los departamentos de pasaje desde el nivel de piso con el fin de evitar las bolsas de aire frío a ese nivel.

TCAMP-RQSS-14128 – Clima. Ventilación.

Existirá un sistema de renovación de aire en los departamentos de pasaje y en las cabinas de conducción para los casos en que por ausencia de tensión de catenaria o por avería no funcione las respectivas climatizaciones.

TCAMP-RQSS-14779 – Clima. Desagües.

El desagüe de las bandejas de condensados de los equipos de climatización se realizará directamente a vía, bajo bastidores, mediante canalizaciones bajantes de agua de gran sección, disimuladas y, o integradas en las estructuras de las cajas. Estos bajantes no formarán ángulos que permitan el estancamiento del agua en su interior salvo, si fuera necesario, el del sifón. En ningún caso los desagües se plantearán para que se produzcan por los laterales y extremos de los coches. Existirán rebosaderos en las bandejas de condensados y techo para el caso de fuertes lluvias o para una posible obturación del tubo de desagüe

## TCAMP-RQSS-14095 – Clima. Confort.

Las salidas de aire en el departamento de pasaje no proyectarán corrientes de aire que incidan directamente sobre los pasajeros en ninguna situación relativa de los mismos.

## TCAMP-RQSS-14362 – Clima. Control equipo

El sistema de control del equipo será fácilmente accesible y estará protegido frente a la acumulación de polvo y suciedad. Se situará en armario eléctrico, en testero de caja.

## TCAMP-RQSS-15160 – Clima. Sondas encapsuladas

Las sondas serán encapsuladas y con conector, para facilitar su rápido cambio. Estarán situadas en un lugar de fácil acceso.

## TCAMP-RQSS-14170 – Clima. Contingencia avería sondas

Para cada punto captador de temperatura se situarán dos sondas de las que se extraerá la temperatura media. En caso de una discrepancia sensible de temperatura entre las dos, se dará alarma en cabina de fallo de sondas de equipo de climatización.

## TCAMP-RQSS-15235 – Clima. Sondas, medición temp.

Las mediciones de la temperatura se realizarán en las entradas de aire del equipo, en un lugar de fácil acceso para el personal de mantenimiento.

## TCAMP-RQSS-15164 – Clima. Caja.

Las cajas de los equipos y bandejas de condensados serán altamente resistentes a la corrosión (acero inoxidable AISI 316 L o el acero que el fabricante proponga en función de mejores resultados según su experiencia). Sus tapas estarán cogidas con cierres rápidos y seguros; en ningún caso con una sucesión de tornillos que dificulte el trabajo a mantenimiento.

## TCAMP-RQSS-14766 – Clima. Compresor. Nivel aceite.

En caso de contener aceite, los puntos de observación de los niveles de aceite de los compresores serán accesibles y observables de forma directa sin grandes esfuerzos ni desmontajes especiales.

## TCAMP-RQSS-15644 – Clima. Eliminación ruidos

Habrà un sistema de eliminación de los puentes sonoros y de vibraciones mediante el adecuado aislamiento respecto de la caja del coche del conjunto motor-compresor y circuito de presión asociado.

## TCAMP-RQSS-15288 – Clima. Ruidos no audibles

El fabricante informará de las medidas tomadas para eliminar los ruidos subsónicos o ultrasónicos producidos por los sistemas de impulsión o difusión de aire, en este tipo de instalaciones y que pueden producir perturbaciones en el confort del pasajero.

TCAMP-RQSS-15035 – Clima. Lubricación.

Los lubricantes que se utilicen serán biodegradables.

TCAMP-RQSS-15375 – Clima. Fluido refrigerante.

El fluido refrigerante cumplirá con los protocolos medioambientales internacionales y tendrán garantizado su suministro a lo largo de la vida del equipo.

El fluido refrigerante debe ser apto para el entorno ferroviario y tener un GWP menor de 750.

TCAMP-RQSS-14289 – Clima. Conexión manual.

El mando de conexión-desconexión-ventilación de los equipos de climatización se situará en las pantallas de control de tren.

TCAMP-RQSS-14086 – Clima. Registro de parámetros.

El equipo de climatización deberá registrar los diferentes parámetros de funcionamiento con el fin de poder disponer de una diagnosis precisa de funcionamiento y poder ver también los cambios de estado de los diferentes componentes.

TCAMP-RQSS-14903 – Clima. Tiempo de registro

El registro deberá ser completo y con un barrido de como mínimo cada 5 minutos de funcionamiento del equipo.

TCAMP-RQSS-14091 – Clima. Exportación diagnosis

Todos los datos del registro deberán ser exportables a una hoja de cálculo (tipo Excel).

TCAMP-RQSS-15749 – Clima. Diagnosis visualización.

El programa para la visualización y diagnosis del equipo de climatización deberá disponer de visualización de los parámetros registrados a través de gráficas con sus valores.

TCAMP-RQSS-14738 – Clima. Ventilación de socorro.

El equipo de ventilación/extracción de aire auxiliar debe alimentarse de la batería en caso de emergencia.

El equipo de ventilación/extracción de aire auxiliar debe asegurar un mínimo de 0,7 renovaciones totales de aire por minuto.

TCAMP-RQSS-14383 – Clima. Batería de resistencias.

En caso de ser necesario, se deben instalar resistencia de apoyo a la calefacción para mejorar la velocidad de llegada a la consigna de Temperatura.

TCAMP-RQSS-14966 – Clima. Aprobación.

FGC aprobará expresamente el sistema de climatización, cuando se haya comprobado que cumple con las condiciones de este pliego.

TCAMP-RQSS-14444 – Clima. Limpieza de conductos

Debe preverse la limpieza de los conductos de aire del sistema de climatización.

TCAMP-RQSS-14496 – Clima. Armario eléctrico de control. Situación

Los componente eléctricos y electrónicos del control del aparato de clima se situarán en un armario o en una dovola destinada a tal fin y situado y accesible en la sala de viajeros. En este armario se situarán las protecciones del equipo y la electrónica de control en un lugar fácilmente accesible

### **2.6.8.2 Clima Cabina**

TCAMP-RQSS-15584 – Clima cabina

Cada cabina dispondrá de un equipo de climatización propio, independiente y redundado, no conectado a la climatización del resto del Tren), de tipo compacto y situado en el techo de la cabina. La concepción del equipo se realizará siguiendo los criterios de las normas EN 14813-1 y EN 14813-2.

TCAMP-RQSS-15729 – Clima cabina. Resistencias calefacción

Dispondrá de resistencias de apoyo a la calefacción independientes del equipo de clima, capaces de suministrar la calefacción necesaria en cabina.

TCAMP-RQSS-15646 – Clima cabina. Alimentación

La alimentación del equipo será a través de la red de auxiliares, 3x400 Vca

TCAMP-RQSS-14725 – Clima cabina. Confort

La diferencia de temperatura entre la parte superior e inferior de la cabina no debe ser superior a 3°C. (Medido a partir de 10 cm a nivel del suelo y 10 cm por debajo del nivel del techo).

TCAMP-RQSS-15422 – Clima de cabina. Renovación de aire

El sistema de climatización deberá garantizar un flujo mínimo de aire fresco de 30m<sup>3</sup>/h en cabina. Los valores resultantes del estudio de cargas térmicas se sobredimensionarán un 10% en refrigeración y calefacción.

TCAMP-RQSS-14934 – Clima cabina. Conexión

En cabina se dispondrán de los mandos de conexión, ventilación y desconexión. También dispondrá de un selector de temperatura de confort, velocidad del ventilador y de otro de calefacción de tres niveles para las resistencias independientes del equipo.



**TCAMP-RQSS-15535 – Clima- Preclimatización**

El sistema deberá permitir la orden de preclimatización de la cabina no habilitada de cola desde la cabina habilitada, para cuando se haga la inversión de marcha, la cabina esté en condiciones de acoger al maquinista en un ambiente confortable al entrar en la cabina contraria.

**TCAMP-RQSS-31547 – Clima de cabina. Control en cabina no activa.**

El sistema deberá incorporar un sistema inteligente, con criterios de confort y eficiencia energética, para la gestión automática de la climatización de las cabinas no habilitadas.

Este sistema deberá considerar tanto la preclimatización de la cabina no habilitada anticipando la inversión de marcha, como la desconexión del clima de la cabina que deja de estar activa.

**TCAMP-RQSS-14983 – Clima cabina. Distribución aire tratado.**

La entrada de aire tratado en cabina se realizará por varios puntos diferentes y todos dispondrán de orientadores regulables de salida de aire.

**TCAMP-RQSS-15098 – Clima cabina. Extracción del equipo**

Será extraíble por la parte superior del coche, de forma que únicamente sea preciso para su desmontaje y sustitución, la desconexión de los conductos y el tubo de desagüe, y de los conectores eléctricos.

**TCAMP-RQSS-29605 – Clima cabina. Sustitución de filtros de aire**

La sustitución de los filtros de aire del clima cabina deberá ser fácil de realizar desde el interior del vehículo.

**TCAMP-RQSS-29604 – Clima de cabina. Mando selección.**

Deberá instalarse un mando que permita al conductor seleccionar:

- temperatura de confort,
- mando de velocidad de impulsión de aire y
- marcha-paro

**TCAMP-RQSS-14720 – Clima de cabina. Situación del mando**

El mando del equipo de clima de cabina deberá situarse en cabina, en un lugar cómodo y de acceso fácil para el conductor.

FGC validará la correcta situación del mando.

## 2.7 Iluminación y señalización

### 2.7.1 Iluminación interior

TCAMP-RQSS-14940 – Iluminación interior. Prescripciones

El sistema de iluminación deberá ser de tecnología tipo led y cumplir las prescripciones de la norma EN 13272 y del RD 1544/2007.

El alumbrado principal, a nivel general deberá ser de luz indirecta, evitando en todo caso los reflejos en superficies brillantes, como ventanas, pantallas, y otros elementos.

Deberá ser de fácil mantenimiento.

Deberán implementarse tecnologías de bajo consumo y mejora de eficiencia energética.

TCAMP-RQSS-15550 – Iluminación interior. General

Para la iluminación del departamento se presentará una distribución uniforme e idénticos de elementos leds, todos de las mismas dimensiones y características. El Adjudicatario deberá presentar su propuesta que deberá ser aprobada expresamente por FGC

TCAMP-RQSS-15478 – Iluminación interior. Iluminación plataformas

Se prestará especial atención a la iluminación de las plataformas e intercirculaciones, para garantizar la circulación de los viajeros con seguridad. Asimismo, para facilitar el embarque/desembarque, así como los casos de evacuación, la iluminación interior se proyectará hacia el exterior desde las puertas de acceso, iluminando la zona de andenes.

TCAMP-RQSS-14471 – Iluminación interior. Medidas. Normativa

Las medidas de luminosidad se realizarán de conformidad con la norma EN 13272 y se considerará la iluminación que den las lámparas a media vida, se evitará que por el envejecimiento de éstas baje sensiblemente la luminosidad en la etapa final de su vida.

TCAMP-RQSS-14721 – Iluminación interior. Medidas.

El conjunto del alumbrado será tal que, a 1 m del suelo, la iluminancia media sea de al menos 400 lux, a las 100 horas de servicio efectivo de los tubos. En grado de uniformidad estará comprendido entre 0,8 y 1,2, evitándose puntos con brillo. Las medidas de luminosidad se realizarán de conformidad con la norma EN 13272 y a una altura de 1 m del suelo.

Adicionalmente, se requiere una iluminancia mínima de 300 lux en cualquier punto del plano horizontal situado a 1 m del suelo, incluyendo los puntos más desfavorables. Se deberá presentar un estudio lumínico para demostrarlo.

TCAMP-RQSS-15236 – Iluminación interior. Calidad color

La calidad lumínica no distorsionará la percepción de color, y las siguientes prestaciones:

- Índice de Reproducción Cromática (IRC) mayor de 90,
- Temperatura de color entre 3.800 K y 4.500 K.

El fabricante podrá presentar mejores opciones que deberán ser aprobadas por FGC.

TCAMP-RQSS-14498 – Iluminación interior. Avería elementos

La avería de un elemento de iluminación no deberá afectar al resto en cuanto a su funcionamiento.

TCAMP-RQSS-15568 – Iluminación interior. Tipos alumbrado

Deberá haber dos sistemas de iluminación, uno de alumbrado general y otro de alumbrado de emergencia.

TCAMP-RQSS-29107 – Iluminación interior. Emergencia

El alumbrado de emergencia deberá asegurar un nivel mínimo de 1/3 de los puntos de luz del alumbrado general.

TCAMP-RQSS-14096 – Iluminación interior. Emergencia

Se garantizará la presencia del alumbrado de emergencia en las plataformas y en la zona de acceso al pasillo de intercirculación del vehículo.

TCAMP-RQSS-14712 – Iluminación interior. Mando.

El alumbrado general será comandado por un pulsador de pupitre y en la conexión del tren estará apagado.

TCAMP-RQSS-15048 – Iluminación interior. Caída alimentación

En el caso de un apagado por fallo de alimentación, el encendido del alumbrado general será automático al recuperar la misma, sin intervención del maquinista.

TCAMP-RQSS-14821 – Iluminación interior. Dimensiones de las lámparas

Todas las lámparas tendrán un diseño y dimensiones comerciales, garantizándose el acceso a varios proveedores alternativos de lámparas.

TCAMP-RQSS-14971 – Iluminación interior. Difusores

Los difusores de alumbrado serán de gran resistencia mecánica (preferiblemente en policarbonato), y deberán ser de fácil limpieza y con un facetado de gran rendimiento lumínico que no acumule polvo.

TCAMP-RQSS-14580 – Iluminación. Medidas antivandálicas

La iluminación directa o de montaje visible por el pasajero incluirá medidas antivandálicas.

TCAMP-RQSS-14534 – Iluminación interior. Conexión eléctrica.

La iluminación interior se alimentará de la red trifásica a 230 V 50 Hz entre fases y neutro, o de tensión de batería, cuidando de que la instalación quede perfectamente equilibrada en cuanto a cargas.

TCAMP-RQSS-15183 – Iluminación interior. Fase de oferta

La oferta detallará el sistema de iluminación interior de los coches.

TCAMP-RQSS-15570 – Iluminación interior. Normativa

De forma general, los elementos del sistema de iluminación cumplirán las normas IEC 61373, EN 50125-1, EN 50155, EN 61547, IEC 61000-3-2, IEC 62031, IEC 62471.

TCAMP-RQSS-14753 – Iluminación interior. Emergencia. Funcionamiento

Estarán alimentados directamente desde la batería. Funcionará de forma permanente y su encendido se realizará automáticamente al conectar las baterías del tren.

TCAMP-RQSS-14512 – Iluminación interior. Bandas autorefectantes de emergencia

Adicionalmente existirán bandas autorefectantes de emergencia, que permitan reconocer las puertas y ventanas de emergencia.

## 2.7.2 Iluminación exterior

TCAMP-RQSS-14700 – Iluminación exterior. Criterios de diseño

Las UT dispondrán de faros, pilotos luminosos exteriores, etc. según lo indicado en el Reglamento de Circulación (a desarrollar) y los criterios de diseño y verificación deberán ser acordes a la normativa EN 15153-1.

TCAMP-RQSS-15470 – Señalización. Matrices diodos LED

Se utilizarán matrices de diodos LED de gran luminosidad para focos de posición y señales luminiscentes, siempre y cuando cumplan con la normativa anterior. Su sustitución deberá poder realizarse con extrema facilidad.

TCAMP-RQSS-14917 – Señalización. Grupo óptico

Los grupos ópticos serán de amplia utilización en el mercado ferroviario.

TCAMP-RQSS-14989 – Señalización. Mando y control

El mando y control de todas las señales se efectuará desde la cabina de conducción. La instalación de las señales luminosas estará prevista para que, cuando circule en mando múltiple y se accionen desde el pupitre de conducción de cabeza los interruptores de señalización, se enciendan las

señales extremas del conjunto. Es decir, que las señales de los testeros intermedios deberán permanecer apagadas.

TCAMP-RQSS-14148 – Señalización. Alimentación de la línea

Podrá alimentarse de la línea de 24 V<sub>cc</sub> de cada coche, prevista para esta aplicación.

TCAMP-RQSS-14543 – Señalización. Estanqueidad

El sistema de montaje garantizará una perfecta estanqueidad del conjunto, así como un sistema fácil de reglaje del haz luminoso.

TCAMP-RQSS-14852 – Señalización. Deslumbramientos

En los cruces con otras unidades permanecerán encendidos sin producir deslumbramientos. Proporcionarán una iluminación eficaz de la vía, durante la noche y en túnel, hasta una distancia de 50 m.

TCAMP-RQSS-14225 – Señalización. Luces de señalización

Las luces de señalización comprenderán las de posición del vehículo y las de ausencia de los modos de conducción. Estarán formadas por dos juegos de lámparas piloto situados de forma simétrica cerca de las esquinas superiores de los testeros de cabina.

TCAMP-RQSS-14483 – Señalización. Maniobra de señalización y alumbrado exterior.

La maniobra de control del alumbrado exterior será la siguiente:

- Todas las luces rojas de posición se activarán al conectar la batería del tren.
- Los faros secundarios y las luces rojas de posición funcionarán directamente mandados por el inversor, de forma que cuando la selección implique movimiento hacia adelante, se apaguen las luces rojas del lado de la cabina de conducción y se enciendan los faros auxiliares de la misma, y si la selección es de marcha atrás, deberá generarse la misma secuencia en el testero de la cabina contraria.
- Los faros principales se encenderán al activar el pulsador de faros principales en la cabina conductora.

TCAMP-RQSS-15531 – Señalización. Alimentación

Podrá alimentarse de la línea de 24 V<sub>cc</sub> de cada coche prevista para esta aplicación.

TCAMP-RQSS-15444 – Señalización. Color luz faros

El haz de luz de todos los faros será de color blanco.

TCAMP-RQSS-15038 – Señalización. Faro principal. Situación.

En cualquier caso, el faro principal deberá adecuarse a las normas de circulación aplicables.

Deberá ir situado en la parte central superior de cada testero con cabina. Deberá estar formado por dos grupos ópticos, conectados en paralelo.

El faro principal deberá proporcionar una iluminación eficaz de la vía durante la noche, hasta una distancia superior a la distancia de frenado circulando a máxima velocidad.

En los cruces con otros vehículos, intersecciones o pasos a nivel, podrá apagarse totalmente para evitar deslumbramientos.

TCAMP-RQSS-14706 – Señalización. Faros secundarios.

Los faros secundarios se situarán simétricamente a cada lado de los testeros con cabina, por encima del nivel del piso, y formarán un triángulo con el faro principal.

TCAMP-RQSS-31355 – Señalización. Regulación faros

Los faros principales y secundarios serán regulables.

TCAMP-RQSS-14953 – Señalización. Luces señalización. Potencia.

La potencia y la luminosidad desde las lámparas de señalización será entorno a los 4W y 400 lúmenes. Se asegurará que durante las horas diurnas darán la suficiente luminosidad para su visión.

TCAMP-RQSS-15396 – Señalización. Tipos de lámparas

Se utilizarán lámparas estándar y componentes actuales y de fácil adquisición, de tipo multiled.

TCAMP-RQSS-14589 – Iluminación exterior. Normativa

Los criterios de diseño y verificación deberán ser acordes a la normativa EN 15153-1

### **2.7.3 Señalización acústica**

TCAMP-RQSS-15631 – Bocinas

Las UT deben ir equipadas en el techo con las bocinas definidas según EN 15153-2.

TCAMP-RQSS-15763 – Bocinas. Tonos

Las bocinas contarán dos tonos diferentes en cada cabina. Se podrá utilizar de manera independiente la segunda bocina, aunque posea un tono diferente, si la primera se avería.

TCAMP-RQSS-14549 – Bocinas. Aislamiento acústico

Se cuidará especialmente el aislamiento acústico, de modo que la transmisión del sonido de bocinas hacia el interior de la cabina sea limitado.

TCAMP-RQSS-29108 – Bocinas. Campana

La UT se equipará con un aviso adicional tipo campana para el uso corriente típico de tranvía.

## **2.8 Suministro de energía**

### **2.8.1 Suministro de energía eléctrica**

#### **2.8.1.1 Registro de energía eléctrica**

TCAMP-RQSS-15481 – Suministro energía eléctrica. Registro energético

El tren tendrá la función de Registro energético y en la medida de lo posible, los aparatos principales de medida se situarán en el cofre de AT, junto con el disyuntor y otros aparatos. Para ello cada coche motor irá equipado con los captadores de corriente que sean precisos para poder medir la energía absorbida por el tren, la absorbida en tracción, la absorbida en auxiliares y la recuperada a línea.

Con estos datos se podrán calcular y registrar los siguientes valores:

- Energía total absorbida de la línea.
- Energía total recuperada hacia la línea.
- Energía total absorbida por el equipo de tracción.
- Energía total recuperada por el equipo de tracción.
- Energía total de línea consumida por los equipos auxiliares.
- Energía total consumida por auxiliares de la energía recuperada del equipo de tracción.
- Energía disipada por las resistencias de freno
- Energía consumida por los equipos auxiliares estando el tren parado.

Estos valores se registrarán junto con los valores complementarios de:

- nombre de la UT,
- kilómetros recorridos,
- fecha
- Geolocalización GPS.

Los registros de energía serán accesibles por la Red del Tren.

Los registros de energía serán mostrados por la pantalla de control de tren, que deberá incorporar, un contador totalizador y en un contador parcial programable con fecha.

### 2.8.1.2 Alta Tensión

TCAMP-RQSS-14708 – Pantógrafo. Sistema de subida manual

Deberá preverse un sistema manual de subida de pantógrafo en caso de no poderlo subir de forma automática.

TCAMP-RQSS-29109 – Alimentación externa

Las UT deberán tener un sistema para alimentar otra UT de la misma serie.

TCAMP-RQSS-14895 – Aparamenta eléctrica

La aparamenta eléctrica deberá estar concebido para trabajar a la tensión de alimentación indicada en el presente PPT y se ajustará a las especificaciones del conjunto de normas IEC 60077.

TCAMP-RQSS-15547 – Suministro energía eléctrica.

Toda la energía necesaria para el funcionamiento de las UT se tomará del hilo de contacto de la catenaria, a través del pantógrafo.

TCAMP-RQSS-15278 – Captación energía eléctrica

El pantógrafo será capaz de captar perfectamente la energía eléctrica cuando las UT circulen a cualquier velocidad, igual o inferior a la velocidad máxima ofertada, tanto en composición simple como en múltiple y, por lo tanto, deberán tenerse en cuenta las características de la catenaria y las tolerancias de tensión, así como las conexiones y distancias entre pantógrafos

TCAMP-RQSS-15397 – Ubicación de los pantógrafos

La ubicación de los pantógrafos sobre el techo del tren será la adecuada para conseguir una buena captación de corriente, tanto cuando una UT circule aislada como cuando circule acoplada.

TCAMP-RQSS-29625 – Pantógrafo. Normativa

El pantógrafo cumplirá la EN 50206-2 tanto en el diseño como la validación.

TCAMP-RQSS-14395 – Suministro energía eléctrica. Pantógrafo, arqueta.

Dispondrá de un sistema de desprendimiento de arqueta capaz de detectar la pérdida de fijación de la arqueta y mediante el control de tren enviará la orden de bajada de pantógrafo al objeto de intentar salvar un hipotético enganchón de catenaria.

TCAMP-RQSS-29124 – Pantógrafo. Tramos sin catenaria

El pantógrafo llevará un sistema de protección para evitar la elevación y su uso en tramos sin catenaria.



TCAMP-RQSS-14143 – Suministro energía eléctrica. Pantógrafo, desconexión intempestiva.

En caso de fallo de la tensión de alimentación del mando de pantógrafo, se garantizará la desconexión del mismo.

TCAMP-RQSS-14681 – Pantógrafo. Estacionamiento

Se debe disponer de un sistema para levantar el pantógrafo tras un largo periodo de estacionamiento.

TCAMP-RQSS-15361 – Pantógrafo. Pararrayos

Como equipo complementario, cada pantógrafo dispondrá de un pararrayos, de un seccionador y todo el aparellaje, para conexión y desconexión de cada equipo de potencia y seccionamiento del mismo.

TCAMP-RQSS-14660 – Pantógrafo. Montaje

El montaje del pantógrafo sobre el coche contará con el debido aislamiento eléctrico, adicionales a la puesta a tierra de las cajas. Asimismo, las UT dispondrán de sistemas de enclavamiento que impidan el acceso del personal a los aparatos sometidos a tensión y que ponga a masa y tierra a todos los elementos eléctricos del tren.

TCAMP-RQSS-14806 – Suministro energía eléctrica. Disyuntor.

El disyuntor constituirá la protección principal de los circuitos de AT en las UT. Deberá poder actuar en ambos sentidos de corriente, tanto en tracción como en frenado de recuperación. Será del tipo ultrarrápido, debiendo justificarse el valor de la corriente de disparo en función de los consumos estimados.

TCAMP-RQSS-15583 – Suministro energía eléctrica. Disyuntor, normativa.

El disyuntor cumplirá las especificaciones de las fichas UIC 640-OR y EN 50123-2.

En relación a los requisitos de diseño del disyuntor, éste deberá cumplir la norma EN 60077-3.

TCAMP-RQSS-15682 – Suministro energía eléctrica. Disyuntor, cofre de contención I

Se dispondrá de un disyuntor situado en un cofre propio, junto con otros elementos que se considere, como pueden ser la medida de corriente, de tensión y el transformador de 50Hz, unido al pantógrafo mediante una canalización metálica exclusiva conectada a tierra.

TCAMP-RQSS-14949 – Suministro energía. Avería eléctrica

En caso de avería eléctrica, el disyuntor deberá ser capaz de asegurar la protección del tren conforme a las prescripciones indicadas en la norma EN 50388.

## TCAMP-RQSS-15667 – Suministro energía. Cierre disyuntor

La lógica de control del tren impedirá el cierre del disyuntor en los casos en los que la tensión de catenaria no esté en los valores de diseño de la UT.

## TCAMP-RQSS-15264 – Suministro energía eléctrica. Disyuntor, cofre de contención II

Se instalará en una cámara de dimensiones adecuadas, herméticamente cerrada, protegida del polvo y del agua, revestida interiormente de un material aislante e incombustible, con las propiedades dieléctricas necesarias, absorción de humedad reducida, clase térmica H, antillama y antiarco.

Todos los materiales aislantes utilizados en los disyuntores serán ignífugos, con baja generación de humo, cero emisiones halógenas y conformes con los estándares ferroviarios.

## TCAMP-RQSS-14163 – Suministro energía eléctrica. Disyuntor, accionamiento.

El accionamiento del disyuntor será electromagnético con apertura por resorte. El mando se situará en la cabina de conducción y mediante una señalización indicará su estado: conectado o desconectado.

## TCAMP-RQSS-15781 – Suministro energía eléctrica. Disyuntor, protección mecánica.

Estará prevista una separación segura entre la parte de alta tensión y la de mando. En caso de explosión no interferirá con los elementos de su entorno.

## TCAMP-RQSS-15500 – Suministro energía eléctrica. Regulación Disyuntor

Es preciso aclarar que el disyuntor se concibe como un aparato de seguridad, que únicamente actuará en casos auténticamente necesarios, para ello deberá ser regulado para el funcionamiento adecuado con la UT en servicio dentro de la línea, evitando disparos injustificados, y será selectivo con otras protecciones.

## TCAMP-RQSS-14449 – Suministro energía eléctrica. Filtro I

Se tendrá muy en cuenta la necesidad de que, en cualquier circunstancia posible en la explotación, la unidad no produzca perturbaciones en la señalización, comunicaciones, etc.

## TCAMP-RQSS-15003 – Suministro energía eléctrica. Filtro, características.

Se preverá una bobina y un condensador de filtro para desacoplo de las perturbaciones de la línea que pudieran afectar a los equipos eléctricos del tren para cada uno de los equipos de tracción y convertidor auxiliar.

El condensador deberá estar integrado en el interior de los equipos de tracción y convertidor auxiliar, mientras que la bobina se configurará como un elemento independiente.

Para ello:

1. La unidad eléctrica presentará a las diversas frecuencias de señalización la impedancia adecuada para que en ningún caso se pueda perturbar la señalización de vía, comunicaciones, así como a los equipos de seguridad, para lo cual se realizarán los cálculos y las mediciones oportunas (UIC-550-OR punto 5) en la fase de proyecto.
2. La frecuencia base del equipo de potencia se elegirá de forma que en ningún caso pueda aparecer en la catenaria el armónico de 50 Hz a causa de intermodulación de los armónicos de la frecuencia con los generados por las subestaciones.
3. La unidad de tren estará dotada de un detector de frecuencias para la banda de señalización, de la máxima seguridad, capaz de indicar si en la corriente de retorno se encuentran las frecuencias de señalización superando los valores de amplitud y tiempo que afecten a la instalación. Estos valores se confirmarían en los ensayos que se conformarán en la primera unidad durante la fase proyecto.
4. El filtro de entrada se dimensionará para que resulte lo más reducido posible, teniendo en cuenta las frecuencias del equipo de potencia y de los circuitos de señalización y comunicaciones. En caso de que necesite ventilación, el mismo equipo al que pertenece se la proveerá.

Las partes sometidas a tensión estarán protegidas contra contactos accidentales y no serán accesibles directamente. Se tendrá en cuenta en el dimensionado de los filtros la tolerancia y el envejecimiento de sus elementos constitutivos, de forma que una deriva eventual de los valores nominales permita al equipo cumplir convenientemente su función en todos los casos.

TCAMP-RQSS-15084 – Suministro energía eléctrica. Filtro, normativa.

Cumplirán con la ficha CEI 60 310 y en la fase de proyecto se presentarán los cálculos que justifiquen sus características, así como el valor de la resistencia de precarga del condensador.

TCAMP-RQSS-14340 – Filtro de entrada

El filtro de entrada se comportará de manera inductiva para todas las frecuencias posibles.

TCAMP-RQSS-15698 – Dimensionamiento

El filtro deberá ser dimensionado para que resulte lo más reducido posible, teniendo en cuenta las frecuencias del equipo de potencia y de los circuitos de señalización y comunicaciones.

TCAMP-RQSS-14408 – Suministro energía eléctrica. Pararrayos

Como equipo complementario al pantógrafo, se dispondrá de un dispositivo de seguridad contra sobretensiones, estático y carente de regulaciones y mantenimiento.

**TCAMP-RQSS-15446 – Suministro energía eléctrica. Protección diferencial II**

Existirá una protección diferencial en ambos sentidos y la corriente se medirá lo más próxima a la entrada y el retorno de corriente.

**TCAMP-RQSS-14505 – Suministro energía eléctrica. Sobrecarga.**

Deberá existir una protección de sobrecarga para el disyuntor principal. Su actuación deberá quedar indicada en cabina.

**TCAMP-RQSS-14769 – Suministro energía eléctrica. Sobretensiones**

Existirá un circuito de protección contra sobretensiones peligrosas en la línea, tanto en frenado como en tracción, que además de provocar la apertura del disyuntor principal pondrá en funcionamiento un circuito para descarga de las mismas. Su actuación quedará siempre indicada en cabina.

**TCAMP-RQSS-14222 – Suministro energía eléctrica. Retornos de corriente**

Se deberá dotar de un sistema de retorno de corriente.

**TCAMP-RQSS-15784 – Suministro energía eléctrica.**

En su conexionado seguirá la norma EN 50153.

**TCAMP-RQSS-14500 – Suministro energía eléctrica. Distribución de AT I**

En los coches captadores, la línea de AT estará protegida a con una tubería metálica puesta a tierra u otra mejor solución hasta la zona bajo bastidor donde accederá a una caja de distribución, donde estará el disyuntor principal y las protecciones del equipo y el filtro.

**TCAMP-RQSS-14976 – Suministro energía eléctrica. Distribución de AT II**

La línea de AT entre los coches se realizará mediante un único cable especialmente protegido para la función que tiene, se realizará por la parte alta del coche y serán conexiones atornilladas debidamente protegidas.

**TCAMP-RQSS-14901 – Suministro energía eléctrica. Distribución de AT III**

Las líneas de motores se distribuirán directamente desde el equipo de potencia de tracción.

**TCAMP-RQSS-15385 – Seccionadores de aislamiento**

Se contará con seccionadores que permitan aislar el paso de corriente para proteger la UT o bien para la realización de tareas de mantenimiento.

**TCAMP-RQSS-15628 – Contactos auxiliares**

Los contactos auxiliares de alta tensión y los relés estarán protegidos contra agentes exteriores mediante tapas herméticas.

TCAMP-RQSS-14422 – Detector de corriente a dispositivos de vía

Deberá instalarse un detector de corriente adaptado (en frecuencia, magnitud y duración) a la no interferencia de los dispositivos de la vía de explotación.

### 2.8.1.3 Energía Embarcada

TCAMP-RQSS-29126 – Energía embarcada. Generalidades

El tranvía deberá estar equipado con la **preinstalación** de un *Sistema de almacenaje de energía embarcada* para poder traccionar y frenar de forma autónoma sin el uso de la catenaria.

El *Sistema de almacenaje de energía embarcada* deberá diseñarse redundado en como mínimo dos equipos de iguales prestaciones.

TCAMP-RQSS-31577 – Energía embarcada. Normativa

Las baterías de tracción deberán cumplir lo dispuesto en las normas:

- IEC 62619
- IEC 62620
- IEC 62864-1
- IEC 62928

TCAMP-RQSS-29631 – Energía embarcada. Prestaciones dinámicas

En los tramos sin catenaria, la UT deberá disponer de suficientes prestaciones para una realizar el servicio comercial de forma normal, y no penalizar los tiempos de servicio entre estaciones.

El Ofertante deberá indicar y justificar las prestaciones dinámicas de la UT en los tramos sin catenaria.

TCAMP-RQSS-29635 – Energía embarcada. Dimensionado

El Sistema de Almacenaje deberá dimensionarse para las siguientes condiciones de trazado sin catenaria, teniendo en cuenta las siguientes características:

- Longitud máxima de un tramo entre estaciones: 1000 m
- Longitud máxima de tramos consecutivos sin catenaria: 1750 m
- Distancia total de los tramos sin catenaria: 3500 m
- Desnivel acumulado de los tramos sin catenaria: +12 m
- Cantidad total de tramos entre estaciones: 5
- Puntos de la línea sin catenaria con pendiente máxima:
  - 100 m, 6%
  - 150 m, 1,5%

#### TCAMP-RQSS-31584 – Energía embarcada. Justificación de autonomía.

El Ofertante deberá indicar la autonomía del vehículo mediante el Sistema de Almacenaje de energía embarcada.

Se requiere calcular la autonomía del vehículo considerando una circulación hipotética por el trazado de explotación, y tan solo a efectos de comparación entre ofertas, considerando las siguientes premisas:

- Imposibilidad de cargar el sistema de almacenaje a través de catenaria,
- Estado inicial de carga: 70%
- Recorrido: des de la estación CAMBRILS NORD, dirección VILA-SECA.
- No debe considerarse capacidad de circulación con carga inferiores al 20%.
- Condición de explotación: Masa de explotación con carga útil normal (MNO según EN 15663)
- Respetar los tiempos de paradas en las estaciones
- Consumo de auxiliares activos, a excepción del HVAC que a efectos de simulación deberá estar deshabilitado.
- Si se llegara al final de la línea, deberá considerarse continuar el trazado en sentido inverso.

La autonomía del vehículo deberá expresarse en metros (m) recorridos des del inicio del recorrido.

La autonomía indicada deberá estar justificada mediante simulaciones como las requeridas para el *Cálculo horario*, añadiendo la información del estado de carga de la batería.

El Adjudicatario deberá realizar las pruebas de validación de la autonomía indicada en fase proyecto, reproduciendo las premisas de la simulación.

#### TCAMP-RQSS-29629 – Energía embarcada. Cálculo de vida

Las prestaciones de potencia y autonomía de la batería deberán mantenerse a lo largo de la vida del proyecto, considerando un sobredimensionado de la capacidad o similar que tenga en cuenta la posible degradación de las propiedades de la batería a la largo de la vida de esta.

El Ofertante deberá justificar que el dimensionado de las baterías es consistente mediante diagramas *State of Charge* y *State of Health*, indicando la evolución del SoC mínimo y disponible a lo largo de la vida de la UT.

#### TCAMP-RQSS-29633 – Energía embarcada. Conmutación

El paso de zona de alimentación con catenaria a zona de alimentación con energía embarcada (y viceversa) deberá poderse realizar de forma automática sin intervención del conductor. El nivel de seguridad de esta función deberá ser analizado en fase de proyecto.

Deberá poder ser accionado a voluntad por el maquinista, mediante un comando dedicado en pupitre, y los avisos y alertas adecuados a la operación.

La conmutación de un modo al otro, el estado de circulación en modo *autónomo*, y cualquier avería en la operación automática y/o manual de la conmutación, será debidamente indicado al conductor mediante el HMI de conducción.

TCAMP-RQSS-31439 – Energía embarcada. Protocolo validación.

El Adjudicatario deberá diseñar un protocolo para validar que la capacidad máxima disponible de las baterías es suficiente para satisfacer las necesidades de la operación.

El protocolo debe ser realizable por el Mantenedor, bajo petición del Operador, como máximo una vez al año por cada tranvía.

El protocolo de validación deberá ser diseñado de manera que su ejecución no comprometa el servicio ni las operaciones de mantenimiento preventivo.

En caso de no cumplir la capacidad mínima, el Mantenedor deberá hacerse cargo de la sustitución de las baterías de tracción.

El protocolo de verificación de la batería y validación de sus características funcionales deberá cumplir con la IEC 62620

El protocolo de validación deberá ser aprobado por FGC.

#### **2.8.1.4 Baja Tensión**

TCAMP-RQSS-14107 – Toma exterior

Existirá una toma exterior de 400 V 50 Hz, con neutro, para la alimentación en taller de todos los servicios auxiliares del coche de forma que no sea preciso estar conectado el grupo convertidor a la línea de AT. Si esta conexión está establecida se deberá asegurar automáticamente que la línea de salida del grupo convertidor está desconectada de la distribución. Asimismo, se asegurará la imposibilidad de traccionar el tren estando conectada dicha toma exterior.

En el cuadro de distribución, a nivel de la línea de entrada desde el grupo convertidor, se establecerá la conmutación con la línea exterior de taller. A partir de aquí se establecerán las barras de distribución para el resto de las líneas y las protecciones de las mismas.

Las protecciones de la línea de alimentación principal contra cortocircuito, sobrecarga o fallo de fase estarán incorporadas en el propio grupo convertidor.

TCAMP-RQSS-14396 – Baterías

Las UT se equiparán con el número de baterías de acumuladores necesarias para asegurar la alimentación de los circuitos de control y auxiliares BT en corriente continua ( $U_{bat}$ ) en la fase de puesta en servicio y durante la ausencia de alimentación en AT o fallo de su cargador.

TCAMP-RQSS-31356 – Baterías. Prestaciones

En caso de falta de energía eléctrica de los convertidores estáticos, las baterías, suponiendo que están al 75% de su carga máxima, tendrán capacidad para mantener activos:

- Hasta los primeros 15 minutos desde el corte:

- Los equipos de principales de emergencia:
  - Iluminación de emergencia en las áreas de viajeros y de servicio,
  - Funcionamiento en ventilación de los sistemas de climatización,
  - Sistema de puertas,
  - Red del Tren y comunicaciones tren-tierra,
  - SIV, megafonía, bocina, etc.
- El alumbrado nominal,
- Mando y control del Tren.
- Hasta cumplirse 30 minutos desde el corte:
  - Los equipos principales de emergencia antes citados.

#### TCAMP-RQSS-31360 – Baterías. Seccionador

Dispondrá de un seccionador manual de aislamiento con posición claramente visible desde el exterior.

#### TCAMP-RQSS-31357 – Baterías. Relé de mínima

En cualquier caso, la batería contará con un relé de tensión o capacidad mínima. La apertura del relé de mínima deberá asegurar que la batería permanece con la energía suficiente para recuperar la capacidad de tracción del tren y garantizar la puesta en marcha del vehículo.

#### TCAMP-RQSS-31358 – Baterías. Características mecánicas

Se deberá tener en cuenta para su diseño mecánico:

- Toda la estructura del cofre estará fabricada con acero inoxidable resistente al electrolito.
- Los vasos de la batería serán de un material resistente a la corrosión, estarán montados en chasis y se agruparán formando un bastidor único para todo el conjunto.
- En el cajón y bastidor se preverá los orificios necesarios para una correcta ventilación y desagüe.
- Su diseño contemplará que no se precise desacoplarlas eléctricamente para las operaciones de mantenimiento.
- El cajón de baterías se emplazará junto al armario del cargador a fin de evitar largas líneas de cable de sección elevada.

#### TCAMP-RQSS-14554 – Baterías. Cargador

Deberá existir un cargador para cada uno de los sistemas de baterías.



#### TCAMP-RQSS-31359 – Baterías. Llenado

Cada conjunto de baterías estará equipado con un sistema de ayuda para el llenado de electrolito, que trabaje de forma autocompensada rellenando todos los vasos simultáneamente.

#### TCAMP-RQSS-14433 – Convertidor auxiliar. Características

El convertidor auxiliar permitirá adecuar la tensión continua de línea (Tensión de la línea, +20%, -30%), a la tensión de servicio en corriente alterna trifásica de 400 V 50 Hz para alimentar sus servicios auxiliares y que, en caso de avería de otro grupo convertidor, se hará cargo de atender el servicio en condiciones de marcha degradada de los coches asociados. Estos convertidores alimentarán una única red de distribución de corriente alterna para la UT. Cada convertidor dispondrá de los elementos de supervisión y control para que no se produzcan desfases en cada fase de salida y que en caso de producirse el convertidor pueda aislarse para no causar daños al resto de los equipos.

#### TCAMP-RQSS-29110 – Convertidor auxiliar. Características

En el momento del arranque del tren entrarán en funcionamiento en secuencia de forma que cada uno de ellos se sincronicen con la línea de potencia. Las tensiones y frecuencias de salida deberán ser constantes e independientes de las variaciones de tensión de alimentación y de las variaciones de carga. Este equipo estará basado en tecnología IGBT, o de mayores prestaciones.

#### TCAMP-RQSS-29111 – Convertidor auxiliar. Características

Todos los elementos de maniobra y protección deberán estar incluidos en el propio equipo, siendo necesaria la previa conexión de las baterías del tren para su puesta en marcha.

#### TCAMP-RQSS-29112 – Convertidor auxiliar. Características

Dispondrá en lo posible de una simulación para facilitar el trabajo a Mantenimiento en la búsqueda de averías y para evitar salidas en línea; no se deberá perder la información de diagnóstico por desconexión de la batería del tren.

#### TCAMP-RQSS-15780 – Convertidor Auxiliar. Avería

En caso de avería, el control detectará tal circunstancia, y mediante una conmutación prevista para tal fin, ordenará conmutarse o descargarse los consumidores en función del criterio de reparto de cargas preestablecido.

## 2.8.2 Sistema neumático

#### TCAMP-RQSS-15405 – Neumática. Normativa.

El equipo neumático tendrá en cuenta las disposiciones de la norma EN 45545-2 en lo que le sea de aplicación, sin menoscabo de otras citadas en el presente PPT, así como otras que pueda aplicar el fabricante, sobre las que FGC será informada y deberá mostrar su acuerdo.

## TCAMP-RQSS-14376 – Neumática. General

Aquellos conjuntos funcionales donde los tiempos de respuesta, equilibrio de presiones y actuaciones sincronizadas sean fundamentales, se instalarán lo más cerca posible de los órganos de ejecución.

Como criterio general, deberá minimizarse la cantidad de elementos conectados al circuito neumático.

## TCAMP-RQSS-14546 – Neumática. Purgadores de aire

El equipo neumático dispondrá de purgadores de aire automáticos.

## TCAMP-RQSS-14911 – Neumática. Compresor.

La capacidad de producción se justificará mediante un cálculo de consumos neumáticos estimados. Cada compresor será accionado por un motor trifásico alimentado a 400V 50 Hz.

## TCAMP-RQSS-14869 – Neumática. Compresor.

Cada compresor dispondrá de un contador de horas de funcionamiento situado en lugar claramente visible desde el exterior de la UT. A su vez, también se podrá entrar por control de tren y visualizar el contador de cada compresor.

## TCAMP-RQSS-14723 – Neumática. Válvulas seguridad

Existirán válvulas de seguridad y purgas automáticas donde sea conveniente. A la salida del compresor se situará un purgador automático de agua que permita eliminar el agua generada en la compresión. Asimismo, el circuito dispondrá del respectivo secador.

## TCAMP-RQSS-15782 – Neumática. Ciclo trabajo compresor

El ofertante presentará su solución de tipo de compresor, su ciclo de trabajo, e informará del tiempo de llenado del tren partiendo de presión atmosférica.

## TCAMP-RQSS-14796 – Neumática. Compresor-secador

El conjunto compresor-secador se preverá de forma que sea fácil de cambiar. Dispondrá del conector de alimentación, el conector de señales (si se considera necesario) y la conexión a la TDP.

## TCAMP-RQSS-15246 – Neumática. Rendimiento secado

En la fase proyecto se indicará el rendimiento de secado del equipo (clase de humedad del aire producido), que deberá ser adecuado para evitar problemas en la instalación neumática.

## TCAMP-RQSS-14146 – Neumática. Soportes compresor

En el caso que se considere una instalación del compresor bajo bastidor, los *silent-blocks* en que se apoye ésta, trabajarán a compresión, de forma que, si se rompiera el espárrago de fijación, la bancada quede apoyada y debidamente guiada.

## TCAMP-RQSS-14760 – Neumática. Sujeciones compresores

Las sujeciones previstas para los compresores evitarán la transmisión de vibraciones a la caja del vehículo.

## TCAMP-RQSS-15327 – Neumática. Diagnósis compresor

El compresor estará equipado con un sistema de detección de avería que transmitirá la información que corresponda al equipo de control en cabina e impedirá la maniobra de puesta en marcha en caso de anomalía.

## TCAMP-RQSS-14288 – Neumática. Acoplamiento compresor

El acoplamiento mecánico entre motor y compresor se realizará de forma que la alineación de ambas máquinas sea automática en las operaciones de montaje

## TCAMP-RQSS-15662 – Depósitos. Capacidad de almacenamiento

En fase de proyecto se deberá indicar la capacidad de almacenamiento de aire en los depósitos principales de la UT, que deberá estar ampliamente dimensionada.

## TCAMP-RQSS-14592 – Neumática. Normativa depósitos

Los depósitos deberán ser conformes a las normas EN 286-3 para depósitos de acero y EN 286-4 para depósitos de aleaciones de aluminio y, en cualquier caso, al RD 1495/1991.

## TCAMP-RQSS-15114 – Neumática. Tuberías flexibles.

En aquellos lugares que sea preciso utilizar tuberías flexibles, serán de material resistente al agua, al envejecimiento, lluvia ácida, aceites y grasas y se colocarán de manera que no tengan roces entre sí, ni con ningún elemento del coche.

## TCAMP-RQSS-14149 – Neumática. Protección tuberías flexibles

Las tuberías flexibles deberán estar dotadas de protección antiincendios cumpliendo la norma EN 45545. Deberán tener la sección adecuada y se respetarán los radios mínimos de curvado, así como una correcta disposición de estos, teniendo en cuenta el movimiento relativo de sus extremos.

## TCAMP-RQSS-14822 – Neumática. Materiales

La calidad del material será resistente a los agentes externos que habitualmente se encuentran en las explotaciones ferroviarias, como pueden ser: aceites, diluidos de limpieza y agentes atmosféricos como agua y radiación solar.

## TCAMP-RQSS-15368 – Neumática. Llaves aislamiento

Los principales módulos y elementos neumáticos contarán con llaves de aislamiento de fácil acceso, para que no sea necesario vaciar la instalación completa para llevar a cabo su sustitución.

TCAMP-RQSS-14593 – Neumática. Flecha indicadora

Todas las llaves y válvulas llevarán grabada una flecha que indique la dirección de paso del aire.

TCAMP-RQSS-14582 – Neumática. Accesibilidad elementos

Todos los elementos serán perfectamente accesibles para su montaje y desmontaje.

TCAMP-RQSS-14161 – Neumática. Tratamiento de aire

El aire de salida del compresor pasará por un equipo de secado y un filtro de línea, antes de almacenarse en el depósito principal. La instalación dispondrá de válvulas de seguridad.

TCAMP-RQSS-14456 – Neumática Sustitución elementos tratamiento aire

El equipo de secado y el filtro de línea deberán ir montados sobre un panel, de forma que se puedan sustituir sin desmontar tuberías ni accesorios de enlace.

TCAMP-RQSS-14423 – Neumática. Válvula seguridad

Para proteger la instalación neumática de excesos de presión originados por avería del sistema de regulación, se dispondrá una válvula de seguridad que impida que la presión exceda de la presión máxima.

TCAMP-RQSS-14650 – Neumática. Detector-transductor de presión mínima

Se dispondrá de un detector de presión mínima que garantice las prestaciones del sistema.

## 2.9 Propulsión y Freno

TCAMP-RQSS-14905 – Conjugación de los sistemas de freno

Para el freno de servicio, en todo el rango condiciones de servicio de explotación, y hasta carga máxima, se aplicará únicamente el freno eléctrico.

Se permite la actuación del freno mecánico como apoyo a la parada para velocidades inferiores a 5 km/h.

TCAMP-RQSS-15504 – Conjugación de frenos en el final de la parada

En el caso del final de la parada, la desaparición del freno eléctrico y su reemplazamiento progresivo por el freno mecánico no deberán provocar variaciones bruscas en el valor de la deceleración del tren tomando como referencia el valor de la deceleración establecida inicialmente. La deceleración instantánea durante la conjugación no debe variar en más de un  $\pm 10\%$  de la demandada.

TCAMP-RQSS-15562 – Conjugación de frenos. Sustitución

La conjugación de los frenos eléctrico y mecánico estará garantizada para no permitir en ningún caso la superposición total de los dos sistemas de freno, sea cual sea la avería que afecte al equipo eléctrico de potencia o de freno. Su sustitución se desarrollará sin sacudidas significativas por defecto o exceso de frenado. La deceleración instantánea durante la conjugación no debe variar en más de un  $\pm 10\%$  de la demandada.

TCAMP-RQSS-15122 – Antipatinaje – antibloqueo

La UT deberá incluir la función de antipatinaje y antibloqueo por eje motor para utilizar al máximo la adherencia disponible en cualquier condición ambiental de funcionamiento. Esta funcionalidad será de tipo electrónico y corregirá las siguientes incidencias:

- Patinaje en el arranque
- Deslizamiento o bloqueo en el frenado

La actuación del antipatinaje y del antibloqueo deberá ser completamente automática, sin intervención del maquinista.

Las funciones de antibloqueo y antipatinaje deberán estar integradas dentro del equipo de freno del tren y del equipo de control de tracción.

La actuación de las funciones de antipatinaje y antibloqueo se visualizará en cabina.

## 2.9.1 Tracción y freno eléctricos

TCAMP-RQSS-14298 – Tracción y freno eléctricos. Alcance

Se entiende por cadena de tracción y freno eléctrico el conjunto de componentes eléctricos encargados de proporcionar los esfuerzos de tracción y frenado adecuados al comportamiento dinámico requerido.

En este capítulo la cadena de tracción y freno eléctrico se ha separado en cuatro grandes grupos:

- Convertidor de tracción
- Motor eléctrico
- Filtro del convertidor de tracción (filtro de tracción)
- Resistencias de frenado

### 2.9.1.1 Requisitos Técnicos Particulares

TCAMP-RQSS-14240 – No perturbación del circuito de vía.

Las corrientes armónicas generadas por la cadena de tracción y el sistema de auxiliares no deben perturbar los circuitos de vía existentes.

TCAMP-RQSS-14719 – Normativa a los convertidores estáticos para entorno ferroviario

El convertidor de tracción cumplirá lo exigido en la norma EN 61287-1:2014.

TCAMP-RQSS-14421 – Freno eléctrico regenerativo y reostático

El freno eléctrico será mixto: regenerativo y reostático.

La energía generada en el frenado eléctrico se devolverá a la catenaria, siempre que las condiciones de la línea así lo permitan. A este respecto se cumplirá lo requerido en la EN 50388.

TCAMP-RQSS-15556 – Freno eléctrico

El sistema de freno eléctrico será el freno prioritario, excepto en el frenado de urgencia o emergencia. El freno eléctrico puede utilizarse desde la velocidad máxima hasta prácticamente una velocidad nula.

TCAMP-RQSS-14636 – Prioridad del freno regenerativo sobre el reostático

El freno reostático se activará sólo cuando el frenado regenerativo puro sea insuficiente para proporcionar la deceleración demandada, de forma que se disipe la energía eléctrica sobrante en las resistencias de freno.

#### TCAMP-RQSS-14246 – Autodiagnóstico del convertidor

En el arranque de la UT, y en los cambios de cabina de conducción, el convertidor de tracción realizará una secuencia de auto-diagnóstico.

La secuencia de auto-diagnóstico debe verificar el correcto funcionamiento de los elementos principales de la cadena de tracción.

#### TCAMP-RQSS-14294 – Criterio de diseño del motor de tracción para la recuperación de energía

La funcionalidad de recuperación de energía del motor durante la frenada debe ser óptima en toda la gama de velocidades.

#### TCAMP-RQSS-15221 – Norma de aplicación para el motor de tracción

El motor de tracción cumplirá lo exigido en la parte de la norma EN 60349 que le corresponda por tipo de motor.

#### TCAMP-RQSS-14619 – Motores de tracción

Se indicará el tipo de rodamientos elegidos para el motor de tracción, que serán ampliamente dimensionados y de primeras firmas.

Los rodamientos deberán impedir el paso de corrientes parasitarias a través de ellos.

#### TCAMP-RQSS-14502 – Dimensionamiento de la resistencia de frenado

Las resistencias de frenado se dimensionarán para que el equipo de tracción pueda prestar servicio exclusivamente con el freno reostático en cualquier condición de ambiente y condición de línea y servicio, incluso si la receptividad de la línea disminuye o desaparece.

#### TCAMP-RQSS-14765 – Ruido acústico admisible en la resistencia de frenado

Su ejecución será de tal forma que no produzcan vibraciones acústicas por efecto del paso de la corriente de freno.

Se deberá minimizar el ruido generado por el freno reostático al paso de la corriente de freno, debiendo aportar el fabricante datos del nivel de ruido generado en dB(A) con corriente máxima en las resistencias de freno, en caso de que éstas tengan ventilación forzada.

#### TCAMP-RQSS-14250 – Condiciones degradadas de funcionamiento

Deberá existir una forma de tracción que llamaremos de socorro mediante el cual los equipos de tracción darán un mínimo de potencia al tren para poder moverse y llegar a talleres, sea cual sea las condiciones de la vía y la carga.

En estas condiciones la velocidad máxima estará limitada a un valor prudencial (a definir) y el tren podrá tener capacidad de tracción y de frenado.

La regulación de la función velocidad, tanto en tracción como en freno podrá estar disponible si los equipos de tracción se ven capaces para ello. El tren deberá tener capacidad de freno neumático, regulable.

El modo de socorro deberá ser de funcionamiento extremadamente simple y no depender del TCMS ni la Red del Tren.

A pesar de no funcionar las comunicaciones, los equipos de tracción se deben de poder coordinar para no llegar a situaciones contradictorias de tracción y freno a la vez.

#### TCAMP-RQSS-15722 – Convertidor de tracción. Diagnósis

El convertidor de tracción y freno eléctrico deberá disponer de diagnóstico individualizada que registrará funcionamiento, incidencias, averías y órdenes y parámetros de uso interno y otros que posteriormente se puedan considerar. A través de la Red del Tren se podrá acceder a la diagnóstico para la comprobación de funcionamiento, descarga de datos históricos y realización de pruebas.

El convertidor de tracción y freno eléctrico deberá mantener un histórico del diagnóstico de las informaciones producidas de como mínimo 15 días. (accesible por el equipo de mantenimiento)

### 2.9.1.2 Requisitos al Diseño

#### TCAMP-RQSS-15399 – Tecnología del convertidor

El convertidor de tracción será un convertidor estático trifásico. Los interruptores de potencia serán del tipo IGBT, o de mayores prestaciones, y en la oferta se incluirá las características de los mismos.

#### TCAMP-RQSS-14356 – Tecnología del convertidor II

El convertidor estará dotado de las protecciones necesarias para evitar daños en sus componentes en caso de cortocircuito, sobrecarga, sobretensiones, subtensiones, exceso de temperatura, funcionamiento anormal de alguno de sus elementos, así como frente a cualquier otra circunstancia que el Adjudicatario considere conveniente para la protección del equipo.

#### TCAMP-RQSS-31585 – Refrigeración del convertidor de tracción

La refrigeración del convertidor de tracción deberá estar integrada en el mismo cofre del convertidor de tracción.



#### TCAMP-RQSS-14409 – Semiconductores de potencia

El dimensionamiento de los interruptores de potencia deberá ser tal que sean capaces de soportar las variaciones de tensión y corriente de la línea según las normas EN 50163 y EN 50388.

#### TCAMP-RQSS-15815 – Contactor de aislamiento del equipo

Cada convertidor de tracción estará conectado a la alimentación mediante un contactor de aislamiento.

El contactor de aislamiento deberá activarse solamente si el lazo de tracción está cerrado.

Al abrirse el lazo de tracción el contactor de aislamiento debe realizar la función de interruptor principal de la alimentación.

#### TCAMP-RQSS-14299 – Tensiones de línea admisibles en la cadena de tracción

Los equipos de la cadena de tracción se adaptarán a las tensiones de línea citadas en la EN 50163 para la tensión nominal de línea.

#### TCAMP-RQSS-15802 – Convertidor de tracción. Curvas esfuerzo-velocidad.

El fabricante proporcionará para el modo tracción y para el modo freno, las curvas de esfuerzo en relación a la velocidad para para cada una de las tensiones de línea indicadas en EN 50163, Tabla 1, considerando la tensión nominal de línea. En la gráfica se sobrepondrá la característica de resistencia al avance de la unidad en función de la velocidad para un pendiente 0‰, 10‰, 20‰, 30‰, 40‰, 50‰, 60‰ y la pendiente máxima de la línea.

#### TCAMP-RQSS-15394 – Material de la resistencia de frenado

La resistencia de frenado será de material anticorrosivo y no sufrirá deformaciones temporales ni permanentes para cualquier grado de uso. Se verificará la conformidad de las resistencias de freno de acuerdo a la norma EN 60322.

### **2.9.1.3 Documentación Justificativa del Diseño**

#### TCAMP-RQSS-14924 – Componentes del descriptivo de diseño

La documentación justificativa del diseño para la cadena de tracción y freno eléctrico contendrá información de al menos los siguientes componentes:

- Convertidor de tracción,
- Motor eléctrico,
- Filtro de tracción,
- Resistencia de frenado
- Eficiencia energética de la cadena de tracción.

TCAMP-RQSS-14513 – Potencia Unihoraria

Debe definirse la potencia unihoraria.

TCAMP-RQSS-14177 – Simulación. Resistencia de frenado

El fabricante deberá simular el comportamiento de la resistencia de frenado en el recorrido y condiciones de servicio comercial más restrictivos.

TCAMP-RQSS-14773 – Notas de cálculo. Reductora

El constructor aportará las notas de cálculo de la reductora.

TCAMP-RQSS-14863 – Notas de cálculo. Motor de tracción

El fabricante debe aportar la siguiente información del motor de tracción:

- Tipo de motor.
- Bobinado.
- Esquema de configuración en tracción y freno de los motores del tren.
- Curvas características del motor tanto en régimen motor como en freno eléctrico, en las que se indicará entre otras para la gama de frecuencias de trabajo: la intensidad, la velocidad de giro, deslizamiento, coseno de phi, esfuerzos, potencia absorbida, potencia útil y rendimiento que se prevé en régimen continuo y unihorario, para carga de tara, normal y máxima del tren (carga máxima y pendiente máxima).
- Dimensionamiento del motor con todos sus accesorios.
- Peso del motor completo.

TCAMP-RQSS-14686 – Curvas de esfuerzo y velocidad en función de la tensión de catenaria

Teniendo en cuenta los diferentes valores de tensión bajo los que puede operar el sistema de tracción, es necesario que el fabricante aporte la siguiente información:

- Curvas de esfuerzo contra velocidad en tracción y frenado
- Curva de consumo contra tensión de alimentación

TCAMP-RQSS-15365 – Notas de cálculo. Características dinámicas de la cadena de tracción.

El fabricante aportará las notas de cálculo y las características de la respuesta dinámica de la cadena de tracción.

TCAMP-RQSS-15491 – Simulación de tiempo y consumos en servicio comercial

El fabricante deberá validar mediante simulaciones que la cadena de tracción cumple los requisitos de tiempos de recorrido y consumo eléctrico en servicio comercial. Las simulaciones se realizarán para las distintas tensiones de funcionamiento.

TCAMP-RQSS-15258 – Simulación. No perturbación de los circuitos de vía.

El fabricante demostrará, mediante la realización del ensayo de medición de las corrientes armónicas emitidas por la unidad, de acuerdo con la norma CLC TS 50238-2, que no se producen perturbaciones que pudieran afectar a los circuitos de vía.

#### **2.9.1.4 Oferta**

TCAMP-RQSS-15167 – Documentación de las resistencias para el freno eléctrico en la fase de oferta

El suministrador deberá al menos especificar los siguientes datos de las resistencias:

- Potencia y temperatura máxima.
- Potencia y temperatura media en régimen permanente.
- Material activo
- Coeficiente de temperatura
- Peso
- Plano y dimensiones

TCAMP-RQSS-15321 – Documentación requerida de los motores de tracción en fase de oferta

Como documentación de base de partida del proyecto, para el motor propuesto se especificarán en la oferta los siguientes puntos:

- Tipo de motor.
- Bobinado
- Esquema de configuración en tracción y freno de los motores del tren.
- Curvas características del motor
- Plano y dimensiones del motor con todos sus accesorios.
- Peso del motor completo.

Las Curvas características del motor deberán indicar las variables de:

- Intensidad,
- Velocidad de giro,
- Deslizamiento,
- coseno de phi,
- Esfuerzos,
- Potencia absorbida,
- Potencia útil y
- Rendimiento.

Para todos los escenarios de trabajo:

- Modo tracción y freno eléctrico,
- Gama de frecuencias de trabajo que se prevén
- Régimen Continuo y Unihorario

Carga:

- Tara,
- Normal,
- Máxima del tren (carga máxima y pendiente máxima)

### **2.9.1.5 Requisitos de Test y Validación**

TCAMP-RQSS-15085 – Ensayo de los motores de tracción

Los motores cumplirán su propia especificación de ensayos.

Los ensayos a los motores de tracción cumplirán lo requerido en la parte correspondiente de la norma EN 60349.

TCAMP-RQSS-14167 – Validación de la cadena de tracción y freno eléctrico

La validación de la cadena de tracción y freno eléctrico se realizará de acuerdo con la norma EN 61377.

## **2.9.2 Freno mecánico**

### **2.9.2.1 Requisitos Técnicos Particulares**

TCAMP-RQSS-15350 – Freno. Generalidades

El freno mecánico será hidráulico.

TCAMP-RQSS-29113 – Características freno

El freno mecánico actuará sobre discos de freno (en rueda y/o en eje) en todos los ejes. No existirán ejes con frenos de zapatas aplicadas sobre las ruedas del Tren, para evitar riesgos de problemas térmicos sobre dichas ruedas.

TCAMP-RQSS-14100 – Freno servicio.

El freno mecánico será capaz de frenar la UT por sí mismo, desde velocidad máxima (o para todo el rango de velocidades) hasta velocidad cero y posteriormente aplicar retención, siempre con las mismas prestaciones.

## TCAMP-RQSS-14295 – Freno de estacionamiento. Cilindro estacionamiento

Se dispondrá un dispositivo de freno de estacionamiento que irá incorporado al cilindro del freno de disco. Actuará mediante un resorte cuando disminuya la presión de aire.

## TCAMP-RQSS-14159 – Freno de estacionamiento. Normativa

Cada UT, estando todos sus coches en carga máxima debe poder quedar inmovilizada, con absoluta seguridad, en la pendiente más desfavorable entre la pendiente máxima de la línea y la pendiente de diseño de la EN 13452-1 cuando los frenos de estacionamiento de como mínimo 1 bogie estén desaplicados.

El sistema estará diseñado de manera que para lograr estas prestaciones no se asuma una adherencia rueda-carril superior a 0,15, en ningún estado de carga, y condición de diámetro de rueda más desfavorable, según la norma EN 14531-1 y EN 14531-2.

## TCAMP-RQSS-15310 – Freno de estacionamiento. Desenclavamiento

Los frenos de estacionamiento dispondrán de un sistema de desenclavamiento mecánico que deberá poder ser activado de forma automática desde la cabina de conducción habilitada mediante la pantalla de control de tren y manualmente desde ambos lados del exterior del bogie.

## TCAMP-RQSS-14251 – Freno de retención. Aplicación

El freno de retención deberá aplicarse inmediatamente después de una acción del freno de urgencia o de emergencia, no desapareciendo al anular dicha orden y esperando la acción normal de secuencia de arranque solicitada por el maquinista.

## TCAMP-RQSS-15036 – Dispositivo antibloqueo

Cuando las condiciones de adherencia en aplicación del freno de servicio sean insuficientes, el esfuerzo de frenado estará modulado por un dispositivo de antibloqueo de un alto nivel de seguridad y en caso de fallo de este dispositivo, el esfuerzo máximo estará garantizado.

## TCAMP-RQSS-14473 – Dispositivo antibloqueo. Norma

Con carácter general, se considerará la norma EN 15595:2011 para el diseño y la verificación del sistema antibloqueo. No obstante, el capítulo 4.2.4.2 de la ficha UIC 541-05:2016 resultará de aplicación en la demostración de los niveles de seguridad.

## TCAMP-RQSS-14811 – Dispositivo antibloqueo y tipos de frenos

El sistema de antibloqueo, activo en freno de servicio y en freno de urgencia, permitirá adaptar los esfuerzos de frenado a las condiciones locales de adherencia.

## TCAMP-RQSS-14428 – Dispositivo antibloqueo. Diagnósis

Un dispositivo de vigilancia continua, ligado al sistema de monitorización del tren, verificará el buen funcionamiento del equipo e informará permanentemente al maquinista de su disponibilidad.

El dispositivo antibloqueo mantendrá un histórico del diagnóstico de las informaciones producidas de como mínimo quince días.

#### TCAMP-RQSS-14231 – Dispositivo antibloqueo. Actuación

El sistema de antibloqueo actuará, a partir de las informaciones de velocidad de cada eje, sobre el freno neumático y sobre el freno eléctrico.

#### TCAMP-RQSS-15067 – Capacidad de frenado

El sistema neumático debe estar dimensionados para efectuar tres frenados completos sin recarga en las siguientes condiciones:

- Pendiente máximo del perfil de línea,
- Velocidad inicial máxima autorizada
- Carga máxima,

Pudiendo tener en cuenta el consumo producible por un funcionamiento normal del dispositivo antibloqueo.

#### TCAMP-RQSS-14537 – Frenada emergencia

Asimismo, permitirá realizar una frenada de emergencia, exclusivamente mecánica, en condición de masa nominal con carga excepcional, desde la velocidad máxima de la UT hasta su detención completa, en pendiente máxima.

#### TCAMP-RQSS-14181 – Freno de urgencia/emergencia. Distancia de parada

Deberá indicarse la distancia de parada obtenida en la aplicación de freno de urgencia y emergencia, para los distintos casos posibles de aplicación, a las velocidades de 70, 50, 30 km/h.

Deberá considerarse también el modo degradado y las condiciones degradadas.

### **2.9.2.2 Documentación Justificativa del Diseño**

#### TCAMP-RQSS-15109 – Justificación niveles de seguridad

Durante la fase de diseño se generará un estudio que incluirá como mínimo la demostración de los niveles de seguridad recogidos en la ficha UIC 541- 05:2016 (capítulo 4.2.4.2) para los supuestos definidos en la misma.

#### TCAMP-RQSS-14642 – Justificación nivel de seguridad freno de emergencia

En fase de diseño debe demostrarse que el nivel de seguridad del sistema neumático es adecuado a los requisitos del freno de emergencia, mediante los correspondientes estudios frente a normativas y códigos prácticos que gocen de amplio reconocimiento en el sector ferroviario (normas EN, fichas UIC, especificaciones de interoperabilidad, etc.)

## 2.10 Registrador Jurídico

TCAMP-RQSS-15586 – Registrador. Requisitos ETI

Las UT equiparán un registrador jurídico que cumplirá los requisitos que se incluyen en la ETI, el anexo H de la ETH y la norma EN 62625-1.

TCAMP-RQSS-14145 – Generalidades Registrador

Existirá un equipo registrador de parámetros de conducción en tiempo real, para evaluación de los mismos en caso de incidencia en la explotación. Será de un sistema autónomo y diferenciado, de un fabricante conocido, robusto y de alta fiabilidad. Su alimentación será de tensión de batería e irá situado en un sitio de fácil acceso, pero protegido contra manipulaciones.

TCAMP-RQSS-14491 – Registrador. Normativa aplicable

La oferta deberá incluir un descriptivo que incluya la justificación de la normativa aplicable y todos los requisitos solicitados en el presente PPT.

TCAMP-RQSS-14881 – Datos a Registrar

Registrará, como mínimo, en memoria estática las siguientes señales:

- Velocidad real del tranvía
- Valor de consigna de velocidad
- Aceleración / deceleración
- Recorrido actual (m).
- Geolocalización GPS
- Tensión de catenaria
- Presión de cilindros de freno
- Porcentaje de freno eléctrico aplicado.
- Diámetro de rueda.
- Fecha actual.
- Hora actual
- Selección de código de itinerario
- Velocidad del vehículo.
- Identidad del maquinista.
- Identificación de la cabina activa.
- Identificador de trayecto
- Todas las conversaciones de audio de cabina al público, de cabina a interfono de puertas (y viceversa) y de radiotelefonía

- Selección modo marcha

#### DIGITALES

- Sentido de marcha
- Línea de lazo puertas
- Línea de lazo urgencia de freno
- Emergencia freno (seta)
- Línea de lazo de tracción
- Actuación sobre tiradores de alarma
- Recuperación eléctrica de los tiradores de alarma
- Actuación de freno por hombre muerto
- Actuación freno de estacionamiento
- Anulación seguridades lazo freno
- Anulación seguridades lazo tracción
- Anulación seguridades lazo de puertas
- Anulación equipo señalización
- Anulación del dispositivo de vigilancia (hombre muerto)
- Indicación presión mínima sistema de freno
- Cabina conductora habilitada
- Estado de la línea de habilitación-cierre de puertas lado 1
- Estado de la línea de habilitación-cierre de puertas lado 2
- Velocidad cero
- Bocina y claxon
- Apertura precinto pulsadores anulación de lazos.
- Pantógrafo elevado/bajado
- Disyuntor conectado/desconectado
- Avería sistema de control de freno
- Fallo freno de servicio
- Bogies seccionados en freno
- Anulación Alarma Viajeros
- Actuación sistema Antipatinaje / Antideslizamiento
- Estado de la unidad de grabación

Las variables definitivas se cerrarán en fase de diseño en función de la tipología definitiva de la UT.



## TCAMP-RQSS-14586 – Registrador. Totalizador kilométrico

Adicionalmente, realizará la función de totalizador kilométrico, que también almacenará, al igual que los registros de logs en caso de fallo o avería en alguno de los módulos o tarjetas.

## TCAMP-RQSS-29658 – Registro datos explotación tranvía

El Adjudicatario deberá dimensionar la memoria, la frecuencia de adquisición y la precisión de los datos acorde con la explotación del tranvía.

En este sentido deberán tenerse en cuenta las siguientes condiciones particulares:

- Los incidentes a baja velocidad son frecuentes. En estos casos, la determinación de los valores exactos de las variables y el orden en qué se han producido es crítica, y debe registrarse correctamente.
- Es habitual que, tras un incidente, el tranvía siga operando, y no se extraigan los datos hasta final del Servicio. En cualquiera de estas situaciones, deben conservarse los registros sin que éstos hayan sido borrados o resten inoperativos.
- En caso de activación del freno de Urgencia, y Emergencia, la dinámica del tranvía es elevada, y también los cambios en las variables a registrar. La frecuencia de adquisición de las variables deberá dar respuesta para reconstruir fielmente la evolución de las variables registradas.

## TCAMP-RQSS-14959 – Registrador. Sobredimensionamiento equipo

El equipo estará sobredimensionado en número de señales de entrada y de salida en un 30%, tanto para señales digitales como analógicas.

## TCAMP-RQSS-15312 – Registrador. Especificaciones sistema

La especificación del sistema, dónde se incluyen las señales y las características de la adquisición, seguirá la norma EN 62625-1.

## TCAMP-RQSS-15475 – Gestión de la memoria

El equipo grabará los datos en un módulo de memoria cuyo soporte sea extraíble sin necesidad de tener que realizar la descarga de datos en la UT con un PC portátil.

También se podrán descargar mediante la red de tren y la conexión de Banda Ancha desde cualquier punto de la línea y desde el Puesto de Mando.

La capacidad del módulo de memoria, así como su criterio de almacenamiento de datos, deberá ser tal que permita el registro de los parámetros anteriormente descritos, durante al menos quince días de servicio completos

Las señales registradas se mantendrán grabadas en el soporte extraíble sin borrarse después de la extracción del módulo de memoria, siendo posible su reproducción gráfica de todos los datos almacenados en cualquier momento.

Será preferible que quede bloqueado mediante un mecanismo con llave.

#### TCAMP-RQSS-14666 – Características Software

El suministrador aportará un software de Análisis que permita al usuario realizar un análisis de los datos previamente extraídos de la memoria, así como ejecutar funciones de búsqueda o de transformación en los datos.

Los datos seleccionados se deberán poder representar en pantalla.

Dispondrá de la posibilidad de modificar la escala de las señales analógicas de forma que pueda observarse con precisión la evolución de las señales. Además, como datos de cabecera de los registros, aparecerán

- la fecha y hora
- número de tren
- identificador del registrador y otras que FGC considere necesaria.

#### TCAMP-RQSS-15150 – Protección memoria caja negra

Junto a él dispondrá de un registrador jurídico de datos que garantice la permanencia de éstos en memoria en el caso de graves accidentes. Para ello deberá cumplir la norma IEEE 1482.1 o similar.

Estará alimentado de la tensión de batería, bloqueado por llave, se comunicará con el registrador de recorrido y guardará en lo posible la misma información que la de éste. La extracción de datos se realizará mediante los procedimientos establecidos por el fabricante del equipo y formarán parte integrante del suministro de los trenes.

#### TCAMP-RQSS-15603 – Integración control de tren

El registrador dará al control de tren la señal de avería registrador en caso de que se produzca.

Podrá integrar módulos de seguridad en la marcha.

El registrador jurídico estará conectado al sistema de control de tren a través de la red de comunicaciones del tren.

#### TCAMP-RQSS-15678 – Reloj de Tren

Cada UT dispondrá de una hora única para todos sus equipos. Esta hora servirá para efectuar diversas diagnosis y registros históricos, para el registrador de recorrido, para seguimiento del libro de itinerarios del tren, para indicaciones al pasaje, para indicación del maquinista y otras que posteriormente puedan considerarse.

La hora se distribuirá a todos los equipos por el equipo Registrador de tren a través de la Red de Tren.

Se deberán detectar las discrepancias entre los equipos en caso de no poder proceder a su actualización.

La función Reloj de tren indicará la hora de tren en monitor de conducción.

**TCAMP-RQSS-15431 – GPS**

Cada Registrador dispondrá de una antena y equipamiento para servir la posición GPS para integrar los registros de posición a las entradas del registrador y la DB de la Red del Tren.

## **2.11 Información y Comunicaciones**

### **2.11.1 Sistema de Información a los viajeros**

TCAMP-RQSS-29536 – SIV. Gestión información

La información al viajero se considera toda la relativa al servicio (planificado e incidencias), a la corporativa y a la publicitaria que, a través de diferentes canales, es susceptible de ser mostrada al usuario.

TCAMP-RQSS-15031 – SIV. Función anticipación

La función principal del SIV es el viajero pueda conocer con anticipación suficiente la información que necesita para realizar su viaje sin equivocaciones, tanto en los casos normales como en las situaciones de emergencia.

TCAMP-RQSS-31364 – SIV. Medios físicos.

Los dispositivos del sistema de información al viajero (SIV) serán ópticos y acústicos.

#### **2.11.1.1 SIV Central**

TCAMP-RQSS-29537 – Gestión sistema

Para la gestión de esta información, se necesita un único sistema central que gestione el envío de todos los canales establecidos:

- Estaciones: pantallas y megafonía
- Flota de tranvías: pantallas y megafonía
- Canales digitales: web, app, etc...
- Terceros: 012

TCAMP-RQSS-31375 – SIV. Integración Embarcado y Estaciones

El sistema de gestión de itinerarios y contenidos debe estar centralizado para los sistemas SIV Embarcado en tranvías, y SIV Estaciones.

TCAMP-RQSS-31373 – SIV. Programa. Funciones

El SIV deberá contar con un programa gestor del SIV para el Puesto de Mando que permita:

- la configuración de itinerarios, contenidos multimedia, libro de itinerarios, etc.
- control y automatización de las configuraciones y contenidos de la flota de tranvías
- visualización de monitores del SIV de los tranvías y carteles de las estaciones en tiempo real,
- Envío de mensajes de voz y texto pregrabados a tranvías y estaciones

#### TCAMP-RQSS-15694 – SIV. Programa. Carga automatizada

El Programa gestor del SIV deberá controlar y automatizar la carga de todas las configuraciones del SIV en toda la flota de tranvías y estaciones de forma remota.

El sistema de carga deberá permitir cargar contenidos, y programar la fecha y hora durante los cuáles éstos deberán aplicarse. (e.g. carga de un vídeo multimedia durante el día de navidad, carga de un nuevo itinerario a partir de una fecha).

Mientras los contenidos programados no estén en vigor, deberán coexistir varios contenidos al mismo tiempo (el actual en vigor, y el futuro).

Esta función deberá simplificar el proceso de carga de datos con antelación suficiente quedando latente a la espera de activarse en la fecha y hora programadas, desactivando el anterior.

#### TCAMP-RQSS-14266 – SIV. Programa. Configuraciones

El programa gestor del SIV deberá permitir como mínimo las siguientes configuraciones:

- Contenidos del SIV (e.g. tablas de códigos SIV, audios, mensajes especiales).
- Contenido multimedia (e.g. vídeos corporativos, campañas especiales, publicidad).
- Actualización del libro de itinerarios.

#### TCAMP-RQSS-31372 – SIV. Carga Puesto de Mando

El programa gestor del SIV deberá permitir la configuración y carga de datos a los tranvías des del mismo Puesto de Mando, y sin intervención del equipo de Mantenimiento.

#### TCAMP-RQSS-14300 – SIV. Programa. SO

El programa gestor del SIV deberá alojarse en un servidor de FGC, y ser accesible mediante interfaz web des de cualquier ordenador portátil o de sobremesa.

#### TCAMP-RQSS-31374 – SIV. Programa. Interfaz gráfica

El programa gestor del SIV deberá permitir modificar las configuraciones, y la base de datos del SIV de forma gráfica, y ampliarla si fuera necesario. Deberá estar abierto a la inclusión de nuevas estaciones

Los parámetros del itinerario se establecerán en la fase de proyecto.

#### TCAMP-RQSS-31371 – SIV. Carga incremental

El sistema de carga de contenidos del SIV deberá permitir cargas incrementales.

En caso de interrupción de la conexión con el tranvía, el sistema deberá retomar automáticamente la carga de los contenidos, partiendo del punto de transferencia de datos en el momento de la desconexión.

TCAMP-RQSS-14951 – SIV. Carga usuarios

El programa gestor del SIV deberá permitir una alta flexibilidad de programación por parte del operador / usuario, de forma que permita la máxima adaptabilidad en la realización de las actualizaciones y/o modificaciones de los contenidos y las configuraciones del SIV.

### **2.11.1.2 SIV Embarcado**

TCAMP-RQSS-15450 – SIV Embarcado. Función.

Las principales funciones del SIV embarcado serán las de:

- Información del trayecto: Deberá informar al público de la estación actual, destino, estaciones próximas, tipo de itinerario, hora, temperatura exterior, correspondencias, etc. mediante mensajes visuales (monitores) y sonoros (megafonía).
- Video entretenimiento: Deberá mostrar anuncios publicitarios o informaciones de interés para mostrarlas al público a través de los monitores de información y la megafonía, según se programe con el programa de gestión. Deberá almacenar música.
- Megafonía: Deberá permitir comunicación del conductor con el pasaje mediante un sistema de megafonía.
- Interfonía: Deberá haber un canal bidireccional de comunicación entre el pasaje y el conductor del tranvía, mediante interfonos y con gestión de cola y simultaneidad de llamadas.
- Radiotelefonía: El SIV deberá permitir la comunicación al pasaje de mensajes especiales de texto y de audio generados por el puesto de mando en tiempo real, y sin intervención del conductor.

TCAMP-RQSS-31365 – SIV. Mensajes des del Puesto de mando

El SIV deberá conectarse al sistema de Radiotelefonía de manera que se puedan comunicar al público mensajes especiales de texto y de audio generados por el puesto de mando y sin intervención del conductor (avisos especiales tales como retrasos generalizados, escaleras automáticas fuera de servicio, avisos de seguridad, etc.).

El sistema deberá permitir que los mensajes a emitir des del puesto de mando puedan ser

- pregrabados,
- programados y
- gravados en tiempo real.

TCAMP-RQSS-15732 – SIV Embarcado. Situaciones a informar.

En cada tranvía existirá un sistema de información a los viajeros (SIV), que informará a los viajeros de las situaciones usuales de circulación:

- Destino final
- Próxima estación

- Correspondencias
- Aviso óptico y acústico de cierre de puertas
- Indicación del lado de apertura de puertas
- Mensajes especiales
- Mensajes de incidencia (en tres idiomas: catalán, castellano e inglés)
- Mensajes de civismo
- Vídeo información

#### TCAMP-RQSS-31366 – SIV Embarcado. Información terminales

En terminales, el SIV deberá indicar el destino de la próxima circulación y el tiempo restante para efectuar la salida.

#### TCAMP-RQSS-15303 – SIV Embarcado. Dispositivos

El SIV embarcado estará compuesto, como mínimo, por las siguientes partes físicas:

- Una unidad central para el control del sistema
- Una pantalla de control del SIV, situado en el pupitre, en cada cabina.
- La megafonía e interfonía, integrada en el control central.
- Monitores interiores de información, o pantallas de sala, en el interior del coche, a lo largo del mismo y orientados en los dos sentidos de la marcha.
- Indicadores frontales exteriores. Situados en la parte alta del frontal de tren.
- Indicadores laterales exteriores. En el lateral exterior, en cada coche.

#### TCAMP-RQSS-15337 – SIV Embarcado. Arquitectura

La arquitectura del sistema deberá estar compuesta por una unidad central, y el resto de los elementos se comportarán como periféricos de la unidad central.

La conexión entre el equipo central y sus periféricos deberá ser a través de la Red del Tren.

#### TCAMP-RQSS-29538 – SIV. Interfaz SAE

El sistema SIV deberá permitir que la carga del itinerario activo sea controlada por el SAE.

Por tanto, el SIV deberá tener una interfaz con el SAE embarcado para obtener la información planificada antes de empezar y durante cada servicio.

El sistema SIV deberá permitir e implementar la modificación de los itinerarios *in itinere*, incluso del itinerario en curso, bajo petición del SAE.

Esta interfaz deberá diseñarse según criterios de sistema crítico para el servicio.

## TCAMP-RQSS-15355 – SIV Embarcado. Información e idioma

Las informaciones al pasaje de audio, de texto y de vídeo se proporcionarán, en función de lo que determine el funcional de FGC (se suministrará en fase de proyecto), en lenguas catalana, castellana e inglesa.

## TCAMP-RQSS-14922 – SIV Embarcado. Monitor control

El monitor de control del SIV estará prevista para guardar los parámetros de configuración de determinadas funciones del SIV. Esta configuración se debe mantener en caso de que se realice un cero de baterías.

El monitor de control del SIV será de tipo plano, no producirá reflejos y será de pantalla táctil o en su defecto tendrá todos los mandos de las funciones que gobierne, integrados en el marco de la pantalla.

Las funciones para realizar a través de los monitores, la información a mostrarse y los criterios de imagen corporativa de FGC se definirá en fase de proyecto.

## TCAMP-RQSS-14986 – SIV. Alimentación

Todos los sistemas del SIV embarcado deberán alimentarse desde la línea de batería.

## TCAMP-RQSS-14394 – SIV. Libro Itinerarios I

El equipo central tendrá en una memoria el itinerario completo vigente (libro de itinerarios), para laborables, festivos e incluso para circulaciones especiales, con todos los trenes identificados por el nombre, y con informaciones tales como ciclos de material, nombre y tipo de tren, estaciones donde tiene paradas, hora de salida, hora actual, tiempo de marcha hasta la siguiente estación, mensajes de megafonía, cruces y otras que se consideren de interés.

## TCAMP-RQSS-14880 – SIV. Libro Itinerarios II

El libro de itinerarios será interactivo, fácil de manejar e intuitivo.

## TCAMP-RQSS-15024 – SIV. Libro Itinerarios III

El libro de itinerarios permitirá:

- Actualizarse a distancia.
- Seleccionar el servicio a presentar en pantalla en función del tipo, hora.
- Mediante la selección adecuada por el maquinista en la pantalla, se presentará el itinerario que seguirá el tren, con todas las estaciones de la línea, horas de llegada y de salida, y cualquier otra información que se crea pertinente.
- Indicar en pantalla el desfase con el horario previsto en función del servicio seleccionado.



**TCAMP-RQSS-15362 – SIV. Libro Itinerarios IV**

La memoria estará sobradamente dimensionada para crecimientos de itinerarios de hasta el triple de la capacidad necesaria para el itinerario actual.

**TCAMP-RQSS-15420 – SIV. Libro Itinerarios V**

En caso de avería del equipo o tarjeta electrónica que contenga el libro de itinerarios, las restantes funciones del SIV no se verán afectadas.

**TCAMP-RQSS-14157 – SIV. Megafonía I**

El equipo SIV de tren estará equipado con un sistema digital de megafonía, cuyo control se realizará desde el monitor, en los pupitres de conducción.

**TCAMP-RQSS-15597 – SIV. Megafonía II**

Tendrá una alimentación diferenciada del resto de los equipos SIV, con un magnetotérmico de protección por equipo.

**TCAMP-RQSS-15652 – SIV. Megafonía III**

Este sistema de megafonía deberá informar al público del anuncio de estaciones y mensajes diversos, mediante sistemas de voz sintetizada grabada en tarjeta de memoria.

**TCAMP-RQSS-14631 – SIV. Megafonía IV**

El sistema de megafonía debe ser de alta calidad por su importancia frente a situaciones de emergencia o de información.

**TCAMP-RQSS-14663 – SIV. Megafonía V**

El número de altavoces, situación y potencia del equipo se determinará de acuerdo con una distribución homogénea del audio de los mensajes, de forma que las instrucciones dadas a los pasajeros sean perfectamente inteligibles desde cualquier punto del vehículo e independientemente de la velocidad del tren.

**TCAMP-RQSS-15182 – SIV. Megafonía VI**

Los altavoces quedarán incluidos en la disposición final del interiorismo y deberán ser accesibles en las operaciones de mantenimiento.

**TCAMP-RQSS-14553 – SIV. Megafonía VII**

Dispondrá de un control de ruido ambiente al objeto de poder controlar el volumen de salida de audio.

**TCAMP-RQSS-14197 – SIV. Megafonía VIII**

Tendrá una regulación de salida de audio controlada digitalmente por coche desde la pantalla de conducción. Esta regulación se ubicará en las pestañas de mantenimiento.

El volumen mínimo nunca llegará a cero (volumen nulo). En caso de emergencia, los pasajeros podrán oír el aviso del maquinista a pesar de tener el volumen al mínimo.

**TCAMP-RQSS-14887 – SIV. Megafonía IX**

Dispondrá de una función de prueba que indique en cabina que la señal de audio del coche presenta niveles correctos de potencia.

**TCAMP-RQSS-15351 – SIV. Megafonía X**

El altavoz de cabina tendrá una regulación para que el maquinista pueda regular parcialmente su volumen.

**TCAMP-RQSS-14305 – SIV. Megafonía XI**

Los controles de sistema de megafonía estarán situados en la pantalla del SIV. En caso de avería de la megafonía, el resto de las funciones del SIV no se verán afectadas.

**TCAMP-RQSS-15302 – SIV. Megafonía e interfonía I**

El funcionamiento del sistema de megafonía e interfonía deberá ser:

- Comunicaciones unidireccionales del maquinista hacia los pasajeros, el mensaje irá precedido de un ding-dong de preaviso.
- Comunicaciones bidireccionales entre cabinas de conducción.
- Comunicaciones bidireccionales entre el maquinista y el pasajero que haya accionado un aparato de alarma o intercomunicador.
- Difusión de mensajes pregrabados de anuncio de estaciones.
- Comunicaciones de mensajes especiales que haya enviado el Puesto de Mando o tenga el SIV memorizados.
- Generación del tono y frecuencia del aviso de cierre de puertas.
- Emisión de música o audio de los videos.

**TCAMP-RQSS-29127 – SIV. Bucles inducción.**

Al menos los 2 módulos de los tranvías considerados accesibles y que contengan el espacio destinado a PMR deberán ir equipados con bucles de inducción auditivos con emisión de mensajes de interfonía y megafonía.

## TCAMP-RQSS-14287 – SIV. Megafonía e interfonía II

Las comunicaciones de interfonía-cabina y de megafonía quedarán grabadas junto con las señales de videovigilancia, de forma que al descargar las imágenes se descargue automáticamente el audio asociado sin necesidad de hacer ninguna otra acción. Los vídeos de las cámaras interiores llevarán incrustado el audio.

## TCAMP-RQSS-14262 – SIV. Megafonía e interfonía III

Se realizará un registro de activación de los mensajes pregrabados, de activación de megafonía, de activación de radio-megafonía y de activación de la interfonía. En estos registros se guardará la fecha, hora, código SIV, código tren, última estación, punto kilométrico, y toda aquella información necesaria y que se evaluará en la fase de proyecto.

## TCAMP-RQSS-14735 – SIV. Interfonía IV

La interfonía será un equipo que funcione en modo full-dúplex. Dispondrá de una señalización que indique que el maquinista ha establecido conexión y de otra que indique que el viajero puede hablar.

## TCAMP-RQSS-14878 – SIV. Interfonía V

El pulsador de solicitud de comunicación con el maquinista será un pulsador adaptado que presente un resalte al objeto de poder ser accionado de forma fácil por personas con problemas de movilidad específica. Cuando un viajero pulse este pulsador, se emitirá un sonido mientras se esté pulsando.

## TCAMP-RQSS-14226 – SIV. Interfonía VI

Cuando un viajero accione el pulsador o el tirador de alarma, desde cabina se activará un aviso acústico y visual en pantalla SIV. Se mostrará en la pantalla del CCTV la imagen de la cámara asociada al interfono o al tirador de alarma activado. El aviso se desactivará cuando el maquinista accione el micrófono para atender la llamada.

## TCAMP-RQSS-15107 – SIV. Interfonía VII

En el caso de haber más de un interfono o tirador de alarma accionados, el maquinista podrá seleccionar a través de la pantalla SIV, cual atenderá primero, dejando el resto en espera. El aviso se desactivará cuando el maquinista accione el micrófono para atender la primera llamada.

## TCAMP-RQSS-15302 – SIV. Megafonía e interfonía I

El funcionamiento del sistema de megafonía e interfonía deberá ser:

- Comunicaciones unidireccionales del maquinista hacia los pasajeros, el mensaje irá precedido de un ding-dong de preaviso.
- Comunicaciones bidireccionales entre cabinas de conducción.
- Comunicaciones bidireccionales entre el maquinista y el pasajero que haya accionado un aparato de alarma o intercomunicador.

- Difusión de mensajes pregrabados de anuncio de estaciones.
- Comunicaciones de mensajes especiales que haya enviado el Puesto de Mando o tenga el SIV memorizados.
- Generación del tono y frecuencia del aviso de cierre de puertas.
- Emisión de música o audio de los videos.

#### TCAMP-RQSS-14287 – SIV. Megafonía e interfonía II

Las comunicaciones de interfonía-cabina y de megafonía quedarán grabadas junto con las señales de videovigilancia, de forma que al descargar las imágenes se descargue automáticamente el audio asociado sin necesidad de hacer ninguna otra acción. Los vídeos de las cámaras interiores llevarán incrustado el audio.

#### TCAMP-RQSS-14262 – SIV. Megafonía e interfonía III

Se realizará un registro de activación de los mensajes pregrabados, de activación de megafonía, de activación de radio-megafonía y de activación de la interfonía. En estos registros se guardará la fecha, hora, código SIV, código tren, última estación, punto kilométrico, y toda aquella información necesaria y que se evaluará en la fase de proyecto.

#### TCAMP-RQSS-14132 – SIV. Monitores de sala I

Se dispondrán de unos monitores planos en el interior de los coches, para información complementaria al pasajero.

#### TCAMP-RQSS-15245 – SIV. Monitores de sala II

El número de monitores por coche serán tal que, desde cualquier posición, los viajeros puedan leer claramente las indicaciones que den.

#### TCAMP-RQSS-14617 – SIV. Monitores de sala III

Su ubicación formará parte del interiorismo del tren y estarán orientadas a lo largo de los coches y en los dos sentidos de marcha para que desde cualquier punto del coche se puede ver con comodidad.

#### TCAMP-RQSS-14793 – SIV. Monitores de sala IV

Los monitores serán resistentes a los impactos y ralladuras y fácilmente desmontables.

Deberán estar protegidos contra pintadas y vandalismo y por el propio revestimiento del coche.

#### TCAMP-RQSS-15228 – SIV. Monitores de sala V

Los monitores difundirán las informaciones al pasajero (Video información) que tengan relación con el trayecto: próxima estación, plano general de la línea, estaciones donde pare el tren, correspondencias, estación actual, y posibles mensajes visuales de emergencia. Estos mensajes

podrán estar sincronizados con la megafonía al objeto de que las personas con discapacidad auditiva puedan estar correctamente informadas o simplemente para reforzar el mensaje al público.

#### TCAMP-RQSS-14688 – SIV. Monitores de sala VI

También difundirán imágenes o mensajes de entretenimiento (Video entretenimiento) como, por ejemplo: corporativos, de publicidad, institucionales, de información en general y los que se considere.

#### TCAMP-RQSS-15787 – SIV. Monitores de sala VII

La Video información se considera información básica que deberán recibir los pasajeros y deberá tener preferencia sobre cualquier otra. En los momentos en que la Video información deje huecos en el tiempo, el gestor del SIV dará paso a los videos de Video entretenimiento si los hubiera.

#### TCAMP-RQSS-15733 – SIV. Monitores de sala VIII

La información del Video información y la información del Video entretenimiento deberán estar en una misma pantalla de forma segregada.

#### TCAMP-RQSS-14671 – SIV. Monitores de sala IX

Dentro del sistema SIV, las partes de Video información y las partes de Video entretenimiento podrán ser equipos diferenciados, o en su defecto tendrán unas alimentaciones separadas del resto de las tarjetas de su equipo, con unas protecciones de alimentación propias y que en caso de avería o de ausencia de alguno de sus componentes no afectará al funcionamiento del resto de las funciones del SIV ni a las funciones de ayuda a la conducción.

#### TCAMP-RQSS-14198 – SIV. Monitores de sala X

En la memoria del Video entretenimiento el SIV podrá almacenar hasta 4,5 horas de vídeo y audio (vídeo, vídeo con audio, audio y música) en forma de uno o varios ficheros en formatos de alta capacidad de almacenamiento y deberá de existir algún tipo de gestión a nivel de que sincronice la emisión de estas imágenes o mensajes con las informaciones relacionadas con el trayecto.

#### TCAMP-RQSS-14775 – SIV. Monitores de sala XI

El fabricante suministrará un programa de administración del Video entretenimiento para PC que permita al personal de Producción el empaquetamiento de estos vídeos, establecer las preferencias de emisión (programación) y realizar el envío mediante la red tren-tierra de FGC al todo el parque o en la red local del tren.

#### TCAMP-RQSS-14517 – SIV. Monitores de sala XII

Dispondrá de una función para probar los monitores de sala. Desde la pantalla de conducción de cabina se lanzará un test que presentará en las pantallas una carta de ajuste para comprobar la calidad del colorido y geometría de los monitores.

## TCAMP-RQSS-14336 – SIV. Monitores de sala XIII

Deberá ser posible visualizar de forma remota y en tiempo real la información que está proyectando en los monitores de sala.

## TCAMP-RQSS-31582 – SIV. Monitores de sala XIV

Los monitores de sala deberán ser de formato hiperpanorámico, con relación de aspecto 32:9 o similar.

## TCAMP-RQSS-31583 – SIV. Monitores de sala XV

Los monitores de sala deberán ser sin marco; o que éste sea de tamaño despreciable, respecto al tamaño del monitor.

## TCAMP-RQSS-15708 – SIV. Indicadores exteriores I

Se instalarán indicadores de destino, de forma que sean claramente legibles desde el exterior y desde los andenes, en los testeros frontales y en los laterales de las cajas de todos los coches. El número de carteles frontales será de dos, uno por cada cabina, y el número de carteles laterales será de como mínimo dos por coche, uno por lateral.

## TCAMP-RQSS-15471 – SIV. Indicadores exteriores II

La distribución, forma, tamaño y color permitirán una lectura cómoda en cualquier situación de luz ambiental y a una distancia de 20 m. Serán visibles tanto de día como de noche.

## TCAMP-RQSS-14426 – SIV. Indicadores exteriores III

Ambos indicadores exteriores mostrarán la inscripción de la estación de destino del tren y del código de línea del itinerario seleccionado.

## TCAMP-RQSS-14153 – SIV. Indicadores exteriores IV

En la selección de ruta, habrá la opción de poder seleccionar coches reservados (cualquier coche de la UT y en cualquier combinación), y se mostrarán en los carteles exteriores laterales de los coches seleccionados, la palabra "RESERVAT" en los idiomas catalán, castellano e inglés, alternativamente.

## TCAMP-RQSS-15267 – SIV. Indicadores exteriores V

En general todos estos equipos, se comunicarán con el equipo central que será el que dispondrá del itinerario de tren y el que les dirá qué informaciones tienen que mostrar.

## TCAMP-RQSS-14342 – SIV. Indicadores exteriores VI

Serán del tipo LED (RGB), o monitor plano.

## TCAMP-RQSS-15360 – SIV. Indicadores exteriores VII

Deberán estar protegidos contra pintadas y vandalismo.

Deberán quedar integrados y enrasados respecto la caja y estarán protegidos del exterior mediante un cristal con marco estanco atornillado.

## TCAMP-RQSS-14467 – SIV. Indicadores exteriores VIII

Su acceso será desde el interior del tren para tareas de mantenimiento.

## TCAMP-RQSS-14308 – SIV. Indicadores exteriores IX

Dispondrá de una función para probar los carteles frontales y laterales. Desde la pantalla de conducción se lanzará un test para poder ver el comportamiento de los carteles exteriores.

## TCAMP-RQSS-15731 – SIV. Modificación información emitida

El sistema de información al viajero (SIV) permitirá que la información emitida a los viajeros pueda ser modificada por FGC a lo largo de la vida de las UT de forma ágil y remota.

## TCAMP-RQSS-15066 – SIV. Normativa de los elementos y funcionalidades

Todas las partes, elementos y funcionalidades del SIV cumplirán con la normativa aplicable al respecto y con la relacionada con personas de movilidad reducida (ETI PMR -Reglamento UE 1300/2014- y RD 1544/2007).

## TCAMP-RQSS-15320 – SIV. Configuración

Los tamaños de letra, fuentes de letra, colores, márgenes, distribución de la pantalla en regiones, transiciones entre pantallas, recursos de imagen, etc. podrán ser proporcionados por FGC, si así lo decide, o, en caso contrario, serán aportados por el adjudicatario, que los someterá a la aprobación de FGC. Estos parámetros formarán parte del fichero de configuración del SIV.

## TCAMP-RQSS-15135 – SIV. Funcionamiento en caso de avería

El sistema de comunicación deberá diseñarse de tal modo que, al menos la mitad de los altavoces del coche sigan funcionando en caso de avería.

## TCAMP-RQSS-15305 – SIV. Numero monitores y distribución

Durante la fase de proyecto se decidirá el número final de monitores y su distribución sobre el tren, que dependerá del *layout* propuesto.

## 2.11.2 Videovigilancia CCTV

### TCAMP-RQSS-14973 – CCTV

Las UT deben estar dotadas de un Sistema de cámaras de vídeo por Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) interiores y exteriores, cuyo objetivo será servir de apoyo a la operación, permitiendo visualizar desde cabina diversas situaciones, así como ayudar a la investigación de actos vandálicos o incidencias que pudieran tener lugar.

### TCAMP-RQSS-14343 – CCTV. Función.

El sistema CCTV debe mostrar y registrar imágenes del tranvía en tiempo real.

La funcionalidad del sistema se adaptará en la existente actualmente en FGC.

Las unidades dispondrán de un sistema CCTV digital en color que grabe las imágenes en unidades de memoria estado sólido. La resolución mínima del sistema en cuanto a definición de imágenes será de 600 píxeles (en la imagen) por metro de anchura.

### TCAMP-RQSS-15723 – CCTV. Componentes

El sistema CCTV debe estar compuesto por:

- **Cámaras de interior**, para tareas de videovigilancia e identificación de viajeros,
- **Cámaras retrovisoras**, para asistir al maquinista durante la operación del tren y las puertas de forma complementaria a los espejos.
- **Cámaras frontales**, para supervisión continuada del estado de la vía, y los andenes.
- **Pantallas de visualización**, en cabinas, para el maquinista.
- **Registadores y servidores de vídeo de gran capacidad**, o NVR, para el registro y consumo habitual de imágenes y vídeos,
- **Caja negra de vídeo**, o CNV, un registrador de vídeo de alta seguridad y fiabilidad, con el registro del vídeo de las últimas horas de la operación.

### TCAMP-RQSS-14193 – CCTV. Formatos

El formato de captación, proceso, comunicación, grabación de imágenes y cobertura de zonas del sistema de CCTV será el adecuado para el reconocimiento (nivel III) conforme a la EN 62676-4.

### TCAMP-RQSS-14595 – CCTV. Resolución mínima

En cuanto a la resolución mínima de las imágenes, todos los componentes del sistema se dimensionarán de acuerdo con lo establecido en la EN 62676-4 para tareas de reconocimiento (nivel III).



TCAMP-RQSS-15447 – CCTV. Normativa a la protección de datos personales.

El sistema CCTV debe cumplir la Ley Orgánica 3/2018, Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

TCAMP-RQSS-15770 – CCTV. Medios técnicos para cumplimiento ley

El adjudicatario proveerá, dentro del alcance del sistema de grabación, todos los medios técnicos para garantizar el cumplimiento de la citada Ley, así como la documentación justificativa que sea precisa al respecto.

TCAMP-RQSS-15314 – CCTV. Conexión a red segmentada.

Los componentes del sistema CCTV deben basarse en la Red del Tren, y adecuarse a las restricciones de segmentación de redes.

TCAMP-RQSS-14659 – CCTV. Emisión de imágenes en tiempo real

El sistema CCTV debe estar preparado para enviar las imágenes de todas las cámaras del sistema en tiempo real a tierra.

El envío de imágenes debe estar disponible bajo pedido del CCI (Centro de Control Integral de FGC), y periódicamente según programación.

TCAMP-RQSS-14632 – CCTV. Obtención local de registros.

El sistema CCTV debe permitir la descarga local de registros a un PC.

La descarga local debe permitir seleccionar los registros a descargar.

La descarga local debe estar protegida a accesos no autorizados.

TCAMP-RQSS-14416 – CCTV. Autodiagnóstico.

El sistema CCTV debe realizar un diagnóstico continuo del estado y funcionamiento del sistema.

El diagnóstico del sistema CCTV debe incluir el estado de todos los componentes del sistema, con especial atención a:

- Capacidad y fallos en los sistemas de grabación,
- Fallos en los sistemas de captación,

El diagnóstico del sistema CCTV debe

- generar alarmas de funcionamiento del sistema CCTV,
- asistir al personal de mantenimiento en la localización de las averías,
- generar un registro histórico de estado y funcionamiento.

El servicio de diagnóstico del sistema CCTV será accesible mediante la Red del Tren.

TCAMP-RQSS-14123 – CCTV. Registro de metadatos.

Todas las imágenes capturadas deben registrar en forma de metadatos la siguiente información:

- Identificador único del dispositivo de captura,
- Identificador de ubicación del dispositivo de captura,
- Fecha y hora de la captura,
- Geolocalización de la captura

TCAMP-RQSS-15498 – CCTV. Firma digital.

Todas las imágenes del sistema CCTV deben estar firmadas digitalmente, a efectos de validar que ni las imágenes ni sus metadatos han sido modificados.

TCAMP-RQSS-14670 – CCTV. Retardo máximo aceptable.

El Sistema CCTV debe diseñarse para que el retardo entre los hechos capturados y su representación en pantalla, y la información registrada en forma de metadatos, no supere los 0,2 s.

Para retardos superiores, se seguirán las recomendaciones indicadas en la EN 62676-4, Tabla 1.

TCAMP-RQSS-15060 – CCTV. Asistencia en andén.

El sistema deberá incorporar software de análisis de imagen para asistir al maquinista en la evaluación del riesgo durante el cierre de puertas en andén.

TCAMP-RQSS-29659 – CCTV. Vinculación imágenes con freno urgencia

Cuando se produzca una frenada de urgencia y emergencia, las imágenes del sistema CCTV se almacenarán de forma separada, y se indexarán de forma especial para que su recuperación sea fácil y ágil en base al *timestamp* y al índice de frenadas.

TCAMP-RQSS-29660 – CCTV. Activación cámaras frontales en urgencia

En caso de frenada de urgencia se activarán automáticamente las imágenes de las cámaras frontales en el monitor de cabina del conductor.

TCAMP-RQSS-14883 – CCTV. Analítica embarcada.

El tranvía deberá disponer de la capacidad para realizar analítica de imagen embarcada, considerando todas las cámaras instaladas.

### **2.11.2.1 CCTV. Cámaras**

TCAMP-RQSS-29662 – CCTV. Cámaras. Identificación

El número de cámaras a instalar debe garantizar la correcta identificación del pasaje, la retrovisión y los exteriores del vehículo, y evitar la presencia de zonas muertas.

TCAMP-RQSS-29663 – CCTV. Doble cámara frontal

Se deberán instalar dos cámaras frontales para cada cabina, a fin de ajustar la imagen en un campo visual corto alrededor de la cabina y a un campo visual largo simulando la visión del maquinista.

TCAMP-RQSS-15465 – CCTV. Cámaras. ISO automático

Las cámaras del CCTV deberán contar con ISO automático, que se adapte rápidamente a los cambios de intensidad luz.

TCAMP-RQSS-15332 – CCTV. Cámaras interiores. Detección antisabotaje.

Las cámaras interiores deben contar con un sistema de detección antisabotaje, que genere una alarma en el sistema CCTV.

TCAMP-RQSS-15154 – CCTV. Cámaras retrovisoras. Visión nocturna

Las cámaras retrovisoras deben contar con visión nocturna, y equipamiento antivaho y antirreflejos.

TCAMP-RQSS-15352 – CCTV. Cámaras. Ajuste mecánico.

Todas las cámaras deben incorporar un mecanismo para ajustar la posición y orientación del campo de visión de la cámara respecto a su sistema de fijación con la finalidad de compensar tolerancias de fabricación del tren.

TCAMP-RQSS-15055 – CCTV. Cámaras. Alimentación.

Las cámaras del CCTV deberán alimentarse mediante PoE.

TCAMP-RQSS-14573 – CCTV. Cámaras frontales. Visión nocturna.

Las cámaras frontales deben contar con visión nocturna, y equipamiento antivaho y antirreflejos.

### **2.11.2.2 CCTV. Software**

TCAMP-RQSS-14899 – CCTV. Software.

El sistema CCTV debe facilitar el acceso y la gestión de todos los registros de imágenes mediante un Software CCTV.

TCAMP-RQSS-14265 – CCTV. Software. Búsqueda, filtros y descarga.

El Software CCTV debe contar con herramientas para buscar, filtrar y descargar imágenes mediante criterios basados en:

- Fecha de grabación,
- Intervalo horario,
- Cámaras,
- Coordenadas GPS,

- Otros metadatos

TCAMP-RQSS-15819 – CCTV. Software. Validación de las imágenes.

El Software CCTV debe representar la validez de las imágenes mostradas mediante su firma digital.

TCAMP-RQSS-29661 – CCTV. Software. Formatos no propietarios.

El Software CCTV deberá permitir exportar imágenes y vídeos a formatos no propietarios.

TCAMP-RQSS-14635 – CCTV. Software. Exportación y marcas de agua

El Software deberá permitir sobreimprimir metadatos como marcas de agua durante la visualización y exportación de vídeos e imágenes.

TCAMP-RQSS-15647 – CCTV. Software. Control de acceso.

El Software CCTV debe incorporar control de acceso mediante perfiles de usuario, para restringir el acceso y control de los registros.

### **2.11.2.3 CCTV. Registrador**

TCAMP-RQSS-14302 – CCTV. Registrador. Prestaciones.

El registrador CCTV debe almacenar en tiempo real, y de forma continua, integral e independiente, las siguientes actividades:

- Capturas de todas las cámaras de la UT:
  - Interiores,
  - Retrovisoras,
  - Frontales,
- Visualización de la pantalla CCTV del maquinista en la cabina activa.
- El audio de la interfonía, y al menos una cámara interior asociada al interfono, durante la activación de la interfonía.
- Las comunicaciones de radiotelefonía, exceptuando las comunicaciones entre cabinas.
- Los mensajes de megafonía.

Los equipos permanecerán grabando siempre en forma de bucle.

TCAMP-RQSS-15294 – CCTV. Registrador. Capacidad mínima

El registrador CCTV debe disponer de capacidad suficiente para almacenar toda la información requerida durante 168 h de operación.

A efectos del cálculo de capacidades, cabe recordar que toda información debe registrarse con la resolución suficiente acorde a las tareas requeridas al sistema CCTV.

TCAMP-RQSS-14315 – CCTV. Registrador. Redundancia

Todas las funciones del registrador CCTV deben estar redundadas en al menos 2 equipos distintos. Los equipos estarán instalados en coches distintos.

#### **2.11.2.4 CCTV. Caja negra de vídeo**

TCAMP-RQSS-14675 – CCTV. CNV. Prestaciones

La Caja negra de vídeo (CNV) debe almacenar en tiempo real, y de forma continua, integral e independiente, las siguientes actividades:

- Capturas de todas las cámaras de la UT:
  - Interiores,
  - Retrovisoras,
  - Frontales,
- Visualización de la pantalla CCTV del maquinista en la cabina activa.
- El audio de la interfonía, y al menos una cámara interior asociada al interfono, durante la activación de la interfonía.
- Las comunicaciones de radiotelefonía, exceptuando las comunicaciones entre cabinas.
- Los mensajes de megafonía.

TCAMP-RQSS-14545 – CCTV. CNV. Normativa.

La CNV debe cumplir la IEEE 1482.1.

TCAMP-RQSS-14400 – CCTV. CNV. Capacidad mínima.

El CNV debe disponer de capacidad suficiente para almacenar toda la información requerida durante 3 h de operación.

A efectos del cálculo de capacidades, cabe recordar que toda información debe registrarse con la resolución suficiente acorde a las tareas requeridas al sistema CCTV.

#### **2.11.2.5 CCTV. Pantalla del maquinista.**

TCAMP-RQSS-14109 – CCTV. Pantalla maquinista. Cantidad.

Debe haber al menos una Pantalla CCTV en cada cabina, destinada exclusivamente al sistema CCTV.

TCAMP-RQSS-15012 – CCTV. Pantalla maquinista. Tecnología

La Pantalla CCTV debe estar dimensionada de acuerdo con las tareas requeridas al sistema CCTV.

La Pantalla CCTV debe incorporar al menos las siguientes prestaciones:

- Tipo TFT, o de prestaciones mejoradas,

- Tamaño mínimo 19 pulgadas,
- Ajuste automático de luminosidad, de acuerdo con la luz ambiental,
- Protector anti-reflejos,
- Pantalla táctil

TCAMP-RQSS-15279 – CCTV. Pantalla Maquinista. Colocación.

La Pantalla CCTV se situará en el pupitre de conducción, en el lado derecho.

Debe estar incluida en las consideraciones de ergonomía del pupitre.

TCAMP-RQSS-29665 – CCTV. Visualización de registros

Para un uso excepcional, el sistema deberá estar preparado para visualizar imágenes registradas des de las propias pantallas de cabina.

### **2.11.2.6 CCTV. Funcionamiento de la pantalla del maquinista**

TCAMP-RQSS-15206 – CCTV. Funcionamiento pantalla. Apagada por defecto.

La pantalla CCTV solo debe mostrar imágenes en las situaciones requeridas, o aceptadas por FGC durante la fase de diseño.

TCAMP-RQSS-14293 – CCTV. Funcionamiento pantalla. Petición del maquinista.

La Pantalla CCTV debe mostrar imágenes de cualquier cámara en cualquier momento bajo petición del maquinista.

TCAMP-RQSS-14879 – CCTV. Funcionamiento pantalla. Alarmas del pasje

Cuando el pasaje utilice un tirador de alarma, interfono o palanca de desbloqueo de puertas, la pantalla CCTV debe mostrar la cámara interior más próxima al elemento activado. En este caso, la grabación del audio a través del SIV se integrará con la grabación de vídeo a través del CCTV, y ambas se registrarán en la memoria del CCTV.

TCAMP-RQSS-14627 – CCTV. Funcionamiento pantalla. Inversión de la marcha

Durante la inversión de la marcha, la pantalla CCTV debe mostrar la cámara frontal de la cabina opuesta.

TCAMP-RQSS-14127 – CCTV. Funcionamiento pantalla. Andén.

Con puertas habilitadas, la pantalla CCTV debe mostrar las cámaras retrovisoras, hasta el cierre de las puertas y alejarse la UT 50 m del andén.

TCAMP-RQSS-15659 – CCTV. Normativa de referencia

El sistema CCTV se ajustará al conjunto de normas EN 62676: Sistemas de videovigilancia para utilización en aplicaciones de seguridad.

### **2.11.2.7 Requisitos al diseño**

TCAMP-RQSS-15424 – CCTV. Documentación justificativa del diseño

El documento descriptivo preliminar para el sistema CCTV, contendrá toda la información necesaria de al menos los siguientes componentes:

- Cámaras de interior,
- Cámaras retrovisoras,
- Cámaras frontales,
- Pantallas de visualización,
- Registradores y servidores de vídeo,
- Caja negra de vídeo,

El fabricante debe aportar además informes justificativos del diseño de:

- Para las cámaras de interior, y las cámaras retrovisoras: estudio de cobertura para analizar la localización, el número y las prestaciones de cámaras y de pantallas,
- Ancho de banda estimado,
- Cálculo de los tamaños de la memoria sólida para los registradores y la CNV,
- Distribución y visualización de las imágenes de las cámaras en las pantallas de visualización del maquinista,
- Descripción del proceso de datos conforme a LO 3/2018

TCAMP-RQSS-14988 – CCTV. Sistema de alimentación.

Todos los componentes del sistema CCTV deben alimentarse de la línea de batería, asegurando que funcionan sin necesidad de tener conectada la AT.

TCAMP-RQSS-15622 – CCTV. Normativa al proceso de diseño del sistema

El diseño del sistema CCTV seguirá las recomendaciones de la IEC 62676-4, capítulo 4.

TCAMP-RQSS-15231 – CCTV. Diseño del sistema de retrovisión.

Para el diseño del sistema de retrovisión deben seguirse las instrucciones de la RIS-2703-RST (RSSB).

## TCAMP-RQSS-15604 – CCTV. Formato del vídeo

El formato de transmisión de vídeo debe cumplir los requisitos de formato la EN 62676-1-2, Capítulo 7: *Video streaming requirements*

Se solicita, de mayor a menor grado de preferencia:

- H.264,
- MPEG-4 Parte 14 (MP4),
- MPEG Parte 12 (*Motion JPEG*).

## TCAMP-RQSS-15289 – CCTV. Comunicación entre componentes.

La comunicación entre componentes del sistema CCTV deben ser ONVIF (*Open Network Video Interface Forum*).

## TCAMP-RQSS-14486 – CCTV. Información de cámara activa.

Toda visualización de cámara en tiempo real debe incorporar una alarma de mal funcionamiento del sistema CCTV, especialmente para el caso de vídeo congelado o con retraso.

## TCAMP-RQSS-15585 – CCTV. Situación de las cámaras interiores

El número de cámaras del sistema situadas en el interior de los coches será el suficiente para asegurar que:

- el tamaño mínimo de las imágenes está acorde con la funcionalidad del sistema CCTV
- no existan zonas de sombra (puntos ciegos) ni de mala visibilidad en todos los coches, incluidos los pasillos de intercomunicación.

## TCAMP-RQSS-15377 – CCTV. Ubicación de equipos.

Los equipos CCTV distintos de cámaras y pantallas se situarán preferentemente en cabina.

También podrán ponerse en interior del departamento de viajeros en un sitio convenientemente protegido.

## TCAMP-RQSS-14334 – CCTV. Tecnología de almacenamiento del registrador.

Todas las memorias del registrador CCTV y la CNV serán de tecnología SSD.

## TCAMP-RQSS-15421 – CCTV. Control del maquinista

Los controles del sistema CCTV deben estar integrados en la pantalla del CCTV y redundados en la pantalla de control del SIV en modo degradado.



### 2.11.3 Comunicaciones Tren-Tierra

TCAMP-RQSS-15050 – Radiotelefonía. Alcance.

Los Trenes estarán equipados con los siguientes sistemas de comunicación y radiotelefonía:

- Sistema de Radiotelefonía Tren-Tierra (TETRA)

TCAMP-RQSS-14937 – Radiotelefonía. Alimentación.

Su alimentación será directa de baterías, con un magnetotérmico de protección de equipo situado en cada cabina.

TCAMP-RQSS-14281 – Radiotelefonía. Comunicación I

La comunicación con el puesto de mando podrá establecerse desde cualquiera de las cabinas de conducción de forma que no sea audible por el pasaje.

TCAMP-RQSS-14803 – Radiotelefonía. Comunicación II

En el momento de recibir la llamada, cuando el maquinista descuelgue el microteléfono, deberá establecerse la comunicación a través del microteléfono y desconectarse el altavoz.

TCAMP-RQSS-15214 – Radiotelefonía. Ubicación.

Las antenas estarán ubicadas en el techo del vehículo, dentro del gálibo y se instalará de forma que alcance su máxima eficacia, permitiendo realizar los ajustes necesarios sin necesidad de desmontarse de su emplazamiento.

TCAMP-RQSS-14380 – Radiotelefonía. Tren-Tierra. Generalidades.

Cada cabina estará dotada con un sistema de Radiotelefonía Tren-Tierra para enlace con el puesto de mando de circulación.

TCAMP-RQSS-15401 – Radiotelefonía. Tren-Tierra. Normativa.

El sistema Radiotelefonía Tren-Tierra debe ser acorde a la UIC 751-1, 751-2 y 751-3.

TCAMP-RQSS-15330 – Radiotelefonía. GSM-R. Ubicación.

Deberá instalarse en el pupitre un pulsador de llamada al puesto de mando de circulación en una zona accesible para el maquinista y sin identificación.

TCAMP-RQSS-15370 – Radiotelefonía. Tren-Tierra. Radiomegafonía.

El sistema Radiotelefonía deberá disponer de la función de radiomegafonía. Determinados mensajes que el centro de mando quiera lanzar al pasaje, pasarán directamente del equipo de radio al sistema de megafonía, sin requerir intervención alguna del maquinista.

TCAMP-RQSS-31442 – Radiotelefonía. Conexión SAE

El sistema Radiotelefonía deberá conectarse al SAE Embarcado para proporcionar un canal crítico (fiabilidad, seguridad) de conexión de datos.

## **2.11.4 Red Viajeros**

TCAMP-RQSS-14739 – Red Viajeros. Normativa.

Los dispositivos de la Red de Servicio de Internet a los Viajeros deberán cumplir la norma EN 50155.

TCAMP-RQSS-15633 – Red Viajeros. Exclusividad dispositivos.

Todos los dispositivos de la Red de Servicio de Internet a los Viajeros deberán ser de uso exclusivo para esta Red. No podrán utilizarse dispositivos de la Red del Tren para proporcionar, o compartir recursos de la Red de Servicio de Internet a los Viajeros.

No deberá conectarse a la Red de Servicio de Internet a los Viajeros ningún dispositivo del tren ajeno al Servicio, especialmente dispositivos conectados a la Red del Tren.

TCAMP-RQSS-14963 – Red Viajeros. Anillo Gigabit Ethernet.

La Red de Servicio de Internet a los Viajeros estará formada por un anillo doble Gigabit Ethernet, o de mayores prestaciones, que recorra la UT.

En cada coche deberá instalarse al menos un switch conectado al anillo doble, y al que deberán conectarse los dispositivos del mismo coche.

TCAMP-RQSS-15117 – Red Viajeros. Servicio Diagnóstico.

La Red de Servicio de Internet a los Viajeros contará con un Servicio Automático de Diagnóstico y Registro de Funcionamiento y Averías (Servicio Diagnóstico). Toda la información del Servicio Diagnóstico:

- Deberá ser enviada automáticamente a un servidor en Internet mediante conexiones seguras (con niveles de seguridad equivalentes a SSL). Este servidor deberá ser accesible a FGC mediante conexiones seguras.
- Deberá ser accesible localmente mediante una conexión física (no inalámbrica), en un puerto segregado físicamente de la Red WiFi.

TCAMP-RQSS-14837 – Red Viajeros. Router de conexión a Internet.

La Red de Servicio de Internet a los Viajeros deberá conectarse a Internet mediante Routers de conexión a Internet con conexión móvil LTE y 5G (si la tecnología 5G está disponible durante la ejecución del proyecto) con las siguientes características:

- Deberán instalarse como mínimo dos Routers de conexión a Internet en paralelo. Los Routers de conexión a Internet deberán estar sincronizados entre ellos para ofrecer a los viajeros las máximas prestaciones de conexión a Internet.

- Cada Router de conexión a Internet deberá soportar el uso simultáneo de 2 SIM como mínimo, y estar preparado para aumentar el número de SIM simultáneas.
- Cada Router de conexión a Internet deberá estar preparado para trabajar con el APN de cualquier operador de telefonía, y con el APN de FGC.
- La gestión de las tarjetas SIM y del consumo de datos serán de FGC.
- Los Routers de conexión a Internet deberán permitir la limitación del ancho de banda de conexión a Internet disponible a los viajeros, a efectos de regulación del consumo de datos.
- Los Routers de conexión a Internet deberán rechazar toda petición entrante de comunicación (des de Internet).

#### TCAMP-RQSS-14820 – Red Viajeros. Red WiFi.

La Red de Servicio de Internet a los Viajeros deberá incorporar una red inalámbrica accesible a los viajeros (Red WiFi), con conexión WiFi acorde a IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac, u otra actualización disponible durante la ejecución del proyecto.

En cada coche deberán instalarse tantos puntos de acceso WiFi y antenas como sea necesario para garantizar cobertura y el ancho de banda requerido a todos los viajeros.

La Red WiFi deberá dimensionarse para que todos los usuarios del tren a la vez (considerando la Capacidad Mínima, distribuidos uniformemente en el tren), puedan disponer de un ancho de banda mínimo de 3.0Mbps por usuario.

La Red WiFi y toda la Red de Servicio de Internet a los Viajeros deberá implementarse para garantizar que todas las conexiones de los viajeros:

- son seguras, seguridad mínima equivalente a WPA2,
- están aisladas entre ellas, no hay visibilidad entre usuarios,
- están protegidas frente a ataques informáticos internos y externos al tren.

#### TCAMP-RQSS-14203 – Red Viajeros. Servicios.

La Red de Servicio de Internet a los Viajeros deberá garantizar la calidad del servicio de cada usuario mediante la implementación de servicios QoS (*Quality of Service*) en todos aquellos dispositivos de la Red que sea necesario.

La Red de Servicio de Internet a los Viajeros deberá soportar servicios de VLAN para posibilitar la implementación de nuevas prestaciones futuras, segregadas virtualmente.

### 2.11.5 Sistema Cuenta Personas

#### TCAMP-RQSS-14872 – Sistema cuenta personas

Todos los tranvías deberán equiparse con un Sistema de Cuenta Personas (SCP).

## TCAMP-RQSS-29578 – SCP. Tecnología

El Sistema Cuenta Personas podrá estar basado en tecnología de reconocimiento de imágenes.

El SCP deberá cumplir con la LOPD vigente.

## TCAMP-RQSS-29579 – SCP. Detección

El SCP deberá determinar:

- las entradas y salidas del tranvía
- ocupación actual del tranvía

## TCAMP-RQSS-29582 – SCP. Resolución y Precisión.

El SCP deberá tener una resolución de 1 persona.

El SCP deberá tener una precisión mínima del

- 98% por cada puerta, y
- 98% de la ocupación del tranvía

## TCAMP-RQSS-15820 – SCP. Contenido de los reportes

El SCP deberá reportar:

- la información de flujo por cada puerta del tranvía,
- la ocupación global del vehículo.
- Información de contexto del tranvía tal como unidad de tranvía, fecha-hora, conductor, línea, localización, etc.

El fichero de publicación será accesible a terceros, abierto, estructurado e interpretable.

## TCAMP-RQSS-29581 – SCP. Medio de comunicación

El SCP deberá reportar la información mediante la Red del Tren

## TCAMP-RQSS-29580 – SCP. Frecuencia de los reportes

El SCP deberá reportar la información al Puesto de Mando como mínimo tras cada operación de cierre de puertas.

Además, la frecuencia y condiciones de la adquisición y publicación serán configurables por parte de FGC de forma autónoma.

## TCAMP-RQSS-14166 – SCP. Diagnóstico. Grabación

El SCP deberá contar con función de grabación de imágenes de uso exclusivo para tareas de verificación de la precisión y diagnóstico.

Deberá ser capaz de almacenar como mínimo 4h de operación.

TCAMP-RQSS-29583 – SCP. Autodiagnóstico

El SCP deberá realizar funciones de autodiagnóstico de la precisión del conteo de personas.

El autodiagnóstico será reportado al Puesto de Mando.

TCAMP-RQSS-29584 – El SCP deberá permitir al Puesto de Mando:

El SCP deberá permitir al Puesto de Mando:

- Consultar la información reportada en tiempo real de forma ágil, configurable y conveniente para la explotación del servicio.
- Monitorizar el estado de los elementos del sistema
- Relacionar los flujos de viajeros con trayectos, para la generación de matrices Origen-Destino.
- Relacionar los datos de flujos de viajeros con los datos del Sistema de Billetaje.

## 2.11.6 Billetaje

TCAMP-RQSS-29570 – Preinstalación de maquinas de billetaje

Deberá reservarse y adecuarse espacio al sistema de billetaje, de acuerdo con los requisitos del pliego.

El sistema de billetaje comprende como mínimo de una unidad central de billetaje embarcada por cabina, y máquinas de billetaje en la zona de viajeros.

El suministro del sistema de billetaje no forma parte del alcance del pliego.

TCAMP-RQSS-29571 – Billetaje. Compatibilidad

Las máquinas de billetaje seguirán las prescripciones de *ATM Tarragona* y *T-Mobilitat*.

TCAMP-RQSS-29572 – Billetaje. Cantidad

Se reservará espacio como mínimo de dos máquinas de billetaje por cada puerta de acceso al tranvía.

TCAMP-RQSS-29573 – Billetaje. Ubicación.

La preinstalación del billetaje deberá considerar una ubicación tal que:

- no interfieran con el movimiento de los pasajeros
- cumplan todos los requisitos vigentes de accesibilidad.

TCAMP-RQSS-29577 – Billetaje. Comunicaciones

La preinstalación de billetaje deberá considerar las conexiones y comunicaciones necesarias para que éstas puedan prestar las siguientes funciones:

- Información de servicio para contextualizar la validación. Como mínimo: fecha, hora, estación, línea, sentido)
- Monitorización de las máquinas validadoras en los HMI del maquinista, y envío en tiempo real al sistema central de validación en tierra.
- Supervisión y carga de nuevas configuraciones remota (PCC) de todos los equipos del sistema de billeteo.
- Validación mediante tarjetas de pago de tecnología en curso (e.g. magnética, crédito, *contactless*, NFC)
- Sincronización horaria con la hora del tren, y la hora del sistema central de billeteo.

### 2.11.7 SAE

TCAMP-RQSS-29513 – SAE. Generalidades

El SAE deberá asistir la operación del tranvía. Deberá proveer al Operador:

- Posición en tiempo real de la flota de tranvías
- Asistir los conductores en el seguimiento de los itinerarios
- Asistir a la gestión y a la regulación del tráfico de la línea
- Establecer un canal de comunicaciones entre conductores y centro de control

TCAMP-RQSS-29515 – SAE. Equipos

El SAE deberá estar compuesto por:

- SAE Central: Equipos centrales
- SAE Embarcado: Equipos embarcados en los tranvías de la flota
- Los equipos de la infraestructura (si fuera necesario)

TCAMP-RQSS-29516 – SAE. Características generales

A nivel general, las características del SAE deberán cumplir con:

- Ser un sistema con tolerancia a los fallos
- Disponer de una red de comunicaciones privada entre el sistema SAE central y el SAE embarcado a los tranvías
- Gestión de servicios *non-stop* y disponibilidad 24x7x365
- Servicio multiusuario
- Registro de las acciones realizadas por cada usuario
- Creación de nuevos usuarios, perfiles
- Configuración (edición, ampliación, eliminación, etc.) de los recursos de la explotación (tranvías, conductores, estaciones, ...) por parte del Operador de FGC.

- Información visible en sistema *videowall* del PCC
- Visualización de contenidos personalizable para cada usuario
- Sincronismo horario con el sistema central de FGC

#### TCAMP-RQSS-29517 – SAE. Localización

Para la localización del vehículo, el SAE deberá permitir:

- Tener una precisión en la localización inferior a 5 m dónde se encuentre el tranvía. Se permitirá la integración de otros equipos del tren (TCMS, odómetro, apertura y cierre de puertas, etc.) para conseguirlo
- Prescindir, en la medida de lo posible, de elementos de infraestructura para realizar funciones de localización, especialmente para aquellos que necesiten alimentación eléctrica o mantenimiento.
- Diseño con criterios de alta disponibilidad y se valorará la incorporación de un sistema de *backup* que pueda sustituir al sistema principal en caso de incidencia
- Refresco inferior a 5 segundos
- Localización de las UT en cocheras y talleres. En este caso se permitirá un error en la localización superior a la línea.
- Mostrar la localización en el HMI del PCC en representaciones Cartográfica y Sinóptico (configurable de forma independiente y combinada), dónde se visualicen también las entidades representativas (e.g. líneas, estaciones, y demás elementos de la explotación).
- Integración con Servicios Tráfico en Tiempo Real que pueda mostrar las condiciones de los vehículos y su entorno de circulación en tiempo real.

#### TCAMP-RQSS-31566 – SAE. Reducción elementos de vía

Será responsabilidad del Adjudicatario el suministro, instalación y puesta en marcha de los elementos/dispositivos en vía requeridos para la localización de los vehículos.

De los elementos/dispositivos a instalar en vía requeridos para la localización de los vehículos, el Ofertante deberá indicar:

- Principio tecnológico de la solución
- Características de los dispositivos
  - Dimensiones
  - Necesidad de alimentación eléctrica
- Plano de la línea, indicando
  - Localización de los dispositivos,
  - Cantidad de elementos a instalar,
- Plano de de localización del dispositivo respecto la vía,

- Mantenibilidad a lo largo de la vida útil

#### TCAMP-RQSS-29520 – SAE. Comunicaciones

A nivel de comunicaciones, el SAE deberá permitir:

- Comunicación de voz y texto bidireccional entre el PCC, los conductores y otros terminales móviles existentes
- Una gestión dinámica y flexible de grupos para la realización de llamadas
- La grabación de las comunicaciones realizadas
- Gestionar los sistemas de comunicación disponibles con criterios de máxima disponibilidad y fiabilidad.

El SAE deberá comunicarse mediante (ambos):

- Red TETRA de FGC,
- Red del Tren.

#### TCAMP-RQSS-15313 – SAE. Visualizador de itinerarios en cabina

El sistema SAE deberá tener un visualizador de itinerarios, con monitor de pantalla táctil, que permita seleccionar y visualizar los distintos itinerarios a petición del maquinista.

Las imágenes de presentación y estructuras de las diferentes visualizaciones se definirán durante el desarrollo de esta parte específica del proyecto.

El sistema SAE deberá presentar en pantalla la representación continua del tranvía con su localización respecto al diagrama de línea, con el horario relativo a su horario de itinerario, y el nivel de cumplimiento del horario de acuerdo con la localización precisa del tranvía.

#### TCAMP-RQSS-31567 – SAE. Descripción y acreditaciones

El Adjudicatario deberá instalar un sistema SAE de categoría ferroviaria, que esté actualmente en uso en otras flotas tranviarias.

El Ofertante deberá presentar una memoria descriptiva del sistema SAE seleccionado.

El Ofertante deberá acreditar que el sistema SAE seleccionado se encuentra actualmente en uso en como mínimo 4 explotaciones tranviarias comerciales.

### **2.11.7.1 SAE Central**

#### TCAMP-RQSS-29518 – SAE Central. Gestión flota.

El SAE Central debe asistir la gestión de los tranvías des del PCC. Para ello, deberá:

- Permitir la carga de las planificaciones de las circulaciones
- Mostrar la información relevante para poder detectar las desviaciones relacionadas con el servicio planificado



- Permitir la consulta de horarios y servicios planificados
- Mostrar la información en segundos
- Realizar cambios en tiempo real de la planificación prevista en caso de incidencia, retraso, con la creación de nuevos servicios, eliminar servicios, prolongar servicios, establecer servicios parciales, cambio de horas de paso.
- Disponer de una interfaz gráfica que permita establecer los servicios degradados de forma intuitiva y rápida
- En caso de establecer un servicio degradado se deberá poder transmitir de forma automática los cambios a los diferentes usuarios (tranvías y estaciones)
- En caso de cambios en el sistema de gestión, deberá recalcular los tiempos de salida y llegada en las estaciones afectadas

#### TCAMP-RQSS-29519 – SAE Central. Gestión conductores

El SAE Central deberá asistir la gestión de los conductores des del PCC. Para ello, deberá:

- Disponer de forma diaria de la información relativa a los conductores asignados en cada servicio, y de los retenes disponibles.
- Para asistir a la gestión de conductores asignados y retenes disponibles, deberá disponer de una interfaz que permita la gestión de las coberturas y su carga automática.
- En caso de incidencia, se deberá actualizar la información de los turnos de los conductores, y deberá permitir realizar cambios servicio-conductor.

#### TCAMP-RQSS-29521 – SAE Central. Gestión de alarmas

Para la gestión de las alarmas, el SAE Central deberá permitir la parametrización de alarmas visuales y sonoras del sistema, en base a distintas variables y desviaciones de la explotación.

En particular, el SAE deberá permitir al Operador establecer alarmas sobre las desviaciones horarias.

#### TCAMP-RQSS-29527 – SAE Central. Análisis de datos

El SAE Central deberá permitir el análisis de los datos de la Operación de forma que permita:

- Poder comparar de forma ágil las carreras planificadas versus las realizadas, con las imputaciones de las justificaciones de las carreras perdidas y los retrasos,
- Almacenar toda la información en una BBDD abierta y accesible,
- Disponer de plantillas configurables para su análisis,
- Disponer de una interfaz con el FEX para poder disponer de la información de la explotación y poder generar los indicadores Operativos a través del sistema corporativo de FGC.

#### TCAMP-RQSS-29522 – SAE Central. Moviola

El SAE Central dispondrá de un sistema de moviola que permita recuperar la información de la operación para poder analizar eventos en un tiempo diferido mínimo.

#### TCAMP-RQSS-29528 – SAE Central. Modo test

El SAE Central dispondrá de un modo de pre-explotación para pruebas, testeo de nuevas configuraciones y formación. El modo pre-explotación podrá alimentarse de datos de operación pre-gravados.

#### TCAMP-RQSS-29607 – SAE Central. Gemelo Digital

El SAE Central dispondrá de un modo adicional de simulación de la explotación que se alimente de los datos de la operación recibidos en tiempo real.

#### TCAMP-RQSS-29666 – SAE Central. Velocidad comercial

El SAE Central dispondrá de un módulo de análisis de la velocidad comercial a fin de localizar los puntos de mejora relativos a:

- Valoración de las intersecciones
- Mejoras en la regulación semafórica
- Gestión zonas de vía única

#### TCAMP-RQSS-29529 – SAE Central. Publicación datos

El SAE Central deberá publicar en tiempo real y en servidores ajenos al SAE la información de localización, y otros datos de interés de la Explotación.

La publicación de los datos se realizará en un modelo de datos abierto (e.g. SQL, JSON, CSV).

La publicación de los datos se realizará mediante protocolos estándar (e.g. FTP, MQTT, API) y seguros (e.g. TLS/SSL)

Los datos a publicar, el modelo de datos y los protocolos a utilizar serán acordados con FGC en fase de ejecución.

#### TCAMP-RQSS-29530 – SAE Central. Backup sistema

El SAE Central dispondrá de planes de backup y de contingencia para todos los posibles modos degradados: avería en el equipo central, avería sistema embarcado, avería comunicaciones, avería localización, etc.

### **2.11.7.2 SAE Embarcado**

#### TCAMP-RQSS-29526 – SAE Embarcado. Prestaciones

Los equipos del SAE Embarcado en el tranvía deberán:

- Disponer y mostrar la planificación del servicio

- Calcular la información relativa al posicionamiento del vehículo y otra información de interés que enviará al SAE Central
- Recibir las modificaciones del servicio des del PCC en dinámico (por ejemplo, en caso de incidencias en el servicio)
- Publicar a los demás sistemas embarcados, a través de la Red del Tren, la información relevante para la Operación: línea, terminal de destino, próxima parada, hora prevista, anticipación/retraso, información de localización del tranvía anterior y posterior, indicación de la selección correcta de puertas, mostrar mensajes lanzados por el PCC, etc.
- Controlar el sistema de mando automático de agujas.
- Engrase de pestaña
- Gestión de apertura de puertas

#### TCAMP-RQSS-29609 – SAE Embarcado. Interfaces

El SAE Embarcado deberá ser capaz de comunicarse con los siguientes sistemas embarcados:

- TCMS
- SIV
- Odometría
- Lector de Balizas
- Señalización
- Radio Tren-Tierra

#### TCAMP-RQSS-29611 – SAE Embarcado. Pantalla

El SAE Embarcado deberá incorporar una pantalla táctil de información al conductor de tamaño mínimo de 12".

#### TCAMP-RQSS-29612 – SAE Embarcado. Conexión al SAE Central.

El SAE Embarcado deberá conectarse con el SAE Central exclusivamente mediante la Red del Tren y la Radio Tren-Tierra.

#### TCAMP-RQSS-29610 – SAE Embarcado. Watchdog

El SAE Embarcado deberá contar con prestaciones de sistema crítico.

En particular, deberá incorporar un sistema *watchdog* que realice un *reset* del sistema en caso de malfuncionamiento. La aplicación del *watchdog* solo se permitirá en casos excepcionales.

#### TCAMP-RQSS-29608 – SAE Embarcado. Normativas

El SAE Embarcado deberá cumplir con las siguientes normativas:

- EN 50155

- EN 50121-3-2
- EN 61373
- EN 45545

### **2.11.8 Pilotaje agujas**

#### TCAMP-RQSS-29532 – Pilotaje SAE

El sistema SAE, a través de una interfaz con las antenas embarcadas del sistema de agujas, tendrá capacidad de pilotar las agujas, para llevar la unidad a destino.

#### TCAMP-RQSS-29535 – Pilotaje dinámico

La petición de el pilotaje de las agujas se deberá poder realizar al paso del tranvía de forma dinámica.

#### TCAMP-RQSS-29533 – Espacio antena

Será necesario dejar un espacio en el bajo bastidor del tranvía para poder ubicar una antena de petición de itinerarios.

#### TCAMP-RQSS-29534 – Gestión modo degradado

En caso de modo degradado, el tranvía tendrá que disponer de pulsadores de petición manual de movimiento de agujas en el pupitre de conducción.

En caso de no establecer comunicación, la petición de la aguja se podrá realizar a través de una caja solo accesible a través de una llave específica situada en la señal del enclavamiento, esta operación se deberá realizar después de bajar de la cabina.

## 2.12 Control del tren

TCAMP-RQSS-14437 – TCMS. Sistema de control y monitorización.

Las UT dispondrán de un sistema de control y monitorización (TCMS) constituido por dispositivos distribuidos a lo largo de la UT y conectados mediante la Red del Tren.

Su objetivo es el control, monitorización y diagnóstico general de todos los equipos asociados a la conducción (e.g. tracción, frenado, sistemas eléctricos) y auxiliares (e.g. puertas, detección incendios, climatización) de la UT, tanto en unidad simple como en unidad múltiple.

El TCMS presentará una gran fiabilidad, automatización y facilidad de manejo, tanto en operación (personal de conducción), como en mantenimiento.

TCAMP-RQSS-14501 – TCMS. Procesadores y lógica de control.

Cada dispositivo de la UT deberá disponer, por norma general, de su propio procesador y lógica de control, que deberá comunicar información continuamente al TCMS y poder gestionar y almacenar todas las variables necesarias para sus funciones y mantenimiento.

Todos los dispositivos del TCMS deberán estar basados en aplicaciones industriales y ferroviarias con experiencia probada.

TCAMP-RQSS-15748 – TCMS. Redundancia

La concepción del TCMS ha de ser redundante, con el objetivo de asegurar su máxima fiabilidad durante el servicio de las UT. En caso de avería de un dispositivo, su función deberá ser asumida automáticamente por otro dispositivo redundante.

El sistema de diagnóstico deberá reflejar dichas averías.

TCAMP-RQSS-14131 – TCMS. Normativa

El TCMS deberá ajustarse a la normativa europea e internacional relativa a estos sistemas ferroviarios.

La oferta deberá analizar y concretar esta cuestión, citando las normas europeas e internacionales a las que se ajusta el sistema propuesto.

TCAMP-RQSS-15801 – TCMS. Arquitectura básica en fase Oferta

La oferta deberá exponer:

- La arquitectura básica de los bloques que componen el TCMS, y su relación con la Red del Tren, y
- Una descripción completa de las características y prestaciones del sistema propuesto.

TCAMP-RQSS-14424 – TCMS. Protección de parámetros de configuración y registros mantenimiento

La gestión de los parámetros de configuración y los registros de mantenimiento del TCMS estarán protegidos y se limitarán las formas de acceso físico a la configuración del sistema.

Las medidas concretas de protección y acceso de parámetros, registros, y a los dispositivos en general, serán especificados en el análisis de Ciberseguridad del vehículo.

#### TCAMP-RQSS-14180 – TCMS. Reloj

Los dispositivos del TCMS deberán sincronizar periódicamente sus relojes con el reloj del tren mediante el servicio NTP de la Red del Tren.

Toda la información enviada y registrada deberá estar marcada con el reloj del tren.

#### TCAMP-RQSS-14845 – TCMS. Minimización de variables.

Se deberá diseñar el TCMS para que se generen el menor número de variables des de fuentes distintas.

Se deberá priorizar el intercambio de variables entre dispositivos mediante la DB de la Red del Tren.

Para aquellas variables en que sea imprescindible la captación des de dispositivos distintos, se deberá generar, en la DB, de forma adicional, una única variable virtual del tren que funcione como SSOT (única fuente de verdad, Single Source of Truth).

#### TCAMP-RQSS-15772 – TCMS. Diagnóstico de equipos

En fase de proyecto se definirá el nivel de detalle y la periodicidad del diagnóstico que cada equipo deberá publicar automáticamente a la Red del Tren.

#### TCAMP-RQSS-31418 – TCMS. Diccionario de Objetos

El Adjudicatario deberá documentar el Diccionario de Objetos (DO) del TCMS.

El DO deberá contener la información necesaria para identificar como mínimo todos los mensajes de las clases de datos del TCMS:

- Process Data y
- Message Data

Para cada Objeto deberá documentarse como mínimo:

- Nombre
- Descripción,
- Dispositivo generador,
- Parámetros de Servicio,
- su correspondencia en la BD de la Red del Tren.

El DO deberá entregarse en formato de fácil procesado informático; como mínimo en formato CSV.

El DO deberá entregarse antes de la entrega del primer tranvía.

## **2.13 Acoplamiento y Conexión**

### **2.13.1 Enganches**

TCAMP-RQSS-14412 – Enganche extremos UT

Cada extremo de la UT se dotará de un enganche para el acoplamiento y remolcado de las UT. El uso prioritario del enganche será el de remolcado.

TCAMP-RQSS-15115 – Unión entre cajas

Las uniones entre cajas se realizarán mediante enganches semipermanentes o sistemas pivotes equivalentes.

TCAMP-RQSS-14524 – Enganches. Datos técnicos.

En la oferta se especificarán los datos técnicos más importantes de los enganches o sistemas equivalentes.

TCAMP-RQSS-29641 – Enganches. Almacenaje

Los enganches deberán quedar ocultos en testera. No deberán verse, ni sobresalir para evitar causar accidentes.

TCAMP-RQSS-14702 – Unión libre enganches

La unión de los enganches con los coches permitirá el libre giro respecto al bastidor en cualquier plano.

TCAMP-RQSS-15281 – Acoplamiento en curva

Los enganches, que permitirán el acoplamiento de unidades en la curva de radio mínima, permitirán un giro forzado fácil en caso de necesidad que se realizará por parte de los agentes encargados de realizar el acople.

TCAMP-RQSS-14223 – Sistema autocentrado

Los enganches dispondrán de un sistema de autocentrado transversal que evitará los cabeceos en el plano horizontal y de un sistema de guiado y sustentación, provisto de amortiguadores, que evitará / minimizará los cabeceos verticales (autocentrado vertical).

TCAMP-RQSS-15777 – Sistema antidesacoplamiento intempestivo

Se dispondrá de los dispositivos necesarios para impedir que se produzcan desacoplamientos intempestivos de las unidades durante la marcha del tren, con independencia del estado de la vía u otros factores, y en caso de producirse, quedarán frenadas ambas partes del tren.

#### TCAMP-RQSS-14440 – Entorno del enganche

El entorno del enganche estará libre de materiales o de equipos que impidan su libre giro. Se cuidará que el poliéster delantero no baje por debajo del enganche, al objeto de no entorpecer trabajos de mantenimiento y la instalación del tubo neumático estará libre de roces y posiciones forzadas no naturales, disponiendo de libre movimiento.

#### TCAMP-RQSS-15640 – Conformado semipermanentes

La maniobra de desacoplamiento de los enganches semipermanentes o sistemas equivalentes deberá ser rápida y simple, y esta operación únicamente se desarrollará en talleres. Para ayuda a esta operación, se preverá un sistema de elevación manual que facilite la tarea de elevación y alineación de los semi-elementos.

#### TCAMP-RQSS-14857 – Tomas de tierra

Los enlaces de protección cumplirán los requisitos establecidos en la EN 50153:

- El chasis del vehículo estará conectado a potencial de tierra, en un único punto, mediante dispositivos de toma de tierra acoplados a ejes, e independientes de los utilizados para el retorno de la corriente de AT. Se utilizarán al menos dos vías entre la caja del vehículo y los conductores de protección de la instalación fija
- Todos los elementos del bogie deberán estar conectados al potencial de chasis.
- Todos los armarios y pupitres de conducción, en sus partes fijas y móviles, deberán estar conectados al chasis del vehículo.
- Todos los equipos bajo bastidor, y sus soportes, estarán conectados al chasis del vehículo.

#### TCAMP-RQSS-14972 – Acomplamiento en curva

En el acoplamiento en curva, los enganches permitirán un giro forzado fácil en caso de necesidad que se realizará por parte de los agentes encargados de realizar el acople.

#### TCAMP-RQSS-15223 – Inscripción en curva, curva-contracurva, recta-curva

En la fase de proyecto se desarrollarán los planos de inscripción en curvas, curva-contracurva, recta-curva que permitan visualizar la posición de los enganches automáticos, semipermanentes o sistemas equivalentes en cada uno de los escenarios. Estos planos se actualizarán en fase de proyecto.

#### TCAMP-RQSS-15177 – Maniobras de acomplamiento

En maniobras de acoplamiento de unidades no deberán producirse daños, estando una de las UT parada y la otra moviéndose a velocidad de maniobras.



TCAMP-RQSS-29644 – Acoplamiento. Absencia de utillajes

Para poder realizar el acoplamiento no se usarán utillajes específicos y los que sea necesarios se encontrarán alrededor de la zona del enganche.

TCAMP-RQSS-29642 – Acoplamiento. Rapidez

El tiempo requerido para el acoplamiento y el remolcado será el mínimo posible.

TCAMP-RQSS-29647 – Acoplamiento. Amortiguaciones

Los enganches estarán dotados de algún tipo de amortiguación para poder superar sin deformaciones permanentes el escenario de colisión en tranvía acoplado.

TCAMP-RQSS-29645 – Acoplamiento. Protección

Una vez los dos tranvías estén acoplados, existirá en la zona del enganche un sistema que evite que nadie pueda subirse, ni pueda cruzar de un lado a otro.

## **2.13.2 Pasillos e Interconexiones**

TCAMP-RQSS-15822 – Circulación en curva

La configuración de los pasillos deberá permitir que en depósitos y talleres, las UT puedan circular por curvas y contra curvas de radio mínimo, a velocidad reducida (5 km/h), sin necesidad de desmontar ningún órgano de los vehículos, pero sin necesidad de respetar el gálibo.

TCAMP-RQSS-14204 – Disposición pasillos de intercircularción

Los extremos contiguos de los coches acoplados dispondrán de un pasillo de intercircularción amplio, diáfano y estanco, con los correspondientes asideros, que permita el paso de los pasajeros de un coche a otro con plena seguridad y comodidad. Los pasillos de intercircularción se diseñarán y validarán conforme a la norma EN 16286-1.

TCAMP-RQSS-14332 – Dimensiones pasillos intercircularción

Las dimensiones de paso libre en alineación recta serán las máximas posibles.

En los extremos de los coches acoplados se dispondrá de un pasillo diáfano de intercircularción entre coches centrado en la pared del testero.

TCAMP-RQSS-15119 – Estanquidad elementos intercircularción

Dicho pasillo deberá ser perfectamente estanco e insonorizado; el nivel máximo de presión sonora interior en su entorno debe ser, como máximo, el indicado en el apartado de las condiciones de ruido. Las medidas acústicas se realizarán conforme a la norma EN 16286-2.

TCAMP-RQSS-14219 – Flexibilidad elementos intercircularción

El pasillo diáfano de intercircularción deberá ser capaz de absorber todos los movimientos relativos entre testeros y entre constituyentes sin chirridos, potenciando al máximo la sensación de continuidad del vehículo tanto interior como exteriormente. Las superficies en contacto que deslicen unas sobre otras no producirán chirridos.

TCAMP-RQSS-15149 – Corrosión elementos intercircularción

Los elementos del pasillo de intercircularción serán concebidos para evitar la corrosión debida a las condiciones ambientales y los elementos de limpieza.

TCAMP-RQSS-14094 – Carga para el dimensionado

El nivel de resistencia mecánica del pasillo de intercomunicación será la equivalente a la suma de su propio peso más la carga excepcional.

TCAMP-RQSS-15037 – Durabilidad elementos intercircularción

El Ofertante indicará, habida cuenta del tipo de trazado, la durabilidad previsible, en miles o millones de km y, o años, para los elementos de los pasillos de intercircularción sometidos a la agresión de los agentes atmosféricos y a mayor desgaste por rozamientos y fatiga, tales como fuelle y pasarela de intercircularción, cojinetes.

TCAMP-RQSS-14446 – Piso de intercircularción entre coches

El piso de la intercircularción entre coches deberá ser, deseablemente, liso y deberá ofrecer una continuidad tal que permita la circulación de viajeros sin peligro de tropiezos, asegurando un paso fácil. En caso de que exista desnivel, éste se salvará deseablemente con rampas. Lógicamente, se respetará todo lo indicado al respecto de desniveles en la ETI PMR.

## 2.14 Seguridad de la marcha

### 2.14.1 Sistema de protección continua de sobrevelocidad y rebase

TCAMP-RQSS-29540 – Protección continua sobrevelocidad

Deberá incorporarse un *sistema de protección continua de la sobrevelocidad y del rebase* de señales ferroviarias y otras zonas de seguridad.

TCAMP-RQSS-29542 – Supervisión continua sobrevelocidad

El Sistema de protección continua de sobrevelocidad y rebase deberá supervisar de forma continua la velocidad del tranvía y deberá determinar la velocidad objetivo y la máxima permitida a lo largo del trazado.

TCAMP-RQSS-31559 – Rebases y zonas singulares

El Sistema de protección continua de sobrevelocidad y rebase deberá supervisar de forma continua el sobrepaso de señales ferroviarias y la sobrevelocidad en zonas singulares, tipo toperas y finales de línea.

TCAMP-RQSS-29543 – Sistema localización

El Adjudicatario deberá justificar que el sistema de localización utilizado para el Sistema de protección continua de sobrevelocidad y rebase es adecuado al fin requerido, indicando sus prestaciones en forma de precisión, resolución, error, latencia, etc.

TCAMP-RQSS-29544 – Interfaz señales ferroviarias

El Sistema de protección continua de sobrevelocidad y rebase deberá disponer de un interfaz que informe al tranvía del estado de las señales ferroviarias.

TCAMP-RQSS-29545 – Aviso acústico señalización

El Sistema de protección continua de sobrevelocidad y rebase deberá emitir un aviso acústico al conductor en caso que el tranvía circule por un determinado punto a una velocidad superior a la establecida o exista peligro de sobrepaso. Las repeticiones del aviso y el tono deberá ser totalmente configurable.

TCAMP-RQSS-29546 – Escenarios aplicación freno urgencia

En caso que se detecte una situación anómala, el Sistema de protección continua de sobrevelocidad y rebase deberá actuar una frenada de urgencia.

El Adjudicatario deberá definir los escenarios para la ejecución de la frenada de urgencia en fase de proyecto, para la aprobación de FGC.

**TCAMP-RQSS-29547 – Información HMI**

Toda la información relevante del sistema se deberá mostrar por la HMI de conducción del tranvía.

**TCAMP-RQSS-29548 – Información contexto operación**

El sistema integrará la información relevante del contexto del trayecto, que se obtendrá a través de la red del tren, tal como:

- Conductor
- Línea
- Localización
- Avance/Retraso respecto al horario

**TCAMP-RQSS-29549 – Protección velocidad. Monitorización**

Des del centro de control deberá realizarse:

- Monitorización en tiempo real la velocidad real, comparada con la velocidad permitida en cada uno de los tranvías de la flota, así cómo la información del contexto.
- Presentación de alarmas y su información de contextos de los tranvías, en caso que se produzca un aviso acústico, y/o freno de urgencia des de un tranvía
- Supervisar el estado de los equipos y averías y realizar consultas históricas de registros mediante una herramienta intuitiva y configurable
- Modificar remotamente de forma temporal y a la baja las velocidades máximas de cada tramo de la línea.

**TCAMP-RQSS-29550 – Plan de contingencia en modo degradado**

Se deberán definir las planes de *backup* y contingencia de todos los posibles modos degradados como:

- Avería central embarcada
- Avería comunicaciones
- etc...

**TCAMP-RQSS-29551 – Sincronización horaria**

El sistema estará sincronizado con el sistema central de sincronismo horario de FGC.

## **2.14.2 Lazos de seguridad**

**TCAMP-RQSS-31564 – Lazos de Seguridad**

Los Lazos de Seguridad deberán estar protegidos por magnetotérmicos.

Los Lazos de Seguridad deberán emplear Relés de Seguridad.

Los Lazos de Seguridad deben emplear lógica activa, y actuar (abrirse) por pérdida de tensión.

TCAMP-RQSS-14487 – Lazos de Seguridad. Cableado

Las líneas de lazo del tren deberán ser un circuito constituido por un cable unipolar blindado de gran resistencia a la abrasión, tipo cero halógenos resistentes al fuego y con el blindaje conectado al negativo de la instalación, que recorrerá el tren de extremo a extremo.

El recorrido de las líneas de lazos a través de los coches se realizará por conductos y conectores independientes del resto de la instalación.

En los conectores para las mangueras de acoplamiento entre coches se dejará una separación, entre terminales, doble que la prevista para el resto de las líneas de la instalación.

La instalación del cableado se realizará de conformidad con la norma EN 50343.

TCAMP-RQSS-14493 – Lazos de Seguridad. Indicación HMI

Deberá definirse el estado de los lazos y como se muestran por pantalla HMI

### **2.14.2.1 Lazo de Freno**

TCAMP-RQSS-15746 – Lazo Freno. Función principal

La función principal del Lazo de Freno es la supervisión de las condiciones normales de marcha que deben cumplirse para no provocar frenada de la UT.

TCAMP-RQSS-14933 – Lazo Freno. Casos de actuación

La apertura del Lazo de Freno deberá provocar un Freno de Urgencia.

El Lazo de Freno deberá abrirse en los siguientes casos:

- Desconexión del magnetotérmico de alimentación propio del circuito.
- Por llevar a la posición cero el interruptor de control.
- Por llevar a la posición cero el inversor de marcha.
- Al desplazar el manipulador de T/F de cabina habilitada hasta la posición de freno de urgencia. En este caso se pondrá a negativo la bobina del relé de urgencia de freno."
- Por actuación de los elementos de vigilancia de presiones de seguridad en el circuito neumático para el freno.
- Por avería del sistema de freno moderable. En tal caso será preciso aislar el circuito averiado mediante la llave adecuada.
- Cuando se produzca una rotura de tren, quedando las dos partes frenadas.
- Cuando se produzca la actuación sobre uno de los tiradores de alarma situados en el departamento de viajeros, antes de que el tren haya recorrido un espacio de 40 m desde la velocidad 0, o no se haya superado una velocidad prefijada, y después de un ciclo de apertura/cierre de puertas.

- Cuando el equipo de control de mando ordene una señal de aplicación del freno de urgencia, generada por la parte de supervisión de los circuitos de seguridad.

TCAMP-RQSS-14782 – Lazo Freno. Condiciones de rearme

Una vez producida una apertura del Lazo de Freno, es condición necesaria que el tren se detenga para poder rearmarlo.

TCAMP-RQSS-14275 – Lazo Freno. Anulaciones

Deberá poder anularse la actuación de la línea de Lazo de Freno mediante un pulsador, y solo mientras que el maquinista lo tenga pulsado. Su actuación quedará registrada

Deberán poder aislarse individualmente los circuitos de freno moderable de un sólo coche, por acción sobre la llave de aislamiento.

La actuación de la anulación del Lazo de Freno deberá quedar recogida en el registrador de recorrido.

La anulación del Lazo de Freno deberá quedar señalizada en la cabina de conducción de forma independiente por indicadores luminosos y en pantalla.

### **2.14.2.2 Lazo de Urgencia**

TCAMP-RQSS-14795 – Lazo Urgencia. Función principal

La función principal del Lazo de Urgencia es la supervisión de equipos críticos para la conducción, que no deben ser anulados de forma colectiva, y la activación del Freno de Urgencia.

TCAMP-RQSS-15070 – Lazo Urgencia. Casos de actuación

La apertura del Lazo de Urgencia deberá provocar un Freno de Urgencia.

El Lazo de Urgencia deberá abrirse en los siguientes casos:

- Desconexión del magnetotérmico de alimentación propio del circuito.
- Por llevar a la posición cero el interruptor de control.
- Cuando no se cumpla la secuencia de actuación sobre el dispositivo de hombre muerto.
- Por actuación o indicación de un equipo de seguridad.

TCAMP-RQSS-14429 – Lazo Urgencia. Condiciones de rearme

Una vez producida una apertura del Lazo de Urgencia, es condición necesaria que el tren se detenga para poder rearmarlo.

TCAMP-RQSS-14564 – Lazo Urgencia. Anulaciones

Sobre la línea del Lazo de Urgencia no deberá existir ninguna posibilidad de anulación.

TCAMP-RQSS-15810 – Lazo Urgencia. Señalización HMI

La apertura del Lazo de Urgencia deberá mostrarse por pantalla HMI de conducción.

### 2.14.2.3 Lazo de Emergencia

TCAMP-RQSS-14923 – Lazo Emergencia. Función principal

La función principal del Lazo de Emergencia es la supervisión de las setas de emergencia, y la activación del Freno de Emergencia, asegurando asimismo la desconexión del equipo de antibloqueo y la actuación automática de los areneros.

TCAMP-RQSS-15741 – Lazo Emergencia. Casos de actuación

La apertura del Lazo de Emergencia deberá provocar un Freno de Emergencia.

El Lazo de Emergencia deberá abrirse en los siguientes casos:

- Desconexión del magnetotérmico de alimentación propio del circuito.
- Por actuación sobre el pulsador de emergencia de cabina habilitada.

TCAMP-RQSS-14129 – Lazo Emergencia. Características de la Seta

El pulsador de emergencia, llamado también SETA, deberá estar instalado en los pupitres de conducción y accesible al maquinista, de forma que sea para él el elemento de máxima seguridad.

Una vez accionado deberá quedar enclavado mecánicamente y señalizado por un indicador luminoso, siendo necesario desbloquearlo mediante una manipulación específica, sin llaves ni accesorios.

Se decidirá en fase de proyecto si este accionamiento deberá accionar las bocinas de forma automática y dejarán de sonar al llegar a velocidad cero.

En caso de accionamiento en velocidad cero, las bocinas solo sonarán un breve instante de tiempo, justo para poder comprobar su funcionalidad.

El pulsador será de color rojo, con una carátula circular en su base de color amarillo y con el rótulo en negro: "ATURADA D'EMERGÈNCIA".

TCAMP-RQSS-15427 – Lazo Emergencia. Condiciones de rearme

Una vez producida una apertura del Lazo de Emergencia, es condición necesaria que el tren se detenga para poder rearmarlo.

### 2.14.2.4 Lazo de Tracción

TCAMP-RQSS-15172 – Lazo Tracción. Función principal

La función principal del Lazo de Tracción es la supervisión de las condiciones de seguridad que deben cumplirse para la activación del esfuerzo tractor.

#### TCAMP-RQSS-15596 – Lazo Tracción. Casos de actuación

La apertura del Lazo de Tracción deber provocar la total anulación del esfuerzo tractor.

El Lazo de Tracción deberá abrirse en los siguientes casos:

- Desconexión del magnetotérmico de alimentación propio del circuito.
- Por llevar a la posición cero el interruptor de control.
- Por llevar a la posición cero el inversor de marcha.
- Por apertura del Lazo de Emergencia.
- Por apertura del Lazo de Urgencia.
- Por alcanzar el tren una velocidad superior a la velocidad máxima.
- Si está activado el freno de estacionamiento.
- Si se encuentra conectada alguna manguera de toma de alimentación exterior en talleres.
- Por actuación de las protecciones del circuito principal.
- Por falta de continuidad en el lazo de presencia de las tarjetas electrónicas de los circuitos de tracción, freno, antibloqueo y vigilancias.
- Por apertura del Lazo de Puertas.
- Cuando se detecte actuación excesiva del sistema de freno hidráulico, estando en tracción.

#### TCAMP-RQSS-14664 – Lazo Tracción. Anulaciones

Deberá existir un pulsador de anulación del Lazo de Tracción en pupitre.

La anulación del Lazo de Tracción no deberá anular el Lazo de Puertas.

La actuación de la anulación del Lazo de Tracción deberá quedar recogida en el registrador de recorrido.

La anulación del Lazo de Tracción deberá quedar señalizada en la cabina de conducción de forma independiente por indicadores luminosos y en pantalla.

Cada vez que se accione el pulsador de habilitación de puertas con tren parado, la anulación del Lazo de Tracción deberá desaparecer, siendo necesario restablecerla de nuevo para retomar la marcha.

### **2.14.2.5 Lazo de Puertas**

#### TCAMP-RQSS-14092 – Lazo Puertas. Función principal

La función principal del Lazo de Puertas es supervisar el correcto estado de cierre de las puertas antes de iniciar, y durante la marcha.

#### TCAMP-RQSS-15499 – Lazo Puertas. Casos de actuación

La apertura del Lazo de Puertas debe provocar la apertura del Lazo de Tracción.



El lazo de puertas deberá abrirse en los siguientes casos:

- Desconexión del magnetotérmico de alimentación propio del circuito.
- Apertura de los finales de carrera de las puertas que vigilan
- Activación de la señal de permisión de apertura de puertas.

TCAMP-RQSS-14418 – Lazo Puertas. Condena o bloqueo

El mecanismo de condena o bloqueo manual de puertas deberá cerrar el lazo en la puerta anulada, puenteando de esta forma el final de carrera.

TCAMP-RQSS-14565 – Lazo Puertas. Anulaciones

El Lazo de Puertas deberá disponer de un pulsador de anulación por cada lado de tranvía.

La actuación de la anulación del Lazo de Puertas deberá quedar recogida en el registrador de recorrido, discriminando en lado de puertas anulado.

La activación de la anulación del Lazo de Puertas deberá quedar señalizada en la cabina y en pantalla y mantendrá anulado el circuito hasta que el tren pare y se establezca habilitación de puertas.

Cada vez que se accione el pulsador de habilitación de puertas con tren parado, la anulación del Lazo de Puertas deberá desaparecer, siendo necesario restablecerla de nuevo para retomar la marcha.

### **2.14.3 Supervisión de la seguridad y del control**

TCAMP-RQSS-14297 – Características Hombre Muerto

El dispositivo de hombre muerto será de doble acción por parte del maquinista.

El accionamiento del maquinista será sensitivo se hará mediante contacto y, o por presión del peso propio de la mano sobre la empuñadura del manipulador de marcha, y con el fin de que permita manipular otros instrumentos, por acción sobre un pedal situada bajo el pupitre y frente al asiento.

TCAMP-RQSS-15717 – Secuencia del Hombre Muerto

La secuencia de funcionamiento será la siguiente:

- Se activará por acción del selector de modo de marcha fuera de la posición cero.
- Si no se efectúa pulsación, la unidad permanecerá frenada por apertura del lazo de freno, provocada por el propio sistema.
- Al pulsar sobre manipulador o pedal se cerrará el contacto de lazo de freno y liberará la unidad, hasta el nivel de freno de retención.

- Si se mantiene la pulsación, al cabo de 30 segundos se encenderá un indicador luminoso en pupitre, previsto para tal fin, ubicado frente al maquinista y convenientemente señalizado.
- A los cinco segundos de permanecer encendido el indicador, se activará una alarma acústica intermitente para fijar la atención del maquinista sobre la inmediata acción del sistema de freno.
- A los cinco segundos del inicio de la alarma acústica se desencadenará la secuencia de freno por apertura del lazo.
- En el caso de soltar el pulsador o pedal, inmediatamente se encenderá el indicador luminoso para indicar al maquinista tal circunstancia.
- A los cinco segundos de permanecer encendido el indicador se activará una alarma acústica intermitente para fijar la atención del maquinista sobre la inmediata acción del sistema de freno.
- A los cinco segundos del inicio de la alarma acústica se desencadenará la secuencia de freno por apertura del lazo.

El sistema de vigilancia de Hombre Muerto será de conformidad con la ficha UIC 641. Dicho sistema incluirá adicionalmente indicaciones visuales cuando se incumpla la secuencia de Hombre Muerto.

#### TCAMP-RQSS-14866 – Avería Hombre Muerto

En caso de avería del equipo existirá un pulsador de anulación con actuación expresa por el maquinista, quedando debidamente señalizado la pantalla de conducción y en el Registrador Jurídico.

#### TCAMP-RQSS-15778 – Sobrevelocidad

Deberá existir algún sistema de control de la sobrevelocidad.

En caso de que se exceda el valor de velocidad máxima, se excitará el relé que abre el lazo de freno y se deberá aplicar el freno de urgencia.

#### TCAMP-RQSS-14126 – Protección rollback

La UT deberá asegurarse que no existe un movimiento no deseado durante su conducción, haya o no haya dirección de conducción seleccionada.

La distancia para la activación de la protección de *rollback* deberá ser inferior o igual a 1 m.

### **3 REQUISITOS DE PROYECTO Y FABRICACIÓN**

## **3.1 Organización**

### **3.1.1 Organización general**

TCAMP-RQSS-15599 – Generalidades

El Constructor adjudicatario deberá indicar los recursos, metodologías y actuaciones que dedicará a la realización del proyecto con el fin de garantizar de una manera objetiva el cumplimiento de los objetivos del mismo, tanto a nivel técnico como en plazo y calidad.

TCAMP-RQSS-14106 – Organigrama y planificación

En la oferta, y a lo largo del proyecto se debe mantener la siguiente información:

- Organigrama nominal de proyecto
- Asignación de funciones y tareas a todas y cada una de las posiciones del organigrama
- Planes descriptivos básicos de funcionamiento y organización de las fases y funciones principales del proyecto con indicación de los recursos existentes (o que se espera disponer)

TCAMP-RQSS-14391 – Certificados

Se deben acreditar los siguientes certificados y mantenerlos a lo largo del proyecto:

- ISO 9001
- ISO 14001
- ISO 45001
- ISO 50001
- Certificados aplicables al proceso constructivo

TCAMP-RQSS-14165 – Prevención de riesgos laborales. Fase de garantía

Previamente a la puesta sobre vías de la primera UT (dos meses antes), el Constructor adjudicatario presentará un plan de seguridad y los riesgos laborales inherentes a dichas actividades. Este plan contemplará la prevención de riesgos en la fase de pruebas y el período de garantía y mantenimiento.

Los responsables de la puesta sobre vías y en servicio de las UT deberán conocer dichos riesgos laborales y en su caso tomar las medidas preventivas necesarias para paliarlos.

En relación a la descarga de las UT, habida cuenta de la complejidad y alto riesgo que supone, el correspondiente plan de prevención considerará la supervisión para evitar los posibles accidentes inherentes a esta actividad.

### 3.1.2 Planificación y seguimiento

#### TCAMP-RQSS-15508 – Planing General del Proyecto

En el Planning General del Proyecto se indicarán los plazos globales de las fases principales del proyecto (ingeniería, aprovisionamiento, producción, pruebas) en forma de Diagrama de Gantt.

Se deberá incluir en la Oferta, y realizarse un seguimiento del mismo durante todas las fases del proyecto, identificando las desviaciones que pudieran producirse y comunicándoselas a FGC, así como las medidas adoptadas para corregirlas.

#### TCAMP-RQSS-14369 – Planning detallado

El Planning Detallado del Proyecto deberá contener las tareas en detalle del proyecto.

Se deberá actualizar:

- cuando se produzcan actualizaciones en los trabajos a realizar,
- cuando deje de ser efectivo para el seguimiento del proyecto, y
- cada 3 meses (máximo) para tener una visión siempre actualizada.

La primera versión se entregará a los 30 días de la firma del contrato.

#### TCAMP-RQSS-15566 – Matriz de Trazabilidad de Requisitos

El Constructor deberá elaborar y mantener una Matriz de Trazabilidad de los Requisitos del Proyecto para todos los requisitos del proyecto dónde se detallará, para cada requisito, y acorde con el Plan de Calidad:

- los documentos que soportarán las especificaciones (documentación justificativa de diseño),
- las verificaciones, y
- las validaciones de cada requisito,

Para cada documento deberá indicarse:

- Nombre que tendrá el documento, y la fecha estimada de entrega,
- Control de fechas y versiones, de los documentos entregados,
- Estado de la revisión y aceptación definitiva del documento

La Matriz de Trazabilidad será un archivo xlsx (MS-Excel), listo para sincronizarse con la herramienta de gestión de requisitos de FGC.

Se deberá mantener y compartir con FGC con una periodicidad mensual.

**TCAMP-RQSS-15693 – Listado de la documentación de Proyecto**

El Listado de la Documentación de Proyecto deberá incluir:

- el control de fechas y versiones de los documentos,
- proceso de revisión y
- aceptación definitiva de los documentos.

**TCAMP-RQSS-15212 – Listado de puntos de seguimiento**

El Listado de Puntos de Seguimiento deberá recoger en forma de tabla con hitos de fechas las actividades no productivas del proyecto y, especialmente, las relacionadas con entregas de documentación, como mínimo:

- Muestras/ Prototipos,
- Planning detallado de los trabajos,
- Documentos previos de Calidad,
- Plan de Auditorías,
- Lista de Planos,
- Lista de Proveedores y subcontratistas,
- Manuales.

A cada punto se le asignará una fecha objetivo de cumplimiento y un responsable.

**TCAMP-RQSS-14930 – Alcance homologación y certificación**

Los procesos de homologación, certificación y autorización de las UT deberán estar incluidos en alcance del proyecto.

**TCAMP-RQSS-14354 – Recepción de las UT**

Para la recepción provisional de las UT:

- Se deberá entregar una copia de los Expedientes Técnicos a FGC (incluye el expediente de seguridad)
- Se deberá entregar el expediente de calidad de la UT (referencias y pruebas componentes críticos)
- Se deberá entregar el informe correspondiente al cumplimiento de las pruebas tipo (1a UT) o serie (resto serie)
- Realizar los kilómetros mínimos

La recepción provisional de cada UT estará avalada por medio de la respectiva Acta de Recepción Provisional.

La recepción definitiva se realizará una vez concluya el plazo de garantía, mediante la firma del Acta de Recepción Definitiva por ambas partes (FGC y Adjudicatario).

TCAMP-RQSS-29510 – Quilometraje mínimo para la recepción provisional

Para que una UT pueda proceder a su recepción provisional deberá circular un mínimo de 1.000 km sin presentar averías relevantes en servicio.

## 3.2 Calidad

### 3.2.1 Gestión

TCAMP-RQSS-14375 – Calidad. Gestión de la calidad

La Gestión de la calidad del proyecto tiene por objeto garantizar que a lo largo de toda la construcción de un tipo de vehículo, dicha construcción se efectúe de conformidad a:

- los requisitos de FGC,
- las especificaciones técnicas vigentes y
- de acuerdo al estado del arte;

de modo que permita disponer de un vehículo que funcione en las condiciones óptimas de seguridad, fiabilidad y mantenibilidad.

TCAMP-RQSS-14583 – Calidad. Plan de Calidad de la Gestión del Proyecto

El Adjudicatario deberá elaborar un **Plan de Calidad de la Gestión del Proyecto**, en el que se describan las acciones y las sistemáticas concretas que se realizarán con el fin de asegurar los objetivos de calidad del proyecto.

El alcance del Plan de Calidad de la Gestión del Proyecto es la totalidad del Contrato. Deberá abarcar todos los métodos (auditorías, PPI, indicadores, gestión de recursos, trazabilidad, etc.) en todas y cada una de sus fases (diseño, fabricación, pruebas, garantía, postventa, etc.) e implicar a todos los actores involucrados en el proyecto (suministradores, organización humana, etc.).

FGC podrá solicitar registros del sistema de gestión de calidad a cualquiera de las partes implicadas en el proyecto.

El Plan de Calidad de la Gestión del Proyecto también deberá formar parte del Plan de Auditorías.

El Plan de Calidad de la Gestión del Proyecto deberá ser aprobado por FGC.

TCAMP-RQSS-31420 – Calidad. Reuniones subcontratistas

El Adjudicatario deberá facilitar a FGC asistir a reuniones con los subcontratistas en cualquier fase del Proyecto que FGC solicite.

TCAMP-RQSS-31423 – Calidad. Gestión de Incidencias Informatizada

El Adjudicatario deberá proporcionar a FGC una Aplicación Informática de Gestión de Incidencias (ITS *Issue Tracking System*) tipo *Service Desk*, que dé trazabilidad y visibilidad al seguimiento de las incidencias y su resolución.

Para este requisito se entiende por 'incidencia' todos aquellos bugs de software, comentarios de diseño, denuncias de mejora, etc. a partir del inicio de las pruebas, y hasta fin de garantía.

El ITS deberá permitir, para cada incidencia, definir como mínimo los siguientes atributos:

- categoría



- fecha de creación
- asignación de área responsable
- fecha prevista de resolución
- estado de la incidencia
- versión de modificación prevista para su resolución
- urgencia y criticidad de la incidencia
- usuarios a ser comunicados por los avances de la incidencia

El ITS deberá permitir la agrupación y filtraje por cualquiera de los atributos.

El ITS deberá permitir a FGC generar incidencias, y visualizar su seguimiento.

El Adjudicatario deberá gestionar y actualizar las incidencias del ITS, y las operaciones de actualización y mantenimiento del sistema en general.

El Adjudicatario deberá trazar las incidencias del ITS con los puntos de proyecto y las modificaciones que se derivaran.

El ITS deberá soportar tantos usuarios como FGC requiera.

El ITS deberá realizar copias de seguridad que deberán ser enviadas a FGC de forma periódica.

El Adjudicatario deberá describir las características, configuración y prestaciones del ITS en el Plan de Calidad de la Gestión del Proyecto.

El Adjudicatario deberá integrar el ITS con el Sistema de calidad del Software.

### **3.2.2 Plan de Pruebas. Inspecciones y Ensayos**

TCAMP-RQSS-14202 – Pruebas. Plan de pruebas

El fabricante deberá elaborar un Plan de Pruebas que permita garantizar que se cumplen todos los requisitos del proyecto.

El Plan de Pruebas deberá listar y relacionar cada prueba a realizar, junto a:

Del Protocolo de la prueba:

- Descripción y especificación de la prueba, a desarrollar durante el proyecto,
- Tipo de prueba (e.g. Inspección, FAI, Ensayo de Tipo, Ensayo de Aceptación)
- Ente responsable de la realización y de la aceptación

De la Realización de la prueba:

- Lugar,
- Fecha estimada,
- Documentación resultante

El Plan de Pruebas deberá incluir como mínimo todas las pruebas de:

- Inspección de las primeras unidades (FAI, First Article Inspection)
- Ensayos de Tipo
- Ensayos Individuales
- Ensayos de Aceptación

El Plan de Pruebas deberá:

- Estar organizado de acuerdo con los subsistemas presentados en este pliego.
- Abarcar, como mínimo, las inspecciones y ensayos descritos en los documentos de la licitación.
- Ser aprobado por FGC.

TCAMP-RQSS-14603 – Pruebas. Pruebas complementarias

FGC podrá exigir pruebas complementarias de cualquier tipo en caso de cambio de equipo, proceso o lugar de fabricación de cualquiera de las partes del tren.

TCAMP-RQSS-14792 – Pruebas. Protocolos de pruebas.

El fabricante deberá definir los Protocolos de las pruebas.

Cada protocolo de pruebas deberá indicar lo siguiente:

- Especificación, Norma o Procedimiento que definirá el alcance y condiciones de la prueba,
- Alcance de la prueba (e.g. muestreo, unitario, calidad concertada)
- Especificación de la Hoja de Registro de la prueba (documento que servirá de evidencia de la realización de la prueba),
- Entes responsables de la realización y de la aprobación de la prueba (e.g. Autocontrol, fabricante, contratista principal, FGC)

Observaciones:

- En función de los equipos, el protocolo de pruebas deberá definir también las pruebas de integración en la UT.
- Para cada equipo deberá definirse qué pruebas serán para la aceptación del equipo.
- Los protocolos de pruebas deberán ser aprobados por FGC.

TCAMP-RQSS-15610 – Pruebas. Ensayos. Normativa.

Todos los ensayos del Plan de Pruebas deberán realizarse de acuerdo con la EN 50215.

TCAMP-RQSS-15039 – Pruebas. Ensayos de Tipo.

Los Ensayos de Tipo tendrán por objeto:

- verificar la conformidad de la fabricación con las prestaciones máximas previstas en las especificaciones y la validez de las funciones llevadas a cabo,
- medir todas las características,

- comprobar la seguridad y la robustez en servicio,
- asegurar el cumplimiento del estado del arte habitualmente empleadas para la construcción de material rodante.

Los protocolos de Ensayos de Tipo deberán indicar los recursos de tiempo e infraestructura necesarios (vía, condiciones de alimentación, etc.),

#### TCAMP-RQSS-14214 – Pruebas. Ensayos Individuales

Las Pruebas Individuales deberán verificar la conformidad y calidad de las fabricaciones y los equipos instalados de cada UT.

Las Pruebas Individuales deberán validar la funcionalidad y prestaciones de cada UT.

En caso de duda, FGC podrá exigir pruebas complementarias que, eventualmente, podrán ser Pruebas de Tipo.

#### TCAMP-RQSS-14147 – Pruebas. Ensayos de Aceptación.

Las Pruebas de Aceptación deberán garantizar:

- la validación de las prestaciones requeridas,
- la puesta a punto definitiva de todos los equipos, y
- la disponibilidad de la UT para entrar en servicio.

#### TCAMP-RQSS-31421 – Pruebas. Registro datos

El Adjudicatario deberá entregar cualquier registro de datos realizado durante cualquiera de las pruebas.

Los registros de datos deberán ser enviados a FGC a la finalización de la prueba.

#### TCAMP-RQSS-31422 – Pruebas. Registro datos subcontratistas

El Adjudicatario deberá garantizar que los subcontratistas proporcionen a FGC cualquier registro de datos realizado por el subcontratista durante cualquiera de las pruebas.

Los registros de datos deberán ser enviados a FGC a la finalización de la prueba.

### 3.2.3 Auditorías

#### TCAMP-RQSS-15002 – Auditorías. Plan de Auditorías

El Constructor adjudicatario deberá presentar, junto con su oferta, un **Plan de Auditorías** periódicas a desarrollar durante todo el periodo de duración del proyecto.

Estas Auditorías serán realizadas por el Departamento de Calidad del Constructor adjudicatario en base a un Programa de Auditoría que recogerá todos los aspectos relativos al control del cumplimiento de las especificaciones, pliegos y documentos del proyecto, tanto por parte del propio Constructor adjudicatario como de sus subcontratistas.

El Plan de Auditorías deberá ser aprobado por FGC.

TCAMP-RQSS-31419 – Auditorías. Informes subcontratistas.

El Adjudicatario deberá facilitar a FGC informes de las auditorías realizadas a sus subcontratistas.

TCAMP-RQSS-14828 – Auditorías. Recepción en origen

Corresponderá a los materiales o piezas que el adjudicatario haya solicitado a diferentes proveedores. La inspección se podrá realizar en las fábricas de dichos proveedores, quienes deberán permitir a FGC la posibilidad de realizar la inspección.

El adjudicatario deberá aportar a FGC un listado de proveedores y fábricas. Asimismo, deberá aportar a FGC, en caso de solicitud, las actas de recepción de los diferentes materiales, piezas y/o equipos.

TCAMP-RQSS-15469 – Auditorías. Inspección de la fabricación

Si bien FGC podrá realizar inspecciones a lo largo del proceso de fabricación, ensamblaje y pruebas, la responsabilidad total de la correcta ejecución del proceso será del adjudicatario.

FGC podrá realizar inspecciones del proceso empleando a su personal propio o bien contratando entidades con experiencia en el sector, que garanticen el cumplimiento de las prescripciones contenidas en el presente PPT y en la Especificación Técnica a aportar por el adjudicatario. El coste de estas inspecciones adicionales será a cargo de FGC.

El adjudicatario garantizará el acceso de FGC o de sus posibles empresas subcontratadas a sus instalaciones o a las de suministradores implicados en la fabricación de los trenes, de forma que sea posible comprobar la calidad de los productos instalados, la correcta ejecución de la fabricación y el ensamblaje, los medios humanos y materiales adecuados, etc.

Durante la visita de FGC o bien la entidad subcontratada por ésta, el adjudicatario deberá mostrar los planos, cálculos o documentos de referencia que se le soliciten para complementar la actividad presenciada. Además, en caso de ejecutarse pruebas o ensayos, deberán aportarse los protocolos de ejecución.

En caso de que FGC lo considerase necesario, podría ejecutar inspecciones y/o ensayos adicionales a los realizados por el adjudicatario. En caso de inspecciones asociadas a presencia en ensayos en laboratorios, FGC podrá escoger el laboratorio que considere adecuado. El adjudicatario deberá aportar las muestras que sean necesarias para la realización de estos ensayos adicionales. Si bien los laboratorios empleados para ensayos adicionales serán a cargo de FGC, el coste de las muestras será por cargo del adjudicatario.

En caso de que durante las operaciones de fabricación, ensamblaje o pruebas algún material, actividad y/o prueba haya sido rechazada o no conforme, deberá procederse a su reemplazo o repetición hasta su total adecuación y conformidad por parte de FGC. Este rechazo no dará derecho

al adjudicatario a prorrogar los plazos de entrega, aumentar los precios, ni a percibir indemnización alguna.

TCAMP-RQSS-15588 – Auditorías. Comprobaciones y controles a realizar sobre las UT

Cada uno de los ensayos, inspecciones y comprobaciones a realizar sobre las UT dispondrá de una Hoja de Registro sobre la que se consignarán los resultados obtenidos. Las Hojas de Registro contendrán información suficiente sobre el ensayo/comprobación a realizar (norma o Especificación de referencia, tolerancias admitidas, resultados esperados, etc.).

FGC podrá comprobar mediante la revisión de las Hojas de Registro que la UT cumple con los resultados esperados, acordes a la Especificación Técnica del adjudicatario.

La revisión de las Hojas de Registro por parte de FGC no exime al adjudicatario de la responsabilidad respecto a la calidad de las UT.

Estas Hojas de Registro deberán ser aportadas también para los procesos de evaluación de la seguridad y/o certificación de las UT.

FGC se reserva el derecho de efectuar sobre las UT controles adicionales a los incluidos en las Hojas de Registro.

TCAMP-RQSS-14575 – Auditorías. Recibir a FGC.

El adjudicatario y sus posibles subcontratistas deberán colaborar y recibir a FGC siempre que lo requiera durante la duración del proyecto

### **3.2.4 Pruebas y Autorizaciones**

TCAMP-RQSS-15619 – Pruebas UT en origen

El Plan de Pruebas a aportar por parte del adjudicatario deberá ser conforme con los requisitos exigidos por los Organismos de evaluación de la seguridad y certificación implicados en el proyecto.

Los protocolos de pruebas deben ser aportados con anterioridad por parte del adjudicatario, quien deberá aportar también, tanto a los Organismos de evaluación de la seguridad y certificación como a FGC, los protocolos de pruebas debidamente cumplimentados, junto con los Informes de ensayo, en los casos que sea aplicable.

TCAMP-RQSS-15339 – Pruebas en vía

La finalidad de las pruebas en vía es garantizar que las UT disponen de un funcionamiento correcto y acorde a la normativa aplicable, además de ser conformes con las prestaciones exigidas por FGC. El resultado de éstas deberá permitir conseguir la Autorización de Tipo.

Se iniciarán una vez se disponga de la Autorización Provisional de Circulación y el adjudicatario haya solicitado a FGC su aceptación para el comienzo de estas.

De forma previa a su inicio, el adjudicatario deberá entregar un plan de pruebas, tipo y serie, que deberá ser aprobado por los Organismos de certificación y evaluación de la seguridad, así como por FGC y deberá basarse en las disposiciones de la norma EN 50215.

Tanto los medios materiales como los medios humanos necesarios para la ejecución de las pruebas serán dispuestos y a cargo del adjudicatario.

TCAMP-RQSS-15788 – Proceso de obtención de la autorización provisional de circulación para pruebas en vía

El adjudicatario deberá tramitar con FGC las gestiones a realizar para conseguir la Autorización Provisional de Circulación que le permita la posterior realización de pruebas en vía.

El adjudicatario se responsabilizará de entregar la documentación adecuada, debidamente avalada por los Organismos de certificación y evaluación de seguridad.

### **3.2.5 Prototipos de Validación**

#### **3.2.5.1 Realidad Virtual**

TCAMP-RQSS-29671 – RV Generalidades

El Adjudicatario deberá realizar una maqueta 3D de Realidad Virtual (RV) que permita iterar y validar las decisiones de diseño claves para el desarrollo del proyecto.

El Adjudicatario deberá organizar las sesiones RV para cada iteración de diseño con las personas que FGC designe.

Será responsabilidad del Adjudicatario la gestión de espacios y equipos adecuados a los asistentes de las sesiones RV.

TCAMP-RQSS-31444 – RV Partes a validar

La Maqueta de Realidad Virtual deberá permitir validar como mínimo las siguientes partes del diseño:

- Exterior del vehículo
- Cabina de conducción
  - Distribución de los componentes, y ergonomía del conductor
  - Visibilidad del entorno operativo del tranvía.
- Interiores
  - Distribución asientos en tertulia
  - Accesibilidad
  - Espacios reservados
  - Espacios multifuncional
  - Señalética interiores

- Mantenibilidad (accesibilidad de los equipos)

#### TCAMP-RQSS-29672 – RV Fases de validación

El Sistema de validación de diseño mediante RV deberá contemplar como mínimo los siguientes fases y sesiones:

- Diseño preliminar
- Diseño intermedio
- Diseño final

#### TCAMP-RQSS-31445 – RV Plan de validaciones

El Adjudicatario deberá incluir en su Plan de Calidad de la Gestión del Proyecto, un cuadro indicando:

- Columnas: Para cada sesión RV / fase de diseño (preliminar, intermedio, final)
- Filas: Para cada parte de diseño (cabina, exteriores, zona multifuncional, etc.)
- Celdas: El nivel de madurez de los componentes a validar (fila) en cada sesión RV (columna).

### 3.2.5.2 Planta Modelo Dinámica del Sistema

#### TCAMP-RQSS-31446 – Dinámica Sistema. Generalidades

El Adjudicatario deberá elaborar y mantener a lo largo del proyecto, un Modelo de Planta del vehículo que permita realizar simulaciones y anticipar a las pruebas en vehículo, y que permita validar

- la lógica de control de velocidad,
- la dinámica del sistema;
- la gestión y control de los sistemas de tracción y freno del vehículo,
- en condiciones normales, y degradadas.

#### TCAMP-RQSS-31449 – Dinámica Sistema. Objetivo

El Modelo de Planta deberá permitir el ajuste y la validación de la programación del sistema de control cinemático del vehículo, previo a la puesta en vía del vehículo: estabilidad del sistema, estrategia y parámetros de control, repartición de esfuerzos de frenada, respuesta ante cambios de perfil y carga, comportamiento en degradados, etc.

Deberá ponerse especial atención en el análisis de los transitorios hasta alcanzar las consignas de conducción.

#### TCAMP-RQSS-31448 – Dinámica Sistema. Parámetros y Variables Entrada

El Modelo de Planta deberá considerar distintos escenarios de servicio y condiciones de uso del vehículo; que permitan simular el comportamiento del vehículo frente a estas situaciones y sus cambios, con las siguientes variables de entrada:

- Carga del vehículo

- Adherencia disponible
- Perfil de línea (e.g. pendientes, peraltes)
- Velocidad consigna (e.g. distintas velocidades, acelerar, frenar)
- Modos de freno (e.g. Urgencia, Emergencia)
- Modos degradados (e.g. equipos de tracción, BCU)

#### TCAMP-RQSS-31447 – Dinámica Sistema. Resultados

El Modelo de Planta deberá permitir simular el comportamiento dinámico (temporal) del vehículo, con las siguientes variables de salida:

- Cinemáticas
  - Distancia,
  - Velocidad,
  - Aceleración,
  - Jerk
- Energía: potencia consumida / recuperada
- Esfuerzo de tracción
- Esfuerzo de freno
  - Freno dinámico (eléctrico)
  - Freno fricción (neumático/hidráulico/etc.)
  - Freno electromagnético
- Activación de sistemas de antibloqueo

#### TCAMP-RQSS-31450 – Dinámica Sistema. Evidencias

El Adjudicatario deberá como mínimo presentar evidencias de la elaboración, evolución y validación del Modelo de Planta a lo largo del Proyecto.

#### TCAMP-RQSS-31451 – Dinámica Sistema. Informes

El Adjudicatario deberá elaborar informes de los resultados de la simulación, frente a aquellos escenarios significativos consensuados con FGC.

#### TCAMP-RQSS-31452 – Dinámica Sistema. Validación Pruebas

Tras la realización de las pruebas con el vehículo, el Adjudicatario deberá comparar en sus informes de pruebas, las mediciones de las pruebas con el resultado de las simulaciones.



### 3.2.6 Sistema de Gestión de Calidad del Software

TCAMP-RQSS-31414 – Calidad Software. Normativa.

El software de todos los dispositivos embarcados del Proyecto deberá ser desarrollado de acuerdo con un Sistema de Gestión de Calidad del Software, conforme con la EN 50128 ó la EN 50657.

TCAMP-RQSS-31491 – Calidad Software. Fases Gestión Calidad Software

El Sistema de Gestión de Calidad del Software deberá contemplar y describir los hitos y documentación asociada de como mínimo las siguientes fases:

- Planificación del proyecto
- Definición del sistema
- Diseño software
- Validación de la instalación en instalaciones del fabricante.
- Validación en instalaciones FGC. Pruebas que no se pueden realizar en las instalaciones del fabricante.
- Validación instalaciones FGC (pruebas en vía). Entregar de SW versionada.
- Periodo de garantía

TCAMP-RQSS-29615 – Plan de Calidad del Software

El Adjudicatario deberá entregar un **Plan de Calidad del Software**. En este plan deberán describirse las evidencias que el Adjudicatario presentará a FGC, para cada fase del proyecto, para demostrar el seguimiento del Sistema de Gestión de la Calidad del Software, acorde con la norma.

El plan de calidad del software describe las actividades de monitorización y gestión de la calidad del software durante el proyecto, tanto a nivel de proceso como de producto. El plan de calidad debe incluir al menos lo siguientes puntos:

- Debe incluir el modelo de ciclo de vida de desarrollo del software que se va a utilizar a lo largo del proyecto donde se estructure el desarrollo en fases y las diferentes actividades a realizar estén definidas. Por cada actividad se deben identificar los criterios de entrada y salida, las principales actividades, así como las entidades responsables de cada actividad.
- Por cada sistema debe incluirse un organigrama donde se detallen las personas concretas que se van a encargar de realizar cada tarea dentro del proyecto: jefe de proyecto, diseño, integración y testing acorde con normativa (independencia de roles dependiendo del SIL).
- Debe referenciar a los documentos de
  - gestión de la configuración,
  - gestión del cambio,
  - plan de verificación,
  - plan de validación y

- plan de gestión de la ciberseguridad.
- Debe contener la estructura de la documentación que se va a realizar.
- Debe explicarse cómo se va a realizar el seguimiento y la trazabilidad de las desviaciones que surjan durante el proyecto.
- Dependiendo del SIL, se tendrán que aplicar una serie de métodos, medidas y herramientas recogidas en el anexo A de la norma EN 50128.
- Se deben detallar las razones de técnicas alternativas cuando no se utilicen medidas de las altamente recomendables (HR).

El Plan de Calidad del Software deberá ser aprobado por FGC.

#### TCAMP-RQSS-31495 – Calidad Software. Alcance

El Sistema de Gestión de la Calidad del Software, y en particular el Plan de Calidad del Software y los requisitos que se describen en este pliego, aplican a todo el software que forme parte del alcance del Proyecto; independientemente de si el software ha sido desarrollado, COTS (*Commercial Off-The-Shelf*) o proporcionado por el Adjudicatario, o por cualquiera de las empresas subcontratadas dentro del alcance del proyecto.

#### TCAMP-RQSS-29616 – Calidad Software. Evidencias.

El Adjudicatario deberá presentar tantas evidencias como FGC solicite conforme se están siguiendo los procesos descritos en las normas de aplicación al desarrollo de software.

### 3.2.6.1 Documentos del Sistema de Gestión de Calidad del Software

#### TCAMP-RQSS-31468 – Documentos Software. Ciclo Vida Desarrollo.

El **Ciclo de vida de Desarrollo de Software** deberá indicar fases e hitos de control y documentación clave para realizar el seguimiento del desarrollo de software.

#### TCAMP-RQSS-31469 – Documentos Software. Plan de gestión de la configuración

El **plan de gestión de la configuración** define los métodos y herramientas aplicados para la gestión física y funcional de los elementos de configuración. Entre los elementos bajo el control de la gestión de la configuración se encuentran todos los elementos relativos al SW (código fuente, binarios, documentación SW, etc), que deben someterse a este control desde la publicación de la primera versión.

La gestión de la configuración del software es una técnica que se utiliza a lo largo del desarrollo. Requiere que se registre la producción de las versiones de cada parte significativa a entregar y las relaciones entre las diferentes versiones de las partes a entregar.

El plan de gestión de la configuración debe incluir al menos lo siguientes puntos:

- Se deben identificar los elementos que deben estar bajo el control de la gestión de la configuración y definir las actividades y tareas para gestionar la configuración durante el proyecto.
- Debe considerar la configuración del desarrollo del sw así como el entorno de desarrollo del sw durante el ciclo de vida completo.
- Debe incluir la gestión de la trazabilidad entre los diferentes elementos
- Debe incluir los responsables de definir y mantener la integridad de los elementos configurados

#### TCAMP-RQSS-31470 – Documentos Software. Plan de gestión del cambio e incidencias

En el **plan de gestión del cambio e incidencias** se define el proceso a seguir para reportar, evaluar y realizar seguimiento de las peticiones de cambio e incidencias durante el proyecto. Debe incluir:

- El proceso a seguir para informar, hacer seguimiento y resolver problemas.
- Análisis de la información recogida en los informes de problemas para identificar sus causas
- Cómo llevar a cabo la aplicación de controles para garantizar que se han adoptado acciones correctivas y que son efectivas
- Análisis de impacto: debe indicar la reverificación y revalidación necesaria para la modificación. Si hay múltiples modificaciones se debe valorar el impacto acumulado.

Este plan debe contener el proceso que sigue internamente el fabricante, así como el que va a seguir para la gestión del cambio e incidencias a partir de que se ha validado el sistema.

#### TCAMP-RQSS-31471 – Documentos Software. Plan de verificación

El **plan de verificación software** recoge todas las actividades de verificación que se llevan a cabo durante el ciclo de vida del proyecto:

- Debe documentar todos los criterios, técnicas y herramientas que se vayan a usar en el proceso de verificación justificando la elección. La elección tiene que correlacionarse con el nivel de SIL del sistema SW.
- 
- Describir las actividades que se van a realizar para garantizar la corrección y coherencia de las entradas de cada fase: revisión, ensayos y la integración. A su vez, se debe incluir la documentación de salida a generar una vez realizadas las actividades de verificación.
- Se debe especificar los roles y responsabilidades del personal implicado en el proceso de verificación
- Grado de cobertura de los ensayos funcionales que es necesario realizar

## TCAMP-RQSS-31472 – Documentos Software. Plan de validación

El **plan de validación software** comprende las actividades, estrategias y técnicas que se van a usar en el transcurso del proyecto para realizar las tareas de validación.

Debe incluir la estrategia de validación elegida y justificación según el nivel de integridad de seguridad del software cuando aplique. La justificación debe contener el tipo de técnicas utilizadas y el tipo de pruebas a realizar teniendo en cuenta el nivel del SIL de cada sistema SW.

## TCAMP-RQSS-31473 – Documentos Software. Plan de gestión de la ciberseguridad

El **plan de gestión de la ciberseguridad software** aborda las actividades a llevar a cabo relativas a la gestión de la ciberseguridad (en cumplimiento con la norma 50701:2021). Debe incluir como mínimo las siguientes actividades:

- relativas a la gestión de la ciberseguridad: organigrama (roles y responsabilidades en cuanto a las actividades de ciberseguridad), protección de la información (clasificación de los datos, acceso y transferencia) e hitos clave durante el proyecto.
- En el contexto de la ciberseguridad: descripción del sistema en consideración (SUC), objetivos y entorno de amenaza
- En cuanto a la gestión del riesgo: descripción de la metodología de evaluación del riesgo, definición de parámetros de probabilidad, definición de niveles de riesgo y criterio de aceptación, periodicidad de actualizaciones de la evaluación del riesgo
- Definición del ciclo de vida de desarrollo seguro
- Aseguramiento y aceptación de la ciberseguridad: actividades y procesos de verificación de aplicaciones de ciberseguridad a realizar
- Gestión de vulnerabilidades y errores de ciberseguridad

## TCAMP-RQSS-31475 – Documentos Software. Definición arquitectura SW del tren

En el documento de **definición de la arquitectura SW** se describe el diseño y desarrollo de la arquitectura SW del tren a implementar. El contenido mínimo a incluir debe contener:

- La definición de las interfaces entre los diferentes sistemas que compone el tren.
- Redes TCMS o OMTS

## TCAMP-RQSS-31476 – Documentos Software. Definición arquitectura del sistema

En el documento de **definición de la arquitectura del sistema** se describe el diseño y desarrollo de cada sistema a implementar. El contenido mínimo a incluir debe contener:

- la estrategia para el desarrollo del software dentro del alcance requerido por el nivel de integridad de seguridad del software.

- Información detallada sobre cada interfaz con otros sistemas. Al menos debe incluir: descripción intercambio de información, detalle de los elementos hardware de origen y destino, canal físico de transmisión de la información, si la comunicación es uni o bidireccional, protocolo de comunicación utilizado y estrategia de seguridad.
- Para sistemas complejos como TCMS, ATP y ATO se deben identificar todos los componentes software así como su nivel SIL y sus condiciones de validación. Los componentes software deben cubrir un subconjunto definido de requisitos del software y deben estar identificados de manera que puedan ser versionados de manera independiente dentro del sistema de gestión de la configuración

#### TCAMP-RQSS-31477 – Documentos Software. Especificación de requisitos sistema

La **Especificación de requisitos software del sistema** tiene como finalidad establecer los requisitos funcionales, no funcionales, de robustez, mantenibilidad, seguridad, etc de un sistema así como las distintas integraciones con otros sistemas. Además:

- Deben expresarse y estructurarse de forma que la especificación sea: clara, precisa, inequívoca, verificable, sometible a ensayo, mantenible, trazable y realizable.
- Se debe indicar el nivel de seguridad del software dentro de los requisitos.

#### TCAMP-RQSS-31478 – Documentos Software. Especificación de pruebas de sistema

La **especificación de ensayos de pruebas de sistema** describe los casos de prueba a ejecutar para verificar la correcta implementación de los requisitos de sistema. Este documento debe incluir:

- Objetivos de los ensayos y los tipos de ensayos a realizar
- Debe identificar los casos de ensayos, datos de ensayos y resultados previstos.
- Criterios de los ensayos que servirán para juzgar la consecución o no del ensayo así como los grados de cobertura de los ensayos a alcanzar
- Roles y responsabilidades del personal implicado en el proceso de ensayo
- Requisitos cubiertos por la especificación del ensayo
- Debe seleccionar técnicas y medidas de entre la tabla A.7 de la norma 50128. La combinación seleccionada debe justificarse.
- Se debe indicar el grado de cobertura de requisitos que se pretende alcanzar con respecto a las pruebas a realizar para cada fase
- Se debe justificar la necesidad de realización de pruebas en FGC antes de las pruebas tipo/serie

#### TCAMP-RQSS-31479 – Documentos Software. Especificación de pruebas de integración entre sistemas

La **especificación de ensayos de integración entre sistemas** debe satisfacer los requisitos de sistema referidos a integración entre diferentes sistemas.

Este documento debe incluir:

- Objetivos de los ensayos y los tipos de ensayos a realizar
- Debe identificar los casos de ensayos, datos de ensayos y resultados previstos.
- Criterios de los ensayos que servirán para juzgar la consecución o no del ensayo así como los grados de cobertura de los ensayos a alcanzar
- Roles y responsabilidades del personal implicado en el proceso de ensayo
- Requisitos cubiertos por la especificación del ensayo
- Debe seleccionar técnicas y medidas de entre la tabla A.7 de la norma 50128. La combinación seleccionada debe justificarse.
- Se debe indicar el grado de cobertura de requisitos que se pretende alcanzar con respecto a las pruebas a realizar para cada fase
- Se debe justificar la necesidad de realización de pruebas en FGC antes de las pruebas tipo/serie

#### TCAMP-RQSS-31480 – Documentos Software. Listado sistemas software

El listado software es un documento donde aparece toda la información de partida sobre el software que va a incorporar cada sistema que se va a implementar en el tren, así como los programas para acceder los dispositivos del tren, incluidos software de terceros (COTS). Este listado es el que luego se incluirá en el catálogo de productos software:

- La clasificación de partida coincide con la presentada en el catálogo de productos.
- Se debe poder importar a una base de datos.

#### TCAMP-RQSS-31481 – Documentos Software. Matriz de trazabilidad software

Durante el proyecto se contará con una **matriz de trazabilidad del software** que se incluirán en un único documento por cada sistema. Se trata de un documento vivo que se irá actualizando durante la consecución del proyecto.

El objetivo de este documento es tener una visión global (con la tabla del resumen introductorio) y detallada (matriz de trazabilidad) del estado de validación de cada sistema

#### TCAMP-RQSS-31482 – Documentos Software. Especificación de requisitos de software

El documento de **requisitos del software** se realiza a partir de la definición de los requisitos del sistema. Este documento debe recoger los aspectos de funcionalidades, robustez y mantenibilidad, seguridad, eficiencia, usabilidad y portabilidad del software. Además:

- Deben expresarse y estructurarse de forma que la especificación sea: clara, precisa, inequívoca, verificable, sometible a ensayo, mantenible y realizable. Los requisitos software deben ser trazables hasta los requisitos de sistema y, a su vez, todos los requisitos software deben estar trazados a requisitos de sistema
- Se debe indicar el nivel de seguridad del software dentro de los requisitos. También se debe identificar claramente cualquier función relacionada con la seguridad que se requiera realice el software.

- Deben apoyarse en las técnicas y medidas de la tabla A.2 de la norma 50128 en caso de afectar a la seguridad.

TCAMP-RQSS-31483 – Documentos Software. Especificación pruebas del software

La **especificación de ensayos de pruebas del software** describe los casos de prueba a ejecutar para verificar la correcta implementación de los requisitos software.

Este documento debe incluir:

- Objetivos de los ensayos y los tipos de ensayos a realizar
- Debe identificar los casos de ensayos, datos de ensayos y resultados previstos.
- Criterios de los ensayos que servirán para juzgar la consecución o no del ensayo así como los grados de cobertura de los ensayos a alcanzar
- Roles y responsabilidades del personal implicado en el proceso de ensayo
- Requisitos cubiertos por la especificación del ensayo
- Debe seleccionar técnicas y medidas de entre la tabla A.7 de la norma 50128. La combinación seleccionada debe justificarse.
- Se debe indicar el grado de cobertura de requisitos que se pretende alcanzar con respecto a las pruebas a realizar para cada fase
- Se debe justificar la necesidad de realización de pruebas en FGC antes de las pruebas tipo/serie

TCAMP-RQSS-31484 – Documentos Software. Manual de operación

El **manual de operación software** debe contener toda la información necesaria para poder instalar, configurar y usar el sistema software

TCAMP-RQSS-31485 – Documentos Software. Informes de pruebas

Los **informes de pruebas** recogen los resultados de los ensayos realizados. Los informes pueden ser de pruebas de software, pruebas integración (con otros sistemas), del sistema y pruebas de regresión. Los requisitos mínimos que deben contener los informes son los siguientes:

- deben realizarse declarando los resultados de todos los ensayos y deben precisar si se han cumplido los objetivos y criterios de sus respectivas especificaciones de pruebas. Si se produce un fallo, se deben registrar sus circunstancias en el informe.
- Debe indicar de manera exhaustiva la línea base (versiones de especificación de requisitos, pruebas, sw, etc contra las que se han ejecutado las pruebas) del software que ha sido validada
- Debe contener una matriz de trazabilidad donde aparezcan los resultados de cada prueba contra los requisitos que valida, así como la versión de software contra la que se han realizado cada una de las pruebas.

#### TCAMP-RQSS-31486 – Documentos Software. Informe de validación

El **informe de validación** recoge las evidencias de la realización de las actividades establecidas en el Plan de Validación. En él se debe indicar si se han cumplido los objetivos y criterios marcados y justificar las desviaciones respecto al plan y su impacto (criticidad). Además,

- Debe indicar de manera exhaustiva la línea base (versiones de especificación de requisitos, pruebas, sw, etc contra las que se han ejecutado las pruebas) del software que ha sido validada
- Identificar los errores conocidos en el software y el impacto en el uso del mismo
- Resumir los resultados de las pruebas. Además debe proporcionar una evaluación de la cobertura de los ensayos con respecto a la especificación de requisitos.
- Debe contar con la confirmación de que cada combinación de técnicas y medidas seleccionadas de acuerdo con el anexo A de la norma 50128 es apropiada para el SIL del software.
- Las discrepancias encontradas, incluidos errores detectados o no conformidades con la 50128 o con cualquier requisito o plan relativo al software, así como restricciones y limitaciones, deben quedar claramente identificadas en un apartado separado.

#### TCAMP-RQSS-31487 – Documentos Software. Nuevas versiones

Cuando cada se termina la validación de cada sistema en FGC, empieza el control de versiones y entregas a FGC.

Una nueva versión de software de un sistema está justificada por la resolución de errores encontrados o una nueva funcionalidad durante el desarrollo del proyecto.

Con cada nueva versión se deberán realizar los siguientes entregables:

- Análisis de impacto
- Release note
- Informe de pruebas de regresión

#### TCAMP-RQSS-31488 – Documentos Software. Análisis de impacto

El **análisis de impacto** es un documento donde, a partir de un error encontrado, se analiza a qué requisitos afecta, además de a los que ya está trazado la prueba en concreto donde se ha encontrado el error.

Una vez se detectan los requisitos a los que afecta se deben elegir las pruebas a reejecutar para poder dar por validado todos los requisitos que se han visto afectados.

Por otro lado, si fuera necesario, se deben crear nuevos casos de prueba.

#### TCAMP-RQSS-31489 – Documentos Software. Release note

El documento **release note** se publica cuando el sistema está en desarrollo o en estado de pruebas. Para los sistemas que ya están en periodo de garantía, es un documento que se deberá entregar cada vez que un error se corrige o se hace una mejora en el producto. Los requisitos mínimos que debe contener este documento son:



- Los errores detectados y corregidos
- Nivel de cumplimiento de los requisitos
- Nuevas funcionalidades añadidas
- Referencia tanto al análisis de impacto como al informe de pruebas de regresión ejecutado.

TCAMP-RQSS-31490 – Documentos Software. Informe de pruebas de regresión

El **informe de pruebas de regresión** recoge los resultados de las pruebas realizadas después de solucionar un error encontrado.

El contenido mínimo deberá ser el mismo que para los **informes de pruebas**.

### 3.2.7 Documentación

#### 3.2.7.1 Formato y organización de la documentación

TCAMP-RQSS-15323 – Comentarios a la Documentación

Para todo documento sujeto a comentarios, el Adjudicatario deberá acompañar el documento de una Hoja de Comentarios que permita trazar los comentarios realizados y sus respuestas con el documento, sus versiones, y sus resoluciones. Todos los comentarios a la documentación deberán realizarse y resolverse mediante Hojas de Comentarios.

En cualquier documentación entregada, FGC dispondrá de un plazo de 30 días para realizar comentarios.

El Adjudicatario debe resolverlos y corregirlos si fuera necesario en un plazo de 30 días.

La corrección de errores u omisiones por parte del Adjudicatario no dará lugar a aumentos de precio, de plazos contractuales, ni derecho a percibir indemnización alguna.

FGC no estará obligado a la recepción de las UT en caso de que no se hayan realizado las correcciones oportunas.

TCAMP-RQSS-31413 – Documentación Técnica Definitiva. Formato editable.

Toda la Documentación Técnica Definitiva deberá entregarse además en un formato de archivo que permita a FGC la realización de modificaciones futuras a través de un formato editable.

TCAMP-RQSS-31412 – Documentación. Idioma

Toda la documentación entregada a FGC deberá estar en catalán, nivel acreditado, adecuado al tipo de documento.

Podrán excluirse de este requisito:

- Datasheets y certificados de equipos
- Documentos provisionales
- Correos electrónicos, y comentarios a documentos.

- Otra documentación expresamente aprobada por FGC.

#### TCAMP-RQSS-15213 – Documentación. Propiedad Intelectual.

La propiedad intelectual de la documentación técnica pasará a ser propiedad de FGC.

FGC podrá distribuirla, publicarla en futuras licitaciones o realizar modificaciones para mantener el expediente técnico del tren actualizado.

#### TCAMP-RQSS-15425 – Documentación. Archivos PDF

La documentación en formato PDF deberá generarse de acuerdo con los siguientes requisitos:

- Versiones aceptadas: PDF 1.4 a 1.7
- Crear una tabla de contenidos (TOC) si el documento tiene 5 páginas o más.
- Generar Bookmarks a los capítulos, apartados y referencias significativas del documento.
- Todos los textos de la documentación deben ser seleccionables e identificados por el buscador.
- Todas Las firmas deberán ser electrónicas.
- No tener activada ninguna configuración de seguridad, encriptación, ni protección con contraseña, exceptuando las funcionalidades inherentes en la firma electrónica.
- Todas las fuentes de letras utilizadas deben estar incrustadas
- El archivo PDF no debe contener:
  - Comentarios ni anotaciones
  - JavaScript ni contenidos dinámicos
  - Archivos adjuntos
- Los documentos de origen vectorial (e.g.: planos y esquemas) deberán conservar el carácter vectorial en su versión en PDF.
- Mantener la resolución de las imágenes entre 300 dpi y 600 dpi
- Los documentos digitalizados o escaneados deberán tener una resolución mínima de 300 dpi y activar la función OCR.

#### TCAMP-RQSS-14914 – Documentación. Gestor Documental

El Constructor deberá mantener toda la documentación requerida en un sistema de Gestión Documental (ECM, Enterprise Content Manager) accesible a las personas que FGC designe.

Se priorizará la publicación de los documentos en el ECM por encima del envío de documentos.

El ECM deberá estar actualizado por el Constructor, y disponible para FGC, desde la firma del contrato hasta la finalización del período de garantía.

A la finalización del período de garantía del Proyecto, el Constructor deberá facilitar la exportación de la documentación del ECM del proyecto, al ECM de FGC.

### 3.2.7.2 Descripción de documentos

#### TCAMP-RQSS-31376 – Plan de Entrega de Documentación

El Adjudicatario deberá elaborar un **Plan de Entrega de Documentación**, en el que se listará y planificará la entrega de toda la documentación a incluir en el Dossier Técnico del Proyecto.

El Plan de Entrega de Documentación deberá ser aprobado por FGC.

#### TCAMP-RQSS-31410 – Plan de Documentación

El Adjudicatario deberá elaborar un **Plan de Documentación**, en el que especificará las características y formatos de todos los documentos a ser entregados a FGC. Deberá describir, como mínimo:

- Sistema numeración y nomenclatura de los documentos
- Plantillas de formato para cada tipo de documento
- Esquema básico de contenidos para cada tipo de documento
- Tratamiento de estilo de logotipos FGC

El Plan de Documentación deberá ser aprobado por FGC.

#### TCAMP-RQSS-15014 – Dossier Técnico del Proyecto

El proyecto deberá contar con la documentación (**Dossier Técnico del Proyecto**) que permita comprender la concepción técnica y el diseño, y garantizar que las UT cumplen con las prestaciones y los requisitos fijados por FGC y todos aquellos que sean necesarios para conseguir la autorización de las UT para el servicio comercial. Durante las distintas fases del proyecto deberá aportarse:

- **Documentación Justificativa de Diseño**, que permita verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos y prestaciones.
- **Documentación Técnica Definitiva**, necesaria para el mantenimiento, reparación, localización de averías, y futuras modificaciones.
- La documentación que permita garantizar y justificar el cumplimiento de las prescripciones e instrucciones de los Administradores de Infraestructuras implicados en el proyecto.

FGC podrá solicitar documentación adicional a la incluida en el Dossier Técnico del Proyecto, en caso de que lo estime conveniente.

#### TCAMP-RQSS-14870 – Documentación Justificativa del Diseño

La Documentación Justificativa de Diseño, deberá:

- Incluir toda la documentación que permita verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos y las prestaciones en el diseño y las especificaciones del Constructor.

- Incluir la documentación que permita justificar las distintas decisiones de diseño adoptadas a lo largo de la ejecución del proyecto.
- Estar organizada por subsistema según el criterio de FGC.
- Tener en cuenta todos los requisitos técnicos solicitados en el presente PPT, y otros requisitos acordados con el suministrador.

La Documentación Justificativa de Diseño deberá incluir:

- Descriptivos y especificaciones técnicas,
- Especificaciones funcionales,
- Cálculos, análisis, simulaciones y estudios que justifiquen las especificaciones, y recogidos en descriptivos técnicos,
- Para todos los dispositivos incorporados al subsistema, certificados del subministrador, de la conformidad a las normativas requeridas,
- Matriz de trazabilidad entre los requisitos del subsistema y las especificaciones en el documento,
- Justificación de todos los aspectos RAMS,
- Justificación de los aspectos más significativos o particulares de integración a nivel de tren,
- Justificación de los aspectos de ciberseguridad (donde aplique),

Tanto los planos como las especificaciones a aportar deben incluir también las especificaciones relativas a los equipos suministrados por diferentes tecnólogos y suministradores.

La Documentación Justificativa de Diseño que deba ser entregada antes de la construcción de las UT se aportará con el tiempo de antelación suficiente como para permitir establecer modificaciones por parte de FGC. Este tiempo debe ser, como mínimo, de 30 días.

En caso de disponer de comentarios, el Adjudicatario debe resolverlos en este mismo plazo.

En casos excepcionales y bajo decisión conjunta de FGC y el adjudicatario, podría continuarse con el avance del proyecto, aun cuando los comentarios estuviesen abiertos y pendientes de resolución.

#### TCAMP-RQSS-14563 – Documentación Técnica Definitiva del Proyecto

La Documentación Técnica Definitiva del Proyecto deberá ser suficiente, en alcance y formato de los archivos, para mantener las UT a lo largo de su vida útil, incluyendo las operaciones de:

- Mantenimiento,
- Reparación,
- Localización de averías,
- Futuras modificaciones,

- Retirada del servicio,

Deberá contener como mínimo:

- Documentación de construcción
- Planos de Construcción
- Esquemas eléctricos, listado de elementos y descriptivos de funcionamiento
- Esquemas neumáticos, listado de elementos y descriptivos de funcionamiento,
- Esquema de la Red del Tren, listado de dispositivos de red
- PBS y FBS
- Software y licencias de acceso a los dispositivos, archivos de configuración y firmware de los dispositivos.
- Documentos de Explotación
- Manual de Conducción
- Manual de Limpieza Interior y Exterior
- Documentos de Mantenimiento,
- Plan de Mantenimiento
- Normas Técnicas de Mantenimiento
- Hojas de Revisión
- PBS y FBS

TCAMP-RQSS-14680 – Documentación Técnica Definitiva. Alcance y formato.

El alcance de la Documentación Técnica Definitiva será la que permita mantener las unidades de tren a lo largo de su vida.

La Documentación Técnica Definitiva deberá entregarse en archivos de fácil consulta y navegación, preferiblemente en formato PDF (Portable Document Format).

TCAMP-RQSS-15776 – Expediente Técnico

El Adjudicatario deberá aportar el expediente tipo y los expedientes individuales.

El Expediente Técnico de Tipo contendrá como mínimo:

- Dossier Técnico del Proyecto,
- Dossier de Calidad del Proyecto, Plan y Protocolos de Pruebas.
- PBS y FBS
- Documentación RAMS
- Documentación de Seguridad
- Documentos de Construcción
- Documentos de Explotación

- Documentos de Mantenimiento
- Paquete completo de SW instalados en la última versión validada en pruebas

El Adjudicatario deberá aportar un Expediente Técnico Individual, para cada UT.

El Expediente Técnico Individual contendrá como mínimo:

- Dossier de Calidad
- Listado de Equipos Instalados
- Autorización de Entrada en Servicio por el ente competente.

#### TCAMP-RQSS-15083 – Documentación. Dossier de Calidad

Deberá entregarse un Dossier de Calidad que recoja la totalidad de los registros de calidad del proyecto conforme al Plan de Pruebas:

- Inspección de las primeras unidades (FAI),
- Ensayos de Tipo
- Ensayos Individuales
- Ensayos de Aceptación,
- Pruebas adicionales, y Ensayos de Homologación, si los hubiera.

El alcance del Dossier de Calidad y de cada uno de los registros de calidad estará definido en el Plan de Calidad.

#### TCAMP-RQSS-15800 – PBS y FBS en formato BBDD

El Constructor deberá proporcionar la Estructura de Descomposición de Producto (PBS, Product Breakdown Structure) y la Estructura de Descomposición de Funciones (FBS) de la UT.

La estructura y los códigos funcionales del FBS deberán ajustarse y acordarse a los utilizados por FGC.

El Constructor deberá proporcionar adicionalmente el PBS y el FBS en formato digital preparado para ser importado al SAP de FGC.

### 3.2.7.3 Documentación en fase de Oferta

#### TCAMP-RQSS-31377 – Documentación. Codificación Oferta

El Ofertante deberá entregar toda la documentación técnica requerida en fase de oferta siguiendo la siguiente codificación en el nombre de los archivos:

TCAMP-{FABRICANTE}-{N\_GRUPO DOCUMENTOS}-{num documento}-  
{Nombre\_documento}.pdf

Donde:

- FABRICANTE : es un nombre clave del Ofertante, en mayúsculas y sin espacios.

- **N\_GRUPO DOCUMENTOS** : es el número y nombre de grupo de documentos que se especifican en este Pliego, en mayúsculas.
- **num documento** : es el número de documento que se especifica en este Pliego
- **Nombre\_documento** : es el nombre de documento que se especifica en este Pliego, la primera mayúscula, y palabras separadas por guión bajo.

TCAMP-RQSS-31378 – Documentación Oferta. 01 MEMORIA

El Oferante deberá entregar el siguiente grupo de documentos:

- Grupo de documentos: Memoria descriptiva de los sistemas del vehículo
- {N\_GRUPO DOCUMENTOS}: **01\_MEMORIA**

Documento	{Num documento}	{Nombre_documento}
Generalidades	1	Generalidades
Sostenibilidad	2	Sostenibilidad
Dossier de diseño	3	Dossier_diseno
Caja	4	Caja
Bogie	5	Bogie
Captación de Energía	6	Captacion
Dimensionado del motor	7	Motor
Circuitos principales	8	Circuitos
Esquema de principio eléctrico	9	Esquema_electrico
Esquema neumático	10	Esquema_neumatico
Esquema de la Red del Tren (TCN)	11	TCN
Arquitectura y descripción del TCMS	12	TCMS
Descripción del SAE	13	SAE
Alimentación y Auxiliares	14	Alimentacion_auxiliares

TCAMP-RQSS-31379 – Documentación Oferta. 02 PROYECTO

El Oferante deberá entregar el siguiente grupo de documentos:

- Grupo de documentos: Documentación descriptiva de proyecto

- {N\_GRUPO DOCUMENTOS}: **02\_PROYECTO**

Documento	{Num documento}	{Nombre_documento}
Organigrama de proyecto y asignación de funciones, aseguramiento funciones (planificación, calidad, etc...)	1	Organigrama
Planes descriptivos básicos de funcionamiento y organización	2	Organización
Planificación General del Proyecto	3	Planificación
Listado de Documentos y Tareas Auxiliares	4	Tareas_auxiliares
Plan de Calidad de la Gestión del Proyecto	5	Plan_calidad_proyecto
Protocolos de prueba preliminares	6	Protocolos_prueba
Ciberseguridad: Propuesta de valor del constructor; propuesta técnica y referencias de la auditoría independiente	7	Plan_ciberseguridad
Plan de Auditorias	8	Plan_auditorias
Listado de repuestos recomendados	9	Listado_repuestos
Plan de Calidad del Software	10	Plan_calidad_software
Ciclo de vida del desarrollo de Software del fabricante	11	Ciclo_vida_software

TCAMP-RQSS-31380 – Documentación Oferta. 03 RAMS

El Oferante deberá entregar el siguiente grupo de documentos:

- Grupo de documentos: **Documentación RAMS**
- {N\_GRUPO DOCUMENTOS}: **03\_RAMS**

Documento	{Num documento}	{Nombre_documento}
Gestión RAMS	1	Gestion_RAMS
Plan RAMS	2	Plan_RAMS
Análisis RAMS	3	Analisi_RAMS



Plan de Mantenibilidad	4	Plan_mantenibilidad
Estudio de mantenibilidad con justificación de los criterios de diseño y plan de frecuencias, incompatibilidades	5	Estudio_mantenibilidad
Tablas de cuantificación de costes de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo (al año, 10 años, fin de vida útil)	6	Costes_mantenimiento
Tablas de cuantificación de penosidad de las tareas	7	Penosidad_tareas
Plan de Seguridad	8	Plan_seguridad
Plan de Gestión de la Seguridad	9	Plan_gestion_seguridad
Análisis Preliminar de Riesgos (APR)	10	APR
Acreditaciones EN 50126	11	Acreditaciones

TCAMP-RQSS-31381 – Documentación Oferta. 04 PLANOS

El Ofertante deberá entregar el siguiente grupo de documentos:

- Grupo de documentos: **Documentación Planos**
- {N\_GRUPO DOCUMENTOS}: **04\_PLANOS**

Documento	{Num documento}	{Nombre_documento}
Ficha técnica	1	Ficha
Plano de inscripción en curva y accesibilidad	2	Inscripcion_curva
Plano de gálibo	3	Galibo
Plano de estructura de las cajas	4	Cajas
Plano de bogies motor y remolque	5	Bogie
Plano de equipos de techo	6	Equipos_techo
Plano de equipos bajo bastidor	7	Equipos_bajo_bastidor
Dibujo frontal	8	Dibujo_frontal
Pupitre	9	Pupitre
Plano del enganche automático	10	Engache

Plano del enganche semi-permanente	11	Semipermanente
Plano del motor de tracción	12	Motor
Plano del compresor	13	Compresor
Plano de instalación de dispositivos en vía para el SAE	14	SAE

TCAMP-RQSS-31382 – Documentación Oferta. 05 PRESTACIONES

El Oferante deberá entregar el siguiente grupo de documentos:

- Grupo de documentos: Documentación de Prestaciones
- {N\_GRUPO DOCUMENTOS}: **05\_PRESTACIONES**

Documento	{Num documento}	{Nombre_documento}
Estudio de prestaciones de tracción y simulación de recorrido	1	Simulación_recorrido
Cálculo y estudio de la protección contra impactos	2	Proteccion_impactos
Cálculo de estabilidad	3	Estabilidad
Cálculo de freno	4	Freno
Cálculo y estudio de acoplamiento y remolcado	5	Acoplamiento
Cálculo de potencia y consumo de energía	6	Consumo
Cálculo y simulación del <i>Dwell Time</i>	7	Dwell_time
Cálculo y justificación de los niveles de ruido interior y exterior	8	Ruido
Simulación de autonomía y prestaciones del vehículo con energía embarcada	9	Simulacion_prestaciones_autonomia

TCAMP-RQSS-31383 – Documentación Oferta. 06 OTROS

El Oferante deberá entregar el siguiente grupo de documentos:

- Grupo de documentos: **Otra Documentación**
- {N\_GRUPO DOCUMENTOS}: **06\_OTROS**

Documento	{Num documento}	{Nombre_documento}
Referencias de los equipos principales en servicio comercial	1	Referencias_equipos
Listado de normas	2	Listado_normas
Certificados vibraciones y EMC de los suministradores	3	Certificados_EMC
Acreditación Proyectos SAE	4	Proyectos_SAE
Gestión de la Garantía	5	Garantia
Declaración de asistencia posterior al suministro	6	Asistencia_suministro
Declaración mantenimiento tecnología	7	Declaracion_mantenimiento
Innovaciones tecnológicas y mejoras al PPT	8	Innovaciones
Lista de trabajos adicionales al PPT	9	Trabajos_adicionales
Clause by Clause Pliego Técnico	10	CbC
Sistema de iluminación	11	Iluminacion

### 3.2.7.4 Listado de documentación en fase de Ejecución

TCAMP-RQSS-31406 – Listado de documentación.

Deberá entregarse la documentación indicada en los requisitos siguientes, como muy tarde en las fechas indicadas.

TCAMP-RQSS-31384 – Listado Documentación. Prestaciones generales del tren

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Sistemas de conducción y modos de explotación	6 ~ 12 M
Velocidad, aceleración y deceleración	6 ~ 12 M
Circulación en curva	6 ~ 12 M

Dinámica de marcha	6 ~ 12 M
Confort de marcha	6 ~ 12 M
Características y calidad de vía	6 ~ 12 M
Dimensiones de las UT	6 ~ 12 M
Composición y acoplamiento	6 ~ 12 M
Remolcado	6 ~ 12 M
Cálculo horario	6 ~ 12 M
Consumo de energía	6 ~ 12 M
Averías y condiciones degradadas	6 ~ 12 M
Descripción Ambiental del Producto (EPD)	Puesta en servicio 1ª UT

TCAMP-RQSS-31385 – Listado Documentación. Vehículo

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Generalidades	6 ~ 12 M
Peso del tren	6 ~ 12 M
Gálibo del tren	6 ~ 12 M
Compatibilidad electromagnética	6 ~ 12 M
Seguridad Eléctrica	6 ~ 12 M
Instalaciones Eléctricas	6 ~ 12 M
Diseño y Acabados	6 ~ 12 M
Accesibilidad y Ergonomía	6 ~ 12 M
Seguridad frente a incendios	6 ~ 12 M
Ruido exterior e Interior	6 ~ 12 M
Resistencia al avance	6 ~ 12 M
Red del tren (TCN)	6 ~ 12 M

TCAMP-RQSS-31386 – Listado Documentación. Caja

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Estructura	6 ~ 12 M

Protección contra impactos	6 ~ 12 M
Ventanas	6 ~ 12 M
Levantamiento y Encarrilado	6 ~ 12 M
Pintura y Protección	6 ~ 12 M

TCAMP-RQSS-31387 – Listado Documentación. Puertas

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Puertas Pasaje	6 ~ 12 M
Puertas Cabina	6 ~ 12 M
Puertas Interiores	6 ~ 12 M

TCAMP-RQSS-31388 – Listado Documentación. Guiado

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Guiado	6 ~ 12 M

TCAMP-RQSS-31392 – Listado Documentación. Interiores

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Asientos	6 ~ 12 M
Asideros y Portaequipajes	6 ~ 12 M
Revestimientos interiores	6 ~ 12 M
Cabina	6 ~ 12 M
Espacio multifuncional	6 ~ 12 M
Piso	6 ~ 12 M
Dotación	6 ~ 12 M

TCAMP-RQSS-31396 – Listado Documentación. Clima

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Climatización de pasajeros	6 ~ 12 M
Climatización de cabina	6 ~ 12 M

## TCAMP-RQSS-31400 – Listado Documentación. Iluminación y señalización

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Iluminación interior	6 ~ 12 M
Iluminación exterior	6 ~ 12 M
Señalización acústica	6 ~ 12 M

## TCAMP-RQSS-31401 – Listado Documentación. Suministro de energía

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Suministro de energía eléctrica	6 ~ 12 M
Sistema neumático	6 ~ 12 M

## TCAMP-RQSS-31402 – Listado Documentación. Propulsión y Freno

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Tracción y freno eléctricos	6 ~ 12 M
Freno neumático	6 ~ 12 M

## TCAMP-RQSS-31403 – Listado Documentación. Registrador Jurídico

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Registrador Jurídico	6 ~ 12 M

TCAMP-RQSS-31397 – Listado Documentación. Información y Comunicaciones

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Sistema de Información a los viajeros	6 ~ 12 M
Videovigilancia CCTV	6 ~ 12 M
Comunicaciones Tren-Tierra	6 ~ 12 M
Red Viajeros	6 ~ 12 M
Sistema Cuenta Personas	6 ~ 12 M

TCAMP-RQSS-31398 – Listado Documentación. Control del tren

Listado de Documentación	Fecha de entrega
TCMS. Descripción del sistema	6 ~ 12 M
TCMS. Descripción del HMI	6 ~ 12 M
TCMS. Listado y descripción de las alarmas	6 ~ 12 M
Software TCMS. Análisis funcional del sistema	6 ~ 12 M
Software TCMS. Arquitectura del sistema.	6 ~ 12 M
Software TCMS. Especificación del Software	6 ~ 12 M
Software TCMS. Diccionario de objetos del TCMS	6 ~ 12 M

TCAMP-RQSS-31399 – Listado Documentación. Acoplamiento y Conexión

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Enganches	6 ~ 12 M
Pasillos e Interconexiones	6 ~ 12 M

TCAMP-RQSS-31393 – Listado Documentación. Seguridad de la marcha

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Protección continua de sobrevelocidad y rebase	6 ~ 12 M
Lazos de seguridad	6 ~ 12 M
Supervisión de la seguridad y del control	6 ~ 12 M

TCAMP-RQSS-31394 – Listado Documentación. Calidad y Planes Ejecutivos

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Plan de Documentación	3 M
Plan de Calidad de la Gestión del Proyecto	4 M
Plan de Auditorías	12 M
Programa de Puntos de Inspección (PPI)	8 M
Plan de Pruebas	12 M
Matriz de Trazabilidad	12 M+fases proyecto
Protocolos de Pruebas. Ensayos de Tipo a equipos	12 M
Protocolos de Pruebas. Ensayos de Tipo en fábrica	15 M
Protocolos de Pruebas. Ensayos de Tipo en vía, 1er tren (preliminar)	15 M
Protocolos de Pruebas. Ensayos Individuales (preliminar)	15 M
Protocolos de Tipo e Individuales	18 M
Dosieres Finales de Calidad (1ª UT)	1ª UT
Dosieres Finales de Calidad (resto UT)	1 M al fin de las pruebas



TCAMP-RQSS-31395 – Listado Documentación. RAM

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Informe RAM	12 M
Plan RAM	6 M
Reportes de desempeño RAM	Mensual des de 1ª UT

TCAMP-RQSS-31389 – Listado Documentación. Seguridad

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Plan de Gestión de la Seguridad (definitivo)	6 M
Plan de Evaluación Independiente de la Seguridad	6 M
Análisis Preliminar de Riesgos (APR) (definitivo)	4 M
Análisis de los Modos de Error, sus Efectos y Criticidades (AMFEC)	6 M
Análisis del Árbol de Fallas (FTA)	12 M
Análisis de Riesgos debidos a la operación y soporte (O&SHA)	12 M
Asignación del SIL	6 M
Demostración del SIL	12 M
Registro de peligros (Hazard Log) (preliminar)	12 M
Registro de peligros (Hazard Log) (definitivo)	Actualizadas con cada revisión de diseño des de oferta hasta 1ª UT
Lista de requisitos de seguridad exportados	1 M antes del Caso de Seguridad Intermedio – Previo a las pruebas dinámicas y/o del Caso de Seguridad Final

Lista de los Equipos Críticos para la Seguridad	12 M
Safety Case (Preliminar)	12 M
Safety Case (Intermedio)	2 M antes inicio pruebas dinámicas
Safety Case (Final)	Puesta en servicio 1ª UT
Actas de conformidad de cada unidad	3 semanas antes de la puesta en servicio

TCAMP-RQSS-31390 – Listado Documentación. Calidad del Software

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Ciclo de vida de desarrollo del fabricante	6 M
Plan de Calidad SW	6 M
Plan de gestión de la configuración SW	12 M
Plan de gestión del cambio e incidencias SW	12 M
Plan de gestión de la ciberseguridad SW	12 M
Plan de Verificación SW	12 M
Plan de Validación SW	12 M
Listado sistemas SW (versión preliminar)	12 M
Tabla seguimiento cobertura de requisitos y errores (versión preliminar)	18 M
Definición arquitectura SW del tren	12 M
Definición arquitectura del sistema	18 M
Requisitos del sistema (incluida ciberseguridad, seguridad, disponibilidad, etc)	18 M
Especificación pruebas del sistema (tipo, serie, etc)	18 M
Especificación pruebas de integración	18 M
Matriz de trazabilidad software	18 M
Requisitos software	18 M
Especificación pruebas del software	18 M

Informe de validación	Puesta en servicio 1ª UT
Informe de pruebas software	Puesta en servicio 1ª UT
Informe de pruebas de integración (con otros sistemas)	Puesta en servicio 1ª UT
Informe de pruebas del sistema	Puesta en servicio 1ª UT
Listado sistemas SW (versión final)	Puesta en servicio 1ª UT

TCAMP-RQSS-31391 – Listado Documentación. Ciberseguridad

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Plan de Ciberseguridad	6 M
Análisis de riesgos	6 M
Validación del sistema	1ª UT

TCAMP-RQSS-31407 – Listado Documentación. Construcción

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Listado de Planos de Construcción	15 M
Planos de Construcción	1ª UT
Esquemas Eléctricos y listado de componentes	15 M
Esquemas neumáticos y listado de componentes	15 M
Documentación de desarrollo de software y Planes de Pruebas	12 M
Dossier fotográfico	1ª UT

TCAMP-RQSS-31408 – Listado Documentación. Explotación

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Manual de Conducción (preliminar)	1ª UT
Manual de Conducción (definitivo)	1ª UT
Manual de limpieza de interiores y exteriores	1ª UT
Manual de operación y configuración del SIV	1ª UT
Manual de operación y configuración del SAE	1ª UT

TCAMP-RQSS-31409 – Listado Documentación. Mantenimiento

Listado de Documentación	Fecha de entrega
Guía de Localización de averías (preliminar)	1ª UT
Guía de Localización de averías (definitiva)	1ª UT
Manual Mantenimiento (preliminar)	12 M
Manual Mantenimiento (definitivo)	1ª UT
Normas Técnicas de Mantenimiento (preliminar)	1ª UT
Normas Técnicas de Mantenimiento (definitivo)	Entrega flota
Hojas de revisión para cada visita según Plan de Mantenimiento (preliminar)	1ª UT
Hojas de revisión para cada visita según Plan de Mantenimiento (definitivo)	Entrega flota
Listado de repuestos recomendados (definitivo)	Entrega flota
Listado de grasas y aceites y su referencia de aplicación, ubicación y frecuencia (preliminar)	1ª UT
Listado de grasas y aceites y su referencia de aplicación, ubicación y frecuencia (definitivo)	Entrega flota
Manual de procedimientos especiales de reparación	Entrega flota
Ficha recambios y repuestos para compras (preliminar)	1ª UT
Ficha recambios y repuestos para compras (definitivo)	Entrega flota
Relación de herramientas y utillajes especiales	1ª UT
Relación de paquetes de formación para cada subsistema de UT	1ª UT
Diagrama funcional de los equipos y sistemas	1ª UT
Mantenimiento de la electrónica	1ª UT
Entradas y salidas, interconexión y diagramas funcionales internos	1ª UT

Inventario técnico de equipos y componentes	1ª UT
Libro IV: fabricante, referencia al componente del fabricante, subministrador y referencia al componente del suministrador	1ª UT y sucesivas
Listado de equipos intercambiables	1ª UT
Listado de SW, licencias, y normas de aplicación	1ª UT
Propuesta de estructura de equipos según su plan de mantenimiento para volcado en SAP	1ª UT y sucesivas

### 3.2.7.5 Documentos de explotación y mantenimiento

#### TCAMP-RQSS-15249 – Plan de Mantenimiento

El Plan de Mantenimiento deberá ser acorde con la EN 17018, EN 17023, EN 17095.

Deberá incorporar las revisiones y los cambios cíclicos de mantenimiento, y estos deben estar consolidados en un único documento.

Deberá incorporar las tareas definidas afectadas por la Seguridad Ferroviaria y las tareas con relevancia respecto a Prevención de Riesgos.

Todas las intervenciones deberán estar optimizadas en el número mínimo de revisiones.

#### TCAMP-RQSS-15026 – Normas de mantenimiento

Existirá un conjunto de Normas de Mantenimiento para cada sistema u órgano competente de la UT, que se definirán de acuerdo con FGC; en estas normas se dará una descripción resumida del órgano en cuestión, una lista de sus componentes elementales, los procedimientos de montaje y desmontaje, y la forma de realizar las operaciones de mantenimiento y reparación. Asimismo, también se incluirá el listado de útiles o utillajes necesarios para llevar a cabo cada operación de mantenimiento.

Se debe proveer a FGC de todas y cada una de las normas realizadas.

Cada una de las tareas del Plan deberá estar referenciada a su Norma de Mantenimiento.

#### TCAMP-RQSS-14365 – Material de formación

Se precisará una copia de toda la documentación utilizada para la formación de la UT tanto de la parte de Conducción como la de Mantenimiento.

### 3.2.8 Gestión de proveedores

#### TCAMP-RQSS-31454 – Listado proveedores

El Adjudicatario deberá elaborar un Listado de los Proveedores y subcontratistas en consideración para cada subsistema.

**TCAMP-RQSS-31455 – Proveedores. Contacto**

Una vez seleccionados de forma definitiva, el Adjudicatario deberá indicar la información de un contacto técnico de cada proveedor. Todo contacto con un proveedor se realizará con el conocimiento del Adjudicatario.

**TCAMP-RQSS-31456 – Proveedores. Supervisión actividades**

El Adjudicatario deberá compartir con FGC las fases de desarrollo y diseño y planificación general de las actividades de cada subcontratista.

El Adjudicatario informará periódicamente de los avances de las actividades de los subcontratistas de acuerdo con la planificación.

La planificación de actividades de los subcontratistas podrá ser supervisada y auditada por FGC; por lo que el Adjudicatario deberá organizar las reuniones de seguimiento con los subcontratistas que FGC solicite

### 3.3 Piezas de parque

TCAMP-RQSS-14561 – Alcance Piezas de Parque

Será responsabilidad del ofertante la definición y la cantidad de piezas de parque a considerar teniendo en cuenta la definición del servicio de los tranvías, la gestión del mantenimiento y posibles accidentes que puedan ocurrir.

Las Piezas de Parque se deberán entregar antes de la entrega de la última UT de la serie.

TCAMP-RQSS-14199 – Cantidades mínimas Piezas de Parque

Las Piezas de Parque mínimas consideradas por el Ofertante deberán ser las definidas en las siguientes tablas:

LISTADO DE PIEZAS DE PARQUE		
EQUIPO / ELEMENTO		CANTIDAD
1	Conjunto Pantógrafo	Para 2 UT
2	Conjunto disyuntor	Para 2 UT
3	Convertidor de tracción completo	Para 1 UT
4	Electrónica del convertidor de tracción	Para 1 UT
5	Módulos IGBT del convertidor de tracción	Para 1 UT
6	Convertidor auxiliar	Para 1 UT
7	Electrónica del convertidor auxiliar	Para 1 UT
8	Módulos IGBT del convertidor auxiliar	Para 1 UT
9	Motor de tracción	Para 1 UT
10	Conjunto Reductora	Para 1 UT
11	Baterías auxiliares	Para 1 UT
12	Manipulador de tracción	Para 1 UT
13	Resistencia de freno	Para 1 UT
14	Reactancia de filtro	Para 1 UT

LISTADO DE PIEZAS DE PARQUE		
Equipos mecánicos/neumáticos		
15	Grupo motocompresor	Para 2 UT
16	Equipo secador aire	Para 2 UT
17	Bogie motor completo (incluyendo reductora, acoplamiento, unión bogie caja corona/pivote)	Para 1 UT
18	Bogie remolque completo (con traviesa, barra torsión y unión bogie caja corona/pivote)	Para 1 UT
19	Conjunto freno mecánico (hidráulico)	Para 1 UT
20	Conjunto suspensión Primaria	Para 1 UT
22	Conjunto suspensión Secundaria	Para 1 UT
23	Kit completo de amortiguadores y bielas	Para 2 UT
24	Ejes de rueda ejes motores	Para 2 bogie
25	Ejes de rueda ejes remolque	Para 2 bogie
26	Conjunto Equipo de Clima Pasaje	Para 1 UT
27	Conjunto Equipo de Clima Cabina	Para 1 UT
28	Panel de control equipo Clima Pasaje	Para 1 UT
29	Panel de control equipo Clima Cabina	Para 1 UT
30	Enganche automático completo	Para 2 UT
31	Conjunto caja botonera enganche	Para 2 UT
32	Enganche intermedio completo	Para 2 UT
33	Conjunto Panel de freno completo	2 por familia
34	Conjunto Panel neumático auxiliar	2 por familia
35	Depósito de aire comprimido	2 por familia
36	Conjunto Pasillos de intercomunicación	Para 1 UT
37	Conjunto Salva personas	Para 1 UT



LISTADO DE PIEZAS DE PARQUE		
38	Conjunto Puerta de pasaje	Para 1 coche
39	Conjunto Puerta de cabina	Para 1 UT
40	Conjunto Puerta interior cabina	Para 1 UT
41	Conjunto mecánico-eléctrico de las puertas de pasaje	Para 2 coche
42	Conjunto estribo	Para 1 coche
43	Conjunto rampa PMR	Para 1 UT
44	Sistema limpia parabrisas	Para 2 UT
Equipos de comunicaciones i sistemas auxiliares		
45	Central de SIV	Para 2 UT
46	Monitores de sala	Para 1 UT
47	Central de CCTV	Para 2 UT
48	Cámaras CCTV	Para 1 UT
49	Caja Negra de Vídeo	Para 2 UT
50	Equipo Registrador Jurídico	Para 2 UT
51	Consola SAE	Para 2 UT
52	Sistema de retrovisión (espejos y cámaras)	Para 2 UT
53	Sistema de cuenta personas	Para 2 UT
54	Conjunto equipo WIFI	Para 2 UT
55	Conjunto comunicación tren/tierra	Para 2 UT
56	Conjunto Radiotelefonía	Para 2 UT
Recambio excepcional		
57	Conjunto testero de poliéster	Para 1 UT
58	Carenado frontal poliéster	Para 1 UT
59	Carenado lateral poliéster	Para 1 UT

LISTADO DE PIEZAS DE PARQUE		
60	Poliéster trampilla	Para 2 UT
61	Mecanismo trampilla	Para 2 UT
62	Tapa anticlimber	Para 2 UT
63	Pupitre completo	Para 1 cabina
64	Quitarreses	Para 2 UT
65	Asiento de pasaje (completo)	4 por familia
66	Asiento de maquinista	Para 1 UT
67	Ruedas	Para 4 UT
68	Cofre para baterías auxiliares	Para 1 UT

TCAMP-RQSS-15152 – Valoración Piezas de Parque

Se valorará en fase de oferta, la cantidad de algunos de los equipos principales respecto el total de la flota, según la siguiente tabla:

Equipo	Número de Piezas Parque	Equipos Total Flota	Num Piezas Parque/ /Equipos Total Flota
Conjunto Pantógrafo			
Convertidor Tracción			
Convertidor Auxiliar			
Motor de Tracción			
Bogie Motor			
Bogie Remolque			
Sistema hidráulico de freno			
Equipo de Clima de Sala			
Conjunto Equipo SAE			
Conjunto Equipo SIV			

El alcance de la tabla no establece los valores ni elementos mínimos del listado de piezas de parque, simplemente establece un criterio de valoración para la fase de oferta.

**TCAMP-RQSS-14175 – Modificación y actualización piezas parque**

En caso de ejecutar modificaciones en el material rodante, el Constructor adjudicatario deberá añadir dichas modificaciones a las piezas de parque. Esta obligación de conformidad será válida hasta el final del período de garantía contractual del material rodante, que no podrá salir de garantía hasta que FGC disponga de la totalidad de las piezas de los parques en su última versión técnica.

**TCAMP-RQSS-14839 – Duración del aprovisionamiento**

El constructor asegurará el aprovisionamiento del material a lo largo de la vida del vehículo, así como las actualizaciones que se requieran para garantizar las diferentes sustituciones.

## **3.4 Garantía y servicio postventa**

### **3.4.1 Condiciones del servicio**

TCAMP-RQSS-14531 – Garantía. Alcance servicio

El Constructor adjudicatario efectuará un seguimiento de su suministro y de sus propios suministradores, durante el tiempo total de garantía.

Durante este plazo, el Constructor Adjudicatario se obliga a lo siguiente:

- Asegurar la reparación de averías.
- Asegurar la totalidad del mantenimiento preventivo hasta el inicio del servicio comercial de cada UT.
- Sustituir las piezas que presenten defectos de fabricación tales que resulten inutilizables para el servicio al cual se hallan destinadas, o cuya naturaleza reduzca su vida útil.
- La gestión de las averías sistemáticas.

TCAMP-RQSS-14920 – Garantía. Condiciones del servicio

La obligación de garantía cubrirá el desmontaje, la sustitución, el nuevo montaje y los ensayos de las partes del suministro que resulten defectuosas.

Esta obligación se extenderá a la cobertura de los consiguientes gastos de desplazamientos, embalaje y transporte de materiales requeridos para la reparación o su sustitución.

TCAMP-RQSS-14711 – Garantía. Perjuicios del servicio

En su caso, corregirá los ajustes defectuosos y rectificará los deterioros que éstos hayan podido causar. Sustituirá, aquellas piezas cuyo desgaste sea demasiado rápido debido a una calidad inapropiada (piezas consumibles).

Estas disposiciones no se opondrán a la eventual aplicación de los siguientes artículos:

- FGC tendrá derecho a reclamar una compensación por daños y perjuicios en el caso de que, durante la reparación, la privación de uso implique un perjuicio a FGC;
- Los productos suministrados en calidad de sustitución tendrán una garantía idéntica a la prevista para la prestación inicial;
- Aunque el adjudicatario haga constar reservas con respecto a la garantía técnica o los plazos de ejecución referentes a las reparaciones y puestas a punto, estará obligado a efectuarlas, previamente a la solución del litigio,

FGC se reserva el derecho a ampliar en periodos de 6 meses en las condiciones siguientes:

- En caso de incumplimiento de las obligaciones definidas más arriba,
- Si persisten las reservas que figuren en el protocolo de recepción

- Si el adjudicatario no ha terminado, antes de que expire el plazo de garantía, las reparaciones o puestas a punto prescritas antes de la expiración de dicho plazo. el no cumplimiento de los criterios de fiabilidad y disponibilidad

Además, en el caso de productos que hayan tenido que quedar fuera de servicio para su reparación, el período de garantía se ampliará por el mismo tiempo que hayan estado fuera de servicio. Ocurrirá lo mismo con respecto las prestaciones para las cuales el contrato estipule que se ejecuten durante el periodo de garantía.

#### TCAMP-RQSS-14856 – Garantía. Seguimiento y mejora continua

El Constructor Adjudicatario deberá informar acerca de las mejoras que habría que efectuar, sobre todo, aquellas que resulten necesarias para asegurar el servicio previsto, con el intervalo de inspecciones de mantenimiento. Todas las mejoras aceptadas por FGC se ejecutarán dentro del plazo más breve posible en la totalidad de los coches, incluido el parque de recambios, y se integrarán de inmediato al conjunto de los planos.

Todos los meses, el Constructor Adjudicatario y FGC organizarán una reunión de seguimiento, durante la cual se debatirán los resultados de los objetivos de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad, y se decidirán las acciones oportunas.

También se procederá al seguimiento de las modificaciones y ensayos en curso, así como al seguimiento de las investigaciones que se estén desarrollando.

#### TCAMP-RQSS-31426 – Garantía. Integración con SAP

El Adjudicatario deberá utilizar la plataforma SAP de FGC

- la gestión de incidencias,
- avisos generales,
- órdenes de trabajo,
- disponibilidad de unidades,
- disponibilidad de piezas de parque

Siguiendo los procesos e instrucciones que FGC indique para su correcta administración y seguimiento.

#### TCAMP-RQSS-31424 – Garantía. Seguimiento Informatico Incidencias en fase Garantía

En la fase de garantía, el Adjudicatario deberá continuar con la gestión de las incidencias mediante el mismo ITS (Servicio Informático de Gestión de Incidencias) de la fase de pruebas y validación.

#### TCAMP-RQSS-31467 – Garantía. Software de Seguimiento en Tiempo Real

En la fase de garantía, el Adjudicatario deberá poner en funcionamiento, y utilizar, un Software de Seguimiento en Tiempo Real para el Mantenimiento (SSTRM).

Los requisitos al SSTRM están descritos en el capítulo de Mantenimiento.

### **3.4.2 Plazos de garantía**

TCAMP-RQSS-14967 – Inicio de garantía

El inicio de garantía se producirá al firmar el Acta de Recepción Provisional de la 1ª UT.

TCAMP-RQSS-29511 – Garantía individual por UT

La garantía se gestiona de manera individual para cada UT.

TCAMP-RQSS-14346 – Duración garantía

La duración mínima de garantía se establecerá en 120.000 km de circulación tras haber superado 45 días sin incidencias des de el inicio de las circulaciones de Servicio Comercial de cada UT

TCAMP-RQSS-14687 – Extensión de la garantía

El no cumplimiento de los objetivos anuales de Fiabilidad Intrínseca globales, Fiabilidad de Servicio o el Índice Global de Disponibilidad al finalizar la duración de la garantía, supondrá extender la garantía en 6 meses.

El no cumplimiento de los objetivos de Fiabilidad Intrínseca de cada Grupo Funcional supondrá extender la duración de garantía del Grupo Funcional afectado en 6 meses.

En ambos casos, al finalizar cada extensión de garantía, volverán a analizarse todos los objetivos.

TCAMP-RQSS-15602 – Gestión de la garantía

El Ofertante deberá indicar expresamente en la oferta su propuesta concreta para la Gestión de la Garantía.

TCAMP-RQSS-15692 – Finalización de la garantía

La finalización de la garantía se producirá cuando se firme el Acta de Recepción Definitiva de todas las unidades.

### **3.4.3 Garantías particulares**

TCAMP-RQSS-15052 – Garantía general

Todos los recambios no definidos de forma particular deberán tener una garantía mínima de 2 años.

TCAMP-RQSS-15052 – Cajas

<b>Componente / Sistema</b>	<b>Garantía</b>
Estructura de caja	15 años
Pinturas (comportamiento al aire libre, adherencia, resistencia a corrosión)	10 años
Puertas de acceso y todos sus accesorios	5 años
Interior y revestimiento lateral	6 años
Pavimentos y revestimiento del suelo	6 años

TCAMP-RQSS-15027 – Bogies

<b>Componente / Sistema</b>	<b>Garantía</b>
Ejes	10 años
Órganos de transmisión (transmisión, travesaños)	6 años
Reductor	10 años
Bastidor y traviesa de carga	10 años
Eje montado completo	10 años
Muelles de suspensión de caucho armados	10 años
Balones neumáticos de suspensión secundaria	10 años

TCAMP-RQSS-15623 – Equipos principales

<b>Componente / Sistema</b>	<b>Garantía</b>
Conjunto equipos de la cadena de tracción	5 años
Convertidores auxiliares	6 años
Baterías:	6 años
Motores de tracción asíncronos u y auxiliares	10 años
Enganches (automático y semi-permanente)	10 años
Equipo ATC, para todos sus componentes	5 años
Equipo de Climatización	5 años
Equipo freno tanto para la parte electrónica como mecánica	5 años
Transformadores, Inductancias (AT), Capacidades (AT)	5 años
Etiquetas y accesorios de identificación de componentes	6 años
Motocompresor y tratamiento del aire	5 años

TCAMP-RQSS-14183 – Avería Sistemática

Serán consideradas Averías Sistemáticas de equipo o elemento en cualquiera de los supuestos siguientes:

- Si en un mismo equipo o elemento, durante el periodo de garantía, se produjeran averías en más de 2 trenes suministrados, no se alcanzara el 80% de los índices de Fiabilidad Intrínseca (MKBF), en cualquier período de 12 meses.
- FGC constatará, tras un estudio, que un error de diseño, mal funcionamiento del equipo, defecto de materiales, o una mala ejecución; pudiera motivar Avería Sistemática más allá del período de garantía, afectando a la fiabilidad, disponibilidad, o costes de mantenimiento durante su ciclo de vida.



- Si la proporción de los equipos o elementos averiados en el parque alcanzara el Porcentaje máximo de averías no sistemáticas de la cantidad total de equipos o elementos suministrados, considerando:

Número de equipos iguales por UT	Porcentaje máximo averías no sistemáticas
inferior o igual a 20	10%
Superior a 20	5%

En caso de declararse Avería Sistemática el Adjudicatario deberá:

- En el plazo máximo de un mes: presentar un informe técnico preliminar en el que se documente el alcance de la avería, componentes afectados, y unas propuestas de planes de contención, de sustitución, y de ejecución de trabajos.
- En el plazo máximo de 12 meses: realizar el cambio de diseño y la sustitución de todos los equipos o elementos del parque.

Todos los costes derivados de la declaración de Avería Sistemática (e.g. informes técnicos, trabajos de ingeniería, sustitución de equipos) serán a cargo del Adjudicatario.

La declaración de Avería Sistemática conllevará automáticamente la extensión del alcance de la garantía de los equipos o elementos afectados, a contar a partir de la fecha de aceptación al finalizar la intervención.

El plazo de garantía de equipos o elementos sustituidos como consecuencia de una avería sistemática deberá ser idéntico al de los equipos o elementos originales.

Para **cerrar una declaración de Avería Sistemática**, deberán cumplirse todos los supuestos siguientes:

- El Adjudicatario ha reemplazado todos los equipos o elementos del parque, y FGC ha validado y aceptado la finalización de la intervención.
- Pasados 12 meses de la finalización de la intervención, no se cumple ningún supuesto que causara declaración de Avería Sistemática para los equipos o elementos afectados.

### 3.4.4 Recambios y utillaje

TCAMP-RQSS-14730 – Lotes de consignación

Al inicio de la garantía FGC podrá revisar la lista de piezas del lote de consignación para la realización de la garantía para asegurar que las cantidades propuestas estén debidamente justificadas acorde con la metodología RAMS.

**TCAMP-RQSS-14216 – Utillaje específico**

El Constructor adjudicatario deberá entregar un inventario con la denominación del útil, su aplicación, código de identificación, normas aplicadas, instrucciones de utilización y coste.

**TCAMP-RQSS-15334 – Alcance del aprovisionamiento**

El constructor gestionará el aprovisionamiento del material a lo largo de la vida del vehículo, así como las actualizaciones que se requieran para garantizar las diferentes sustituciones.

### 3.5 Formación

#### TCAMP-RQSS-14658 – Formación. Alcance

Se realizarán los cursos para el personal de conducción de FGC.

Los cursos tendrán un carácter teórico-práctico, de forma que, además de dar las explicaciones teóricas correspondientes, se harán demostraciones prácticas sobre las UT o, en su caso, sobre los diversos equipos, sistemas y componentes.

#### TCAMP-RQSS-15632 – Formación. Contenido

Al objeto de garantizar que los contenidos de la formación recibida del fabricante- constructor son los adecuados a cada uno de los colectivos enunciados anteriormente, se acordarán con suficiente antelación los diversos aspectos de cada uno de los cursos entre los representantes técnicos del constructor y responsables técnicos y operativos de las áreas de FGC implicadas en el proceso formativo. A tal efecto, para la concreción de los citados aspectos se trabajará con fichas formativas (ver modelo adjunto), en las cuales se hará constar:

- Descripción de cada curso.
- Calendario de impartición de cada curso.
- Colectivos a los cuales va destinada la formación.
- Número aproximado de asistentes por grupo, y número de grupos.
- Objetivos, contenido (temario) y duración de cada curso.
- Metodología recomendada, documentación y material didáctico.
- Por la importancia de la documentación que ha de acompañar a la formación teórico- práctica, antes de la impartición efectiva de los cursos el fabricante presentará el manual de cada acción formativa a los responsables citados de FGC, para que éstos procedan a la verificación y adecuación de contenidos.
- Asimismo, se programarán visitas o reuniones previas a los cursos, con el objeto de que los instructores del fabricante y los responsables correspondientes de FGC acuerden los aspectos de detalle que correspondan a cada curso.

#### TCAMP-RQSS-14347 – Formación. Ubicación

Los cursos se impartirán en las dependencias de FGC que se determinarán, y por personal con experiencia, conocimientos y titulaciones requeridas para una actividad de este tipo.

#### TCAMP-RQSS-14718 – Formación. Cursos personal conducción

Los cursos se darán preferiblemente durante la fase de pruebas y antes de la salida de fábrica de la primera UT, con el objeto de poder iniciar las pruebas tipo en línea con conductores autorizados administrativamente. La parte teórico-práctica tendrá el siguiente temario:

- Conocimiento general de las UT y de sus órganos funcionales.

- Profundización en los equipos de tracción y freno.
- Conocimientos del resto de los equipos y componentes principales.
- Conducción de la UT, y actuaciones previstas antes las diversas situaciones.

La parte práctica tendrá lugar una vez recepcionada provisionalmente la Primera UT.

A los asistentes al curso les será entregado un ejemplar del manual de conducción en versión provisional, en el caso de que no esté definido el manual definitivo.

TCAMP-RQSS-14550 – Formación. Cursos personal de mantenimiento y departamento técnico

Se deberá considerar la posibilidad que el personal de FGC interesado pueda asistir a los cursos de formación técnica que se impartan.

Las personas asistentes por parte de FGC también se les entregará el material correspondiente del curso.

### **3.5.1 Simulador de Formación**

TCAMP-RQSS-15804 – Formación. Simulador. Alcance

Integrado en la oferta para el suministro de las unidades estará incluido un sistema simulador de conducción para las mismas, cuya función principal será la de herramienta formativa en los procesos de capacitación y reciclaje del personal de conducción de trenes para:

- Adquirir habilidad en la conducción cuando se comienza el período de prácticas,
- Conocer los elementos técnicos y operativos del tren, y comprobar cómo interactúan entre ellos,
- Conocer la señalización, el perfil de vía y las características de la línea donde conducirán trenes reales, y
- Practicar y reciclar el personal en la resolución de averías o anomalías de los trenes en ruta.

TCAMP-RQSS-15737 – Formación. Simulador.

El simulador constará de una cabina de conducción a escala real, con reproducción de la instrumentación del pupitre de conducción a base de pantallas gráficas de accionamiento "táctil". También incorporará elementos fijos del pupitre: mando de velocidad, inversor, "hombre muerto", freno de emergencia ("seta") y comunicaciones.

Cada uno de ellos contendrá diferentes pantallas gráficas de diversos formatos para reproducir: el trazado de la línea con imágenes en movimiento (gran formato), los retrovisores de la unidad, los armarios de magnetotérmicos en cabina, los aparatos bajo bastidor, diversos elementos del departamento de viajeros (alarmas, desbloqueo de puertas) y esquemas dinámicos para la ayuda a la detección de averías. También se reproducirán los sonidos reales que se perciben habitualmente en la conducción.

Estarán dotados de asiento ergonómico y de todos los elementos informáticos y electrotécnicos necesarios: ordenadores, interfaces, PLCs, equipos de vídeo y sonido, conexión a red local, alimentación a 230 V, SAI, etc.

Desde los puestos de simulación o formación, siguiendo las indicaciones y ejercicios que marque el instructor, se podrán poner en marcha y apagar las unidades según el protocolo operativo, y conducir por trayectos iguales a los de las líneas reales, ya sea en condiciones normales como con visibilidad reducida. También deberá actuar el alumno ante las diversas incidencias de circulación, en situaciones de riesgo límite, en incidentes con viajeros, etc. Finalmente, se podrán efectuar prácticas de comunicación con el instructor.

### **3.5.2 Puesto del instructor**

TCAMP-RQSS-15124 – Puestos y funciones

Pantallas para la monitorización de los mandos de las cabinas de simulación y del escenario que trabaja cada alumno desde su puesto. Pantalla para gestionar la aplicación informática que controla el sistema, genera los ejercicios y trayectos, y permite generar otros nuevos. Finalmente, aparatos de comunicación con las cabinas, ordenador con impresora, conexión a red local, alimentación a 230 V, SAI, etc.

Desde la aplicación de control del instructor se podrán poner en marcha y apagar los elementos de las cabinas, activar sesiones simultáneas de simulación -con escenarios diferentes- en los tres puestos de formación, activar incidencias en la circulación, provocar averías virtuales, parametrizar nuevos ejercicios de simulación y, finalmente, evaluar la reacción de los alumnos con posibilidad de grabar las sesiones y emitir informes finales.

TCAMP-RQSS-15393 – Formación. Simulador. Instalación y adaptabilidad

Los diversos equipos que conforman el sistema han de presentar una construcción de tipo "modular", de tal forma que su instalación no comporte complejidad ni obra civil de consideración. Asimismo, los consumos de energía de los componentes no han de requerir aumentos de potencia en los edificios ni modificaciones en su instalación eléctrica.

Debido a la constante evolución tecnológica del sector, se debe garantizar que el diseño funcional de las cabinas y pupitres, equipos de proyección, software de gestión, etc. permita la modificación física de los elementos fijos y la incorporación de nuevos parámetros tecnológicos con la mínima inversión en tiempo y coste.

### 3.6 RAMS

#### TCAMP-RQSS-31569 – Concepto RAMS

El Adjudicatario deberá considerar los aspectos de RAMS (*Reliability, Availability, Maintainability and Safety*):

- Fiabilidad
- Disponibilidad
- Mantenibilidad
- Seguridad

como prestaciones de la misma importancia que las prestaciones funcionales, de cada uno de los sistemas y subsistemas, por su eminente impacto en el LCC del vehículo.

Cada una de las propuestas y decisiones de diseño deberá ir acompañado de sus consideraciones y análisis de impacto en las prestaciones RAMS.

#### TCAMP-RQSS-15143 – Gestión RAMS

La gestión RAMS consta de métodos, conceptos ingenieriles, herramientas y técnicas que se emplean a lo largo del ciclo de vida del sistema. RAMS se puede definir como un indicador cualitativo y cuantitativo del grado que un sistema/subsistema y sus componentes son seguros y funcionales para realizar una tarea o función establecida en un tiempo determinado.

El cumplimiento de los objetivos RAMS para un sistema se demuestra con la implementación de las actividades definidas en las normas EN 50126-1 y EN 50126-2 a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esta norma establece metodologías de planificación, gestión, control y vigilancia de los aspectos del sistema, sobre todo de aquellos relacionados a los objetivos y requisitos RAMS.

La seguridad y la disponibilidad están interrelacionadas en el sentido de que una debilidad o la mala gestión de los conflictos entre los requisitos de seguridad y disponibilidad pueden impedir el logro de un sistema confiable. Los conceptos técnicos de disponibilidad se basan en el conocimiento de:

Fiabilidad en términos de:

- Todos los posibles modos de fallo durante la aplicación especificada y el entorno dado.
- La probabilidad de ocurrencia de cada fallo o alternativamente, la tasa de ocurrencia de cada fallo.
- El efecto del fallo en la funcionalidad del sistema.

Mantenibilidad en términos de:

- Tiempo de ejecución del mantenimiento planificado.
- Tiempo de detección, identificación y localización de los fallos.
- Tiempo de restauración del sistema (mantenimiento no planificado).

Operación y mantenimiento en términos de:

- Todos los posibles modos de operación y mantenimientos necesarios, a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema.
- Factor humano.

Durante la fase de operación y mantenimiento, se debe garantizar la calidad y seguridad en las operaciones del sistema. Los procedimientos de mantenimiento, tanto preventivos como correctivos, deben establecerse adecuadamente para garantizar los objetivos funcionales para los que se diseñe el sistema, en términos de seguridad y disponibilidad.

#### TCAMP-RQSS-31548 – Acreditación RAMS en fase Oferta

El Ofertante deberá acreditar mediante certificados o cartas firmadas de clientes, haber aplicado la metodología indicada en la EN 50126, en como mínimo 5 proyectos similares al de la presente Licitación.

#### TCAMP-RQSS-15017 – Plan RAM

La estructura y contenido del Plan RAM está definido por las normas EN 50126-1 y EN 50126-2. En ella se reflejará cuáles son los entregables RAM para cada una de las fases del ciclo de vida, los cuales deberán ser entregados a FGC al final de cada una de las fases, indicando para cada uno de los documentos el código de referencia, responsabilidad de su elaboración, si es un documento preliminar, revisado o final.

En el Plan RAM se incluirá, sin limitarse, lo siguiente:

- Normas RAM y documentación auxiliar de referencia.
- Descripción del sistema.
- La organización, responsabilidades y recursos establecidos para llevar a cabo la gestión RAM del proyecto.
- Perfil de misión del sistema tomado en cuenta para los cálculos.
- Objetivos RAM.
- Definición y arquitectura del sistema (PBS, FBS Y SBS) sobre los cuales se realizan los estudios RAM.
- Principios de gestión RAM propuesto para el proyecto. En este apartado se incluye el ciclo de vida RAM (con todas sus fases, tareas y entregables) y gestión de la calidad. En el Plan RAM tiene que estar definido el contenido de cada entregable RAM.
- Descripción de la metodología RAM. En este apartado se incluirá todas las hipótesis consideradas, las herramientas previstas para los cálculos y simulaciones y las diferentes métodos o modelos empleados para evidenciar la correcta gestión RAM del proyecto (AMFEC, FTA, RBD, FRACAS...).
- Programa RAM

TCAMP-RQSS-14118 – Detalle Plan RAM

El licitador presentará la estructura y desglose del tipo de tren ofertado según la serie de normas EN 15380 Esta clasificación se entregará contenido en el Plan RAM inicial entregado junto con la oferta.

De dicha serie, contendrá al menos:

- El desglose de producto (PBS) según la EN 15380-2 hasta el tercer nivel;
- El desglose funcional (FBS) según la EN 15380-4 hasta el segundo nivel y
- El desglose del sistema (SBS) según la EN 15380-5 hasta el segundo nivel.

Además, el Licitador presentará la estructura de tal forma que se muestre la relación entre los diferentes desgloses anteriores. A modo de ejemplo se muestra una tabla de la EN 15380-5\_2014:

**Tabla B.1 – Ejemplo de asociación de funciones y productos para el subsistema EF "HVAC"**

EN 15380-4 (FBS)			EN 15380-5 (SBS)				EN 15380-2 (PBS)			
	Función de primer nivel		Función de segundo nivel		Sistemas principales		Sub-sistemas		Grupos de subproductos	Productos
C	Proporcionar las condiciones adecuadas para los viajeros, la tripulación del tren y la carga	CE	Proporcionar un clima apropiado	E	Interiores	EF	Climatización			
								LA	Aire acondicionado	
								LB	Entrada/salida de aire	
										Filtro del aire
								LC	Tratamiento	
										Intercambiador
										Ventilador
										Calentador
										Compresor
								LD	Distribución	
								LE	Regulación	
										Regulador electrónico

En la tabla anterior se tendrá que incluir, al menos, el desglose de los grupos funcionales para los cuales se solicita en detalle la gestión RAM en los siguientes apartados de esta especificación.

TCAMP-RQSS-15274 – Análisis preliminar RAM

El primer entregable RAM establecido en el plan RAM es un análisis preliminar RAM que será entregado junto con el Plan RAM. Mediante este análisis RAM se evidenciará el cumplimiento por parte del diseño de los distintos requisitos y objetivos RAM que aparecen en esta especificación.



Estos valores entregados se convertirán en valores contractuales en caso de ser adjudicatario de la licitación.

Los valores RAM obtenidos en el análisis deberán estar desglosados al menos por niveles de criticidad y por grupos funcionales de acuerdo con lo expuesto en el presente pliego.

La metodología empleada para los cálculos de fiabilidad presentados en el análisis deberá ser uno de los siguientes:

- Análisis por árboles de fallo (FTA) según la EN 61025
- Diagramas de bloques de fiabilidad (RBD) según la EN 61078

La documentación auxiliar generada en los métodos anteriores deberá ser entregados junto con la oferta. Se entregará, del mismo modo, toda la documentación acreditativa del origen de los datos de los componentes empleados en los cálculos asociado a su grupo de calidad de datos.

### **3.6.1 Fiabilidad**

#### TCAMP-RQSS-14665 – AMFEC

La técnica AMFEC consiste en un análisis cualitativo que permite la identificación de cada elemento o conjunto todos los modos de fallos primarios que pueden afectar a la funcionalidad del subsistema y clasificarlos según las consecuencias a nivel local o a nivel subsistema. Además, sirve como documento de trazabilidad entre los modos de fallo, consecuencias, parámetros RAM asociados, etc. La metodología y los principios aplicables están definidas en la norma IEC 60812

El AMFEC incluirá, al menos, los siguientes datos de cada uno de los modos de fallo:

- Código / ID.
- Grupo funcional.
- Sistema.
- Subsistema.
- Componente.
- Código / Referencia del componente.
- Modo de fallo.
- Posibles causas.
- Impacto en la seguridad (SI/NO).
- Consecuencia del fallo a nivel vehículo.
- Consecuencia del fallo a nivel sistema/subsistema.
- Consecuencia del fallo a nivel componente.
- Detectabilidad (NO/DETECTABLE/MONITORIZADO (EN VEHÍCULO Y/O REMOTO)).
- Severidad (nivel de criticidad del fallo).

- Probabilidad de ocurrencia (tasa de fallo).
- Factor de conversión de la probabilidad de ocurrencia (si aplica).
- Probabilidad de ocurrencia (MKBF).
- Fuente u origen de la probabilidad de ocurrencia.
- Mantenibilidad (MTTR).
- Fuente u origen de la mantenibilidad.
- Comentarios.

#### TCAMP-RQSS-14648 – Niveles de criticidad del Fallo

Los fallos se clasificarán en distintos niveles para, entre otros casos:

- categorizar y asignar los fallos a sus consecuencias en el estudio AMFEC,
- calcular y monitorizar la fiabilidad del sistema

##### Nivel 1: Averías

Se entiende por avería, todo fallo como consecuencia de:

- un defecto de diseño,
- empleo o desgaste inadecuado de materiales,
- una deficiente fabricación o montaje de los equipos,

modificando las condiciones normales de trabajo en el vehículo y/o funcionalidad del sistema/subsistema y/o componente afectado, exigiendo una intervención de mantenimiento no planificada para su reparación.

Estas averías pueden no tener afectación al servicio.

##### Nivel 2: Pérdida del confort

Fallo provocado por una avería del equipamiento del tren que ocasiona una merma en la percepción y la calidad del servicio ofrecido a los viajeros, con independencia del tiempo de trayecto.

Se considerarán dentro de este grupo los siguientes casos:

- Falla de 50% climatización en un coche.
- Falla de climatización en una cabina del maquinista.
- Falla de un 50% del alumbrado en un coche.
- Fallo en el sistema de megafonía en un coche
- Fallos o funcionamiento incorrecto del sistema de información al viajero, que deje con información errónea o sin ella:
  - Fallo global del sistema de información al viajero.
  - Información errónea o incompleta del sistema de información al viajero.
  - Dos o más monitores interiores con funcionamiento degradado o en fallo total.
  - Dos o más teleindicadores exteriores averiados o con funcionamiento degradado.

- Dos o más puertas de acceso de viajeros condenadas, o una si se trata de la puerta de acceso PMR.
- Avería del servicio WIFI por causas imputables al Mantenedor.
- Avería del sistema cuenta-personas.
- Falla de un 10% de los enchufes USB en un coche.

Las incidencias de confort provocadas por un mismo elemento se contabilizarán como una única incidencia por vehículo y día (de 0 a 24 horas).

Si la incidencia de confort persiste, en un mismo día, tras una operación de reparación en taller, se computará como una incidencia adicional.

Nivel 3: Incidencia en el servicio

- Retraso superior a 5 minutos,
- Retraso superior a 10 minutos en el resto de los tranvías.
- La no realización del servicio programado inicialmente.

Nivel 4: Transbordo

La no realización del servicio programado inicialmente para el tren y el transbordo de viajeros a otro tren.

Computará como 1 incidencias a efectos de cálculo.

Nivel 5: Socorro

Imposibilidad del tranvía de continuar su marcha en servicio y requiere la asistencia de medio externos, técnicos o humanos para socorrerlo.

Computará como 1 incidencia a efectos de cálculo.

No se considerará socorro, los movimientos de unidades que debido a una avería que no cause perjuicio al servicio comercial a modo de incidencia, sea derivada a taller por el operador para la optimización de los tráficos y gestión de la circulación y flota.

TCAMP-RQSS-14747 – Grupos funcionales

Además de la división de los fallos en niveles de criticidad, en fase de ejecución se realizarán estudios parciales desglosados en grupos funcionales (FBS)

Todos los fallos analizados e identificados deberán ser asignados a un grupo funcional.

Para el FBS deberán utilizarse los grupos funcionales definidos en la Tabla 2 de la EN 15380-4, hasta nivel 3.

Los datos de fiabilidad se deberán completar al nivel más bajo del FBS.

TCAMP-RQSS-15707 – Grupos funcionales. Fuente y calidad de los datos

Todos los datos empleados en los estudios RAMS deberán estar acompañados de su fuente (referencia acreditativa). Dichas fuentes se clasificarán en los siguientes grupos, de mayor a menor valoración:

- Grupo Datos 1: Cuando la fuente del dato procede de sistemas/subsistemas y componentes montados en una flota para una explotación similar de la que se tiene una experiencia contrastada
- Grupo Datos 2: Cuando la fuente del dato procede de sistemas/subsistemas y componentes montados en una flota para una explotación diferente de la que se tiene una experiencia contrastada.
- Grupo Datos 3: Datos procedentes de los estudios de fiabilidad del tecnólogo suministrador de los sistemas/subsistemas y componentes de los que no se dispongan de una experiencia contrastada en una flota para una explotación similar.
- Grupo Datos 4: Cálculos por modelos predictivos de fiabilidad o bases de datos de fiabilidad. En este grupo se incluye todos los demás tipos de fuente de datos que no se haya contemplado en los grupos anteriores.

#### TCAMP-RQSS-15479 – Fiabilidad de servicio e intrínseca

Se diferencian de dos tipos de fiabilidad: intrínseca y funcional (o de servicio). La fiabilidad intrínseca se asocia a cada componente y a sus modos de fallo, mientras que la fiabilidad del servicio se asociará a la capacidad del material móvil para cumplir sus funciones. Los resultados finales deberán estar expresados en términos de MKBF.

#### TCAMP-RQSS-14804 – Fiabilidad. Avería intrínseca

Se computará la **Fiabilidad Intrínseca**, expresada como:

- Cálculo mensual:

$MKBF = [\text{km recorridos mes}] / [\text{Número de averías Intrínsecas mes}]$

- Cálculo anual acumulado (TAM):

$MKBF = [\text{km recorridos últimos 12 meses}] / [\text{Número de averías Intrínsecas últimos 12 meses}]$

Se computarán como Incidencia de Intrínseca los fallos de criticidad:

- Nivel 1: Avería

#### TCAMP-RQSS-15218 – Fiabilidad. Incidencias de confort

Se computará la **Fiabilidad de Confort**, expresada como:

- Cálculo mensual:

$MKBCF = [\text{km recorridos mes}] / [\text{Número de Incidencia de Confort mes}]$

- Cálculo anual acumulado (TAM):

$MKBCF = [\text{km recorridos últimos 12 meses}] / [\text{Número de Incidencia de Confort últimos 12 meses}]$

Se computarán como Incidencia de Confort los fallos de criticidad:

- Nivel 2: Pérdida del confort

TCAMP-RQSS-15225 – Fiabilidad. Incidencias de servicio

Se computará la **Fiabilidad de Servicio**, expresada como:

- Cálculo mensual:

$$MKBSF = [\text{km recorridos mes}] / [\text{Número de Incidencia de Servicio mes}]$$

- Cálculo anual acumulado (TAM):

$$MKBSF = [\text{km recorridos últimos 12 meses}] / [\text{Número de Incidencia de Servicio últimos 12 meses}]$$

Se computarán como Incidencia de Servicio los fallos de criticidad:

- Nivel 3: Incidencia
- Nivel 4: Transbordo
- Nivel 5: Socorro

TCAMP-RQSS-14859 – Fiabilidad intrínseca. Valores objetivo

El ofertante deberá presentar un valor de MKBF Intrínseca (MKBF) global de flota.

También se deberán presentar valores de MKBF para cada uno de los grupos funcionales de nivel 1 del FBS durante la fase de oferta.

Grupos Funcionales de 1er nivel según EN 15380-4	
B	Transportar y proteger a viajeros, tripulación y carga
C	Establecer las condiciones adecuadas para los pasajeros, la tripulación y la carga
D	Dar acceso y la carga
E	Conectar los vehículos y composiciones
F	Asegurar la alimentación de energía
G	Acelerar, mantener la velocidad, frenar y parar
H	Proporcionar comunicación del tren, vigilancia y control
J	Sostener y guiar al tren en la vía
K	Integrar el vehículo en el sistema de transporte ferroviario

Los valores de fiabilidad MKBF presentados en fase de oferta tendrán un carácter contractual para el seguimiento de la fiabilidad durante la fase de Garantía y Mantenimiento.

TCAMP-RQSS-14103 – Fiabilidad de confort. Valores objetivo

El ofertante deberá presentar un valor de MKBF de Confort (MKBCF) global.

El valor MKBCFglobal deberá ser igual o superior a 10.000 km.

Los valores de fiabilidad MKBCF presentados en fase de oferta tendrán carácter contractual.

TCAMP-RQSS-14360 – Fiabilidad de servicio. Valores objetivo

El ofertante deberá presentar un valor de MKBF de Servicio (MKBSF) global.

El valor MKBSF global deberá ser igual o superior a 15.000 km.

Los valores de fiabilidad MKBSF presentados en fase de oferta tendrán carácter contractual.

TCAMP-RQSS-14311 – Valores garantizados. Garantía

Durante todo el período de vigencia de la Garantía, los valores garantizados de disponibilidad y fiabilidad serán los siguientes:

Índice	Descripción	Valor (caso más restrictivo)
IDG	Índice de Disponibilidad de Gráfico	100%
MKBSF	Fiabilidad de Servicio	15.000 km, o El mejorado en fase de oferta.
MKBF	Fiabilidad Intrínseca (global y por grupo funcional)	El indicado en fase de oferta.
MKBCF	Fiabilidad de Confort	10.000 km, o El mejorado en fase de oferta.

Los índices deberán ser calculados en periodos mensuales y reportados en el Informe Mensual de Actividad.

TCAMP-RQSS-14551 – Demostración de la fiabilidad

Durante el transcurso del proyecto, antes de la fase de fabricación, el Constructor adjudicatario deberá entregar un Plan de Demostración RAM en donde incluya las tareas o acciones programadas para la demostración de la fiabilidad durante el periodo de garantía de los mismos.

El Adjudicatario deberá introducir todas las averías e incidencias al sistema SAP de FGC.

Durante el periodo de garantía, el Constructor Adjudicatario deberá realizar estudios de fiabilidad mensuales basados en los datos de explotación, los cuales deberán compararse con los estudios iniciales entregados en fase de oferta.

Los cálculos de la fiabilidad (Fiabilidad Intrínseca, Fiabilidad de Servicio y Fiabilidad de Confort) de la flota se iniciarán cuando se inicie el servicio Comercial y los tranvías haya entrado en período de garantía una vez superados los 45 días sin incidencias.

Las mediciones de fiabilidad se realizan mes a mes y se evaluará por periodos de 6 meses.

Para la evaluación final antes de la recepción definitiva se tomarán los valores obtenidos durante los últimos 9 meses.

### 3.6.2 Disponibilidad

TCAMP-RQSS-15440 – Índice de disponibilidad de gráfico

Se entenderá por Índice de Disponibilidad de Gráfico diario (IDG), el cociente, expresado en porcentaje, entre el número de servicios realizados con los vehículos objeto de la presente Licitación y el número total de servicios programados para ese día, de conformidad al gráfico de explotación en vigor.

La disponibilidad diaria viene dada por:

$$IDG = 100 \times \frac{TR}{TP}$$

Donde:

- IDG: Índice de Disponibilidad de Gráfico.
- TR: Servicios realizados en el día natural.
- TP: Servicios Programados en el día natural

Para el cálculo de RAM deberá considerarse un **IDG = 100%**

El valor del IDG deberá ser calculado diariamente.

FGC realizará un control mensual de los valores IDG.

### 3.6.3 Mantenibilidad

TCAMP-RQSS-14272 – Introducción

La mantenibilidad es uno de los aspectos fundamentales de un producto como las UT y es preciso conocerla y tenerla en cuenta en un proceso como este concurso. Es por ello, que se ha desarrollado un sistema para disponer de la información necesaria de las propuestas ofertadas y poder valorar las mismas en cuanto a su mantenibilidad, para incluir los costes asociadas a la misma a los costes de adquisición de las UT y disponer una información más completa.

A lo largo de este apartado de mantenibilidad se definen y describen los criterios a tener en cuenta en el diseño de las UT.

TCAMP-RQSS-14164 – Criterios de diseño. Seguridad en el trabajo

El ofertante garantizará que el diseño de los diferentes elementos contenidos en la UT cumplirá con todos los requisitos de seguridad que le sean de aplicación en el momento de fabricación y puesta en servicio.

Se deberán cumplir los siguientes aspectos:

- Señalizaciones y protecciones de seguridad en tapas AT/400VAC
- Diseño de armarios y cofres, evitando contacto con zonas peligrosas.

- Diseño que permita la manipulación y la realización de los trabajos de mantenimiento en condiciones de seguridad frente a la accidentabilidad laboral y con equipamientos adaptados a las posibilidades humanas.
- Las instrucciones de mantenimiento y concepción del vehículo garantizarán la protección del personal de mantenimiento en línea, talleres y depósitos y se cumplirán las leyes y normativas relativas a riesgos laborales.

#### TCAMP-RQSS-15251 – Criterios de diseño. Identificación de equipos

El ofertante indicará el sistema de etiquetado de equipos que se incluirá en la UT. Los requisitos a cumplir son los siguientes:

- El sistema de etiquetado será único para todos los equipos y elementos, con etiquetas y/o placas unificadas.
- Las etiquetas/placas serán indelebles, imperdibles y aptas para intemperie y las características de desgaste de una explotación ferroviaria (grasa, aceites, arena, climatología etc.).
- La propuesta de identificación incluirá tanto la identificación de los equipos como un sistema de trazabilidad, que permita la localización tanto sobre la UT como en los manuales de mantenimiento.

#### TCAMP-RQSS-15816 – Criterios de diseño. Modularidad

En este sentido, el ofertante deberá diseñar los conjuntos y componentes de forma modular, con el objetivo de poder simplificar las operaciones de sustitución de dichos conjuntos o componentes.

Se velará por facilitar la instalación y desinstalación de los equipos con el objetivo de:

- Minimizar el tiempo de inmovilizado
- Facilitar el testeo de un módulo sin necesidad de desmontarlo de la UT.

En este sentido este criterio se debe aplicar también a las conexiones, instalando en todos los casos que sea posible conectores multipin en los módulos.

#### TCAMP-RQSS-14469 – Modularidad e Integración

En el diseño se primará el concepto de modularidad e intercambiabilidad de equipos, con objeto de facilitar la mantenibilidad de estos. Siempre que sea posible, los equipos de las UT irán dispuestos en módulos, de forma que su montaje y desmontaje sea sencilla, reduciendo las tareas de mantenimiento. Para ello, se tomarán las medidas necesarias para facilitar las operaciones de desacople y de montaje. También se aplicarán criterios de modularidad en los sistemas de la UT y en cualquier desarrollo de software y/o lógicas de control. Para ello, deberán establecerse las relaciones entre interfases y variables de SW que puedan estar compartidas entre sistemas, definiendo su integración en las UT.



## TCAMP-RQSS-15342 – Criterios de diseño. Peso/medidas equipos

Especial atención a los subconjuntos y componentes que requieren mantenimiento preventivo, intervenciones cíclicas o / y de menor fiabilidad (MKBF equipos y subconjuntos).

Componentes de extracción manual un solo agente; 3 kg. Realizar evaluación de los riesgos, teniendo en cuenta posibles manipulaciones en condiciones ergonómicas desfavorables. ('Real decreto 487/1997').

Componentes de extracción manual un solo agente; 15 kg ayuda de medios electromecánicos estándares de mercado ('Real decreto 487/1997') y en su defecto consideración de útil a aportar por el fabricante. (Marcado CE).

Se proporcionarán empuñaduras puntos de levantamiento normalizados para componentes pesados.

## TCAMP-RQSS-15196 – Criterios de diseño. Puntos de ensayo y test

Deberán disponer de puntos de ensayo en lugares accesibles y perfectamente identificados de fácil acceso y permitirán la supervisión externa de las funciones críticas. Estarán protegidos a los errores humanos, daños ambientales y contra un uso malintencionado.

## TCAMP-RQSS-14875 – Criterios de diseño. Testabilidad

La testabilidad se define como la posibilidad de declarar si un elemento está en estado correcto o defectuoso. Para ello, se deberán indicar los criterios que describan el funcionamiento correcto/esperado para cada conjunto o componente, de manera que se pueda determinar si el resultado del test de los componentes individuales ha sido satisfactorio o si requiere un mantenimiento correctivo.

En ese sentido, es necesario incluir la posibilidad de testear cada componente en banco de trabajo, sin necesidad de acoplarlo al sistema completo al que pertenece ni a la UT. Así, es necesario definir documentalmente los bancos de trabajo necesarios para la comprobación a 2º Nivel de mantenimiento por los diferentes componentes de los equipos que lo precisan.

## TCAMP-RQSS-14309 – Criterios de diseño. Facilidad de detección de averías y señalización

Los dispositivos electrónicos tienen que disponer de sistemas de auto test automáticos que realicen una monitorización continua. Además, deben estar dotados de indicaciones o señalizaciones directos de fallo aparte de los diagnósticos correspondientes.

El resto de los sistemas deberán disponer de métodos de testeo que permitan detectar averías de modo directo (en la propia UT) y localizarlas dentro del conjunto al que pertenece cada componente (por ejemplo, si hay una línea de altavoces o de ventiladores, poder identificar cuál es el que falla). Los indicadores locales deberán ser visibles sin necesidad de poner a tierra la UT ni de desmontar ningún elemento.

#### TCAMP-RQSS-15384 – Criterios de diseño. Indicaciones de ajuste y desgaste

Todos los componentes y piezas en los que sea posible llevarán indicaciones de ajuste y / o desgaste que permitan identificar el estado en el que se encuentran y avisen del momento de sustitución.

Las indicaciones irán integradas en el propio componente, señales de desgaste tamaños, cambio de color, etc. No requerirán equipamiento especial para su correcta verificación.

#### TCAMP-RQSS-15587 – Criterios de diseño. Ajustes

Se evitará la necesidad de ajustes. Cuando no sea posible, los puntos de ajuste serán fácilmente accesibles e identificados adecuadamente y dotados de dispositivos autoblocantes para evitar modificaciones o desajustes imprevistos.

#### TCAMP-RQSS-14817 – Criterios de diseño. Estandarización

Unificación de piezas y componentes para los diferentes subsistemas. El objetivo es facilitar las operaciones de mantenimiento realizadas dentro de un mismo subsistema, pudiendo emplear la mínima cantidad de herramientas y recambios posible.

Entre otras se incluyen:

- Cofres bajo bastidor (evitar tener un cofre de cada tamaño y formato).
- Armarios (evitar tener un cofre de cada tamaño y formato).
- Tornillos, simplificación de las diferentes métricas.
- Tornillos interiorismo antivandálicos.
- Cierres y bisagras, unificar tipos.
- Tipo de conectores, unificar tipos.
- Lámparas, unificar tipos.
- Elementos de leds, todos del mismo tamaño y características.
- Utilización de componentes y materiales estándares de mercado industrial y/o ferroviario.

#### TCAMP-RQSS-15598 – Criterios de diseño. Facilidad de limpieza técnica

El diseño del material móvil considerará y facilitará la limpieza técnica de los equipos, aquella que de no realizarla puede afectar a su funcionamiento.

En concreto se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Diseño de los cofres, armarios y equipos para facilitar los trabajos de limpieza en los equipos susceptibles de limpieza, sobre todo los que llevan canales de recorrido de ventilación. Todos los elementos eléctricos y mecánicos del bogie podrán ser limpiados con máquina de agua de alta presión.

Tapas fácilmente extraíbles, sin tornillos, con cierres de apertura rápida y bisagras abiertas.

Especial atención a los siguientes elementos:

- Convertidores auxiliares. tapas posteriores, canalizaciones ventilación.

- Convertidores tracción canalizaciones ventilación / ventiladores, rejillas frontales, filtros entrada y tapas posteriores.
- Radiadores de compresores principales. Libres de componentes en los alrededores.
- Cajas de baterías

#### TCAMP-RQSS-15429 – Criterios de diseño. Conexiones de cables

Las conexiones de cables dispondrán de las suficientes distancias para poder sujetarlas firmemente por operaciones de conexiones y desconexiones.

Los conectores estarán debidamente identificados y dispuestos para evitar la intercambiabilidad y / o la instalación errónea.

Las tomas de corriente y de señales no estarán contiguas entre sí. Las mangueras entre coches tendrán conectores en ambos lados y serán intercambiables entre sí.

### 3.6.4 Seguridad

#### TCAMP-RQSS-14528 – Seguridad. Objeto

La incorporación de nuevas unidades en el Sistema Ferroviario constituido por FGC requiere la implementación de un proceso de Gestión de la Seguridad de acuerdo a los requisitos del pliego.

El Adjudicatario será el responsable de realizar y documentar el proceso de Gestión de la Seguridad.

El proceso de Gestión del Riesgo se basará en las exigencias de los siguientes Reglamentos y normas:

- Reglamento de Ejecución (UE) Nº 402/2013, y su modificación en el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136, relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo.
- EN 50126-1. Aplicaciones Ferroviarias, Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS).
- EN 50126-1. Parte 1: Procesos RAMS genéricos.
- EN 50126-2. Parte 2: Aproximación sistemática para la seguridad.

Los procesos a realizar se aplicarán al conjunto del tren (todos los elementos, funciones y componentes que integran el tren y los interfaces entre los mismos), así como a los interfaces entre el tren y los subsistemas que resulten aplicables.

De acuerdo con la EN 50126-1, deberá considerarse el ciclo de vida completo de los trenes.

El proceso de Gestión del Riesgo, incluyendo la metodología seguida, los resultados y el propio proceso, deben ser evaluados por un Organismo de Evaluación.

El Organismo de Evaluación debe ser un organismo evaluador acreditado o reconocido en alguno de los estados miembros de UE.

El Organismo de Evaluación deberá ser contratado por cuenta del Constructor.

#### TCAMP-RQSS-15275 – Seguridad. Normativa

En las actividades de Seguridad del presente contrato se aplicará y/o tendrá en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento de Ejecución (UE) Nº 402/2013 de la Comisión de 30 de abril de 2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo y por el que se deroga el Reglamento (CE) Nº 352/2009.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 de la Comisión de 13 de julio de 2015 por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) Nº 402/2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo.
- EN 50126-1. Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Procesos RAMS genéricos.
- EN 50126-2. Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 2: Aproximación sistemática para la seguridad.
- EN 50128. Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.
- EN 50657. Aplicaciones ferroviarias. Aplicaciones del material rodante. Software a bordo del material rodante.
- EN 50129. Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.
- EN 62290-1. Aplicaciones ferroviarias. Gestión del transporte guiado urbano y sistemas de mando/control. Parte 1: Principios del sistema y conceptos fundamentales.
- EN 62290-2. Aplicaciones ferroviarias. Gestión del transporte guiado urbano y sistemas de mando/control. Parte 2: Especificación de requisitos funcionales.
- MODSafe WP 4 – D4.2 Modular Urban Transport Safety And Security Analysis Deliverable 4.2 "Analysis of Safety Requirements for MODSafe Continuous Safety Measures and Functions" (DEL\_D4.2\_UITP\_WP4\_110121\_V2.0)

#### TCAMP-RQSS-14585 – Seguridad. Organización

El proceso de Gestión de la Seguridad deberá implementarse bajo el control de una organización apropiada, utilizando personal competente asignado a funciones específicas.

El Adjudicatario deberá definir las funciones y responsabilidades asignadas a las diferentes tareas en cada una de las fases del ciclo de vida, manteniendo la independencia entre funciones fijada en el apartado 7 de la norma EN 50126-2

La organización del Adjudicatario deberá incluir un Director del proyecto en materia de seguridad, que será el interlocutor con FGC para los aspectos relacionados con la seguridad.

El personal designado por el Adjudicatario para cada fase del ciclo de vida deberá disponer de las competencias adecuadas para cada función en el desarrollo del material rodante. Se tendrán en cuenta las disposiciones del Anexo G de la norma EN 50126-2.

El sistema de gestión de la calidad del Adjudicatario deberá definir la experiencia, las capacidades y las cualificaciones necesarias para cada una de las funciones asignadas, en las distintas fases del ciclo de vida.

La organización designada por el Adjudicatario deberá ser descrita en su Plan de Seguridad y deberá contar con la aprobación por parte de FGC.

#### TCAMP-RQSS-15620 – Seguridad. Plan de seguridad

En fase de definición y contexto operativo, el Adjudicatario elaborará un Plan de Seguridad que deberá implementar, revisar y mantener durante toda la duración del Contrato.

El Plan de Seguridad deberá describir el conjunto de las tareas y disposiciones que el Adjudicatario toma para cumplir con los requisitos de seguridad del presente contrato.

Como mínimo, el Plan de Seguridad deberá incluir la definición de las actividades de seguridad que describe la norma EN 50126-1 (apartado 7.3.2.3) y que se listan a continuación:

- a. Política y la estrategia a seguir por el Adjudicatario para lograr la seguridad;
- b. Ámbito de aplicación del plan;
- c. Planificación de las actividades de seguridad a realizar;
- d. Ciclo de vida del proyecto, así como el análisis de seguridad, los procesos de ingeniería y la relación con la evaluación que ha de aplicarse durante el ciclo de vida, incluidos los procesos, para:
  - o Garantizar un grado adecuado de independencia del personal asignado a las diferentes tareas, proporcional a los riesgos del proyecto,
  - o Identificación y análisis de peligros,
  - o Evaluación de riesgos y su gestión continua,
  - o Criterios de aceptación de riesgos y la revisión de la aceptación de los mismos,
  - o Examinar la eficacia de las medidas de reducción de riesgos,
  - o Establecimiento y revisión continua de la adecuación de los requisitos de seguridad,
  - o Diseño del proyecto,
  - o Verificación,
  - o Validación para lograr la conformidad entre los requisitos del material rodante y su realización,
  - o Demostración de la conformidad del proceso de gestión con el plan de seguridad (como pudiese ser la realización de auditorías),

- Garantía de seguridad durante la parametrización del material (clasificación de seguridad de los parámetros de configuración, confianza en la seguridad del proceso de parametrización y herramientas utilizadas);
- e. Detalles de todos los entregables relacionados con la seguridad de las fases del ciclo de vida;
- f. Proceso a realizar para la emisión del Dossier de seguridad o caso de seguridad, teniendo en cuenta la jerarquía entre las actividades de seguridad del proyecto y la documentación;
- g. Proceso para la aprobación de la seguridad del proyecto, incluida la interfaz con FGC;
- h. Proceso para analizar el rendimiento del mantenimiento y la explotación, a fin de garantizar que la seguridad no se vea comprometida por desviaciones en la explotación y el mantenimiento asumidos;
- i. Proceso para el mantenimiento de la documentación relacionada con la seguridad;
- j. Proceso para la gestión del registro de peligros;
- k. Interfaces con otros programas y planes relacionados;
- l. Limitaciones e hipótesis establecidas en el plan;
- m. Disposiciones para la gestión de subcontratistas;
- n. Auditorías, evaluaciones y revisiones de seguridad periódicas a lo largo del ciclo de vida, adecuadas a la relevancia para la seguridad del proyecto, incluidos los requisitos de independencia del personal.

Si alguno de estos aspectos no pudiese estar definido en fase de definición y contexto operativo o fuese modificado en fases posteriores del ciclo de vida del proyecto, el Adjudicatario debería actualizar el Plan de Seguridad en cada momento que fuese necesario.

El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de las diferentes versiones del Plan de Seguridad por parte de FGC.

#### TCAMP-RQSS-14509 – Seguridad. Análisis preliminar de Riesgos (APR)

Al inicio de la fase de Análisis y valoración de riesgos del proyecto, el Adjudicatario deberá realizar un Análisis Preliminar de Riesgos (APR – PHA, Preliminary Hazard Analysis).

Mediante un análisis descendente, deberán identificarse los peligros potenciales del material rodante y las causas asociadas a dichos peligros, y relacionarse con los accidentes que podrían desencadenar, teniendo en cuenta el listado siguiente:

- Colisión frontal entre material rodante
- Colisión por alcance entre material rodante
- Colisión lateral entre material rodante
- Colisión entre material rodante y un vehículo
- Colisión entre material rodante y un obstáculo
- Colisión por infracción de gálibo
- Descarrilamiento

- Caída de una persona a la vía
- Golpe a una persona
- Atrapamiento / aplastamiento / corte
- Descarga eléctrica / electrocución
- Incendio
- Explosión
- Intoxicación

El Adjudicatario será responsable de completar este listado, en caso de que considere necesario considerar otros accidentes potenciales.

La identificación de los accidentes potenciales deberá basarse en la experiencia del Adjudicatario y en fuentes del sector (e.g. expertos en la materia, datos sobre accidentes, documentación de referencia y prestigio).

Deberá realizarse una valoración preliminar de los peligros, siguiendo los criterios de la matriz de clasificación del presente documento.

En base al análisis realizado, deberá establecerse un listado preliminar de requisitos de seguridad para garantizar la seguridad del tren en las siguientes fases del ciclo de vida del proyecto.

El APR deberá presentarse en forma de tabla.

El Adjudicatario deberá obtener la aceptación, tanto del formato como del contenido de su APR, por parte de FGC.

En caso de que la cobertura de un riesgo propuesta por el Adjudicatario no esté considerada como justificada por parte de FGC, FGC podrá proponer cambios en el diseño del tren y/o medidas de mitigación alternativas.

El procedimiento será iterativo hasta su validación por parte de FGC.

El Adjudicatario es responsable de entregar el APR con la suficiente antelación, que permita a FGC incluir cambios factibles de diseño.

#### TCAMP-RQSS-15296 – Seguridad. Estudios y documentación (AMFEC)

El Adjudicatario deberá analizar las consecuencias de los fallos en elementos individuales. Para ello, seguirá una técnica ascendente, basada en la metodología de Análisis de los Modos de Fallos, de sus Efectos y Criticidad (AMFEC).

Este análisis permitirá evaluar la gravedad de los modos de fallo e identificar las medidas de mitigación que el Adjudicatario prevea establecer para controlar el riesgo asociado. Asimismo, permitirá identificar los elementos críticos para la seguridad.

El AMFEC deberá presentarse en forma de tabla i deberá contener en sus diferentes columnas:

- Referencia del elemento que se estudia;
- Modos de fallo (puede haber varios);

- Causas de cada modo de fallo;
- Efectos correspondientes (a nivel de elemento, de subsistema, y sistema), así como las consecuencias de estos modos de fallos para la seguridad;
- Evaluación de la frecuencia y la gravedad de cada modo de fallo, para determinar la criticidad de dicho modo de fallo.
- Medidas para controlar cada riesgo (detección del fallo y medidas de mitigación para reducción del riesgo)

El adjudicatario deberá obtener la aceptación, tanto del formato como del contenido del AMFEC, por parte de FGC.

#### TCAMP-RQSS-14188 – Seguridad. Análisis en Árbol de Fallos (FTA)

En caso de que el APR y el AMFEC identifiquen eventos que, debido a la combinación de varias causas, puedan conducir a un accidente cuya categoría de gravedad sea "Catastrófico" o "Crítico", el Adjudicatario deberá realizar un análisis mediante Árbol de Fallos (FTA, Fault Tree Analysis).

Los diferentes Árboles de Fallos permitirán evaluar exhaustivamente las combinaciones de causas que pueden llevar a una situación peligrosa, identificando los caminos que provocan una situación indeseable.

Para la realización de estos análisis el Adjudicatario deberá emplear una herramienta software reconocida y/o anteriormente usada en el ámbito ferroviario

El Adjudicatario deberá obtener la aceptación, tanto de la herramienta usada, como el contenido de los FTA por parte de FGC.

#### TCAMP-RQSS-15715 – Seguridad. Asignación y demostración de los niveles de Integridad de Seguridad (SIL)

En caso de que existan funciones relacionadas con la seguridad que sean realizadas por medio de sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, se aplicarán los requisitos de las normas:

- EN 50128,
- EN 50657,
- EN 50129,
- EN 50126-1 y
- EN 50126-2.

El nivel de automatismo exigido para el tren es el correspondiente a GoA1 (según la EN 62290-1).

El ofertante deberá especificar las funciones de seguridad del tren según la norma EN 62290-2 y acordes al nivel de automatismo exigido.

El ofertante deberá aportar la justificación razonada de aquellas funciones indicadas en la EN 62290-2 que no considere aplicables.



El listado de funciones de seguridad consideradas deberá contar con aprobación por parte de FGC. Para la asignación de los Niveles de Integridad de la Seguridad (SIL, Safety Integrity Level) que deben cumplirse para cada función, el Adjudicatario tendrá en cuenta las disposiciones recogidas en el documento MODSafe WP 4 - D4.2.

El Adjudicatario deberá realizar una tabla de descripción de los parámetros de análisis del riesgo para cada función, asignando un THR por hora en función de la gravedad del riesgo considerada:

Gravedad de las consecuencias del riesgo	THR
Catastrófico	10-9
Crítico	10-8
Mínimo	10-7
Insignificante	10-6

El Adjudicatario deberá aportar un Informe de Asignación de niveles SIL, cumpliendo con las disposiciones, recogidas en MODSafe WP 4 - D4.2. Este informe deberá contar con la aceptación de FGC.

El Adjudicatario deberá aportar un Informe de Demostración de los niveles SIL y de los requisitos correspondiente en las normas citadas. Este informe deberá contar con la aceptación de FGC.

### 3.6.4.1 Registro de Peligros (Hazard Log)

TCAMP-RQSS-15680 – Hazard Log. Registro de Peligros.

Durante la fase de Análisis y valoración de riesgos, el Adjudicatario elaborará un Registro de Peligros (Hazard Log), que mantendrá actualizado durante toda la duración del Contrato.

El Registro de Peligros tiene por objetivo recopilar los resultados de los estudios y documentos relacionados con la seguridad del tren, para garantizar la trazabilidad y el correcto seguimiento de los riesgos.

El Registro de Peligros debe cumplir los requisitos del Reglamento de Ejecución (UE) Nº 402/2013 y la norma EN 50126-1 (apartado 7.4.2.2).

El Registro de Peligros es un documento vivo, cuya revisión debe ser continua.

El Adjudicatario deberá mantener y proporcionar a FGC el Registro de Peligros, para su gestión interna y, si es aplicable, su conformidad.

El Registro de Peligros actualizado deberá aportarse a FGC al menos cada 3 meses.

En los 12 meses antes de la puesta en servicio comercial de las primeras unidades, el Registro de Peligros actualizado deberá aportarse cada mes.

TCAMP-RQSS-15565 – Hazard Log. Tabla Registro

El Registro de Peligros consistirá en una tabla, adjunta como Anexo [Formato Registro de peligros (Hazard Log)], en el que se registrará la siguiente información:

ID	Nombre	Descripción
1	ID requisito	Número del riesgo identificado
2	Origen	Documento o análisis del que proceda el peligro identificado (Análisis Preliminar de Riesgos, análisis/estudios realizados por proveedores, peligros procedentes de requisitos de seguridad exportados, etc.)
3	Subsistema	Equipamiento afectado por el accidente potencial
4	Elemento	Elemento específico del subsistema afectado por el accidente potencial
5	Peligro	Detalla el peligro identificado
6	Riesgo	Definición del accidente potencial
7	Causa	Causa del accidente potencial
8	Nivel de riesgo inicial	Evaluación del riesgo antes de la adopción de medidas de mitigación
	a. Frecuencia	Frecuencia del accidente potencial, según la tabla de Categorías de frecuencia de ocurrencia de incidencias peligrosas.
	b. Gravedad	Consecuencias del accidente potencial, según la tabla <i>Categorías de gravedad</i> .
	c. Nivel de riesgo	Calificación del riesgo, según la tabla <i>Categorías de aceptación de los riesgos</i> .
9	Criterio de aceptación	El Adjudicatario identificará, para cada peligro registrado, el principio de aceptación de riesgo utilizado, según los <i>Criterios para aceptación de riesgos</i> .
10	Medida mitigadora	Descripción de la medida de mitigación que permite reducir la criticidad del riesgo a un nivel aceptable

ID	Nombre	Descripción
11	Requisito de seguridad	<p>Descripción del requisito de seguridad a cumplir, junto con la referencia del documento del que se extrae el requisito. Adicionalmente, esta información se incluirá en la pestaña "Requisitos de seguridad", de forma que el listado completo de requisitos sea fácilmente identificable</p>
12	Estado del requisito	<p>Se describirá si el requisito está implementado o pendiente de implementación</p>
13	Evidencia	<p>Referencia al documento que garantiza la implementación de la medida de mitigación considerada y explicación razonada del motivo por el que la evidencia contempla el requisito de seguridad considerado.</p> <p>Deberá permitir un riesgo como cerrado.</p> <p>Las evidencias de mitigación podrán ser documentos del siguiente tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Disposiciones constructivas,</li> <li>Disposiciones funcionales,</li> <li>Uso de equipos de seguridad intrínseca, Disposiciones ligadas a la detectabilidad de los fallos, Disposiciones normativas,</li> <li>Cálculos, Pruebas,</li> <li>Procedimiento de calidad, Procedimiento de mantenimiento, Procedimiento de operación.</li> </ul> <p>Adicionalmente, se incluirá en la pestaña "Evidencias" el documento considerado, junto con la información relativa a la fecha en la que este ha sido entregado al Organismo evaluador y/o la fecha de previsión de entrega, además de indicar el responsable encargado de coordinar la evidencia considerada.</p>
14	Nivel de riesgo final	<p>Evaluación del riesgo después de la adopción de las medidas de mitigación. Sólo se completará este campo en caso de que el principio de aceptación empleado sea la Estimación Explícita del riesgo. No será necesario en caso de aplicación de Códigos Prácticos o Sistemas de Referencia.</p>

ID	Nombre	Descripción
	a. Frecuencia	Frecuencia del accidente potencial, según la tabla de Categorías de frecuencia de ocurrencia de incidencias peligrosas.
	b. Gravedad	Consecuencias del accidente potencial, según la tabla <i>Categorías de gravedad</i> .
	c. Nivel de riesgo	Calificación del riesgo, según la tabla <i>Categorías de aceptación de los riesgos</i> .
5	Responsable implantación	Cada medida de mitigación estará asociada a un responsable que se encargará de su implementación
16	Estado	<p>El Adjudicatario concluye sobre el estado del peligro. Los estados pueden ser:</p> <p><b>Abierto:</b> estado inicial asignado cuando se identifica una situación peligrosa.</p> <p><b>Controlado:</b> el proceso de evaluación de riesgos se completó y se identificaron los requisitos de seguridad que, una vez implementados, serán suficientes para controlar el riesgo a un nivel aceptable.</p> <p><b>Exportado:</b> la situación peligrosa, su riesgo asociado y sus medidas de control han sido transferidas a otro actor (operador, mantenedor, etc.) que, después de su aceptación, asumirá la responsabilidad del cumplimiento de los requisitos de seguridad a su cargo, que permitan controlar el riesgo.</p> <p><b>Gestionado:</b> Si bien no se requieren acciones adicionales para la etapa de <i>implementación</i> (el cumplimiento y demostración de todos los requisitos de seguridad relacionados con el riesgo, así como cualquier otra acción asociada con el riesgo, han sido ya completadas satisfactoriamente), se debe tener en cuenta que algunos requisitos de seguridad sólo pueden implementarse completamente una vez que el material rodante esté en servicio comercial.</p> <p><b>Cerrado:</b> estado del riesgo que se ha eliminado por completo o no requiera tomar acciones adicionales.</p> <p>Para la puesta en servicio comercial del tren, todos los riesgos deben encontrarse en estado "Cerrado" o "Exportado".</p>

ID	Nombre	Descripción
17	Gestión compartida de riesgos	Se indicará SÍ o NO en función de que el riesgo haya sido o no exportado
18	Observaciones	Podrán incluirse las aclaraciones que se consideren necesarias para que el Registro de Peligros sea claramente comprendido

TCAMP-RQSS-14902 – Hazard Log. Valoración de riesgos y principios de aceptación.

El análisis y valoración de riesgos deberá clasificar los riesgos según las disposiciones de la norma EN 50126-1.

Deberá aplicarse la combinación de dos criterios:

- La frecuencia de ocurrencia o la probabilidad de ocurrencia de una incidencia o una combinación de incidencias peligrosas.
- La gravedad de las pérdidas resultantes del accidente (consecuencia del peligro).

TCAMP-RQSS-14656 – Hazard Log. Categorías de frecuencia de ocurrencia de incidencias peligrosas

La frecuencia de aparición u ocurrencia de las incidencias peligrosas deberán categorizarse del siguiente modo [**Categorías de frecuencia de ocurrencia de incidencias peligrosas**]:

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

TCAMP-RQSS-15456 – Hazard Log. Categorías de gravedad

Se definen los siguientes niveles de gravedad de un accidente causados por un peligro [**Categorías de gravedad**]:

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

TCAMP-RQSS-15400 – Hazard Log. Categorías de aceptación de los riesgos

Los riesgos identificados deberán ser categorizados en función de la frecuencia de ocurrencia y la gravedad del riesgo, de forma que se permita su clasificación para la toma de decisiones.

La categorización de aceptación del riesgo se obtendrá a partir de la siguiente matriz [**Categorías de aceptación de riesgos**]:

Frecuencia de ocurrencia de un accidente	Categorías de aceptación de riesgos			
<b>A. Frecuente</b>	No deseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
<b>B. Probable</b>	Tolerable	No deseable	Intolerable	Intolerable
<b>C. Ocasionalmente</b>	Tolerable	No deseable	No deseable	Intolerable
<b>D. Infrecuente</b>	Despreciable	Tolerable	No deseable	No deseable
<b>E. Improbable</b>	Despreciable	Despreciable	Tolerable	No deseable
<b>F. Extremadamente improbable</b>	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Tolerable
	<b>IV. Insignificante</b>	<b>III. Marginal</b>	<b>II. Crítico</b>	<b>I. Catastrófico</b>
	<i>Gravedad de un accidente</i>			

Las categorías de aceptación de riesgos a emplear, y las acciones a aplicar serán las siguientes:

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

De acuerdo a estas categorías, FGC no aceptará ningún riesgo cuya categorización sea de mayor criticidad que la clase "Tolerable"

#### TCAMP-RQSS-15572 – Hazard Log. Criterios para aceptación de riesgos

Cuando el análisis de riesgos determine que un riesgo es aceptable en términos generales (riesgos cuyas consecuencias son tan pequeñas que no es razonable aplicar medidas adicionales o no tiene consecuencias para la seguridad sino únicamente para la disponibilidad), el suministrador deberá aplicar métodos, procesos o criterios para demostrar o justificar que el riesgo se encuentra o se mitiga a un nivel aceptable para el sistema.

Los principios utilizados para la aceptación de los riesgos serán acordes a las disposiciones del Reglamento de Ejecución (UE) N° 402/2013 y la norma EN 50126-1.

La aceptación del riesgo del sistema evaluado se realizará utilizando uno o varios de los siguientes principios de aceptación del riesgo:

1. Aplicación de códigos prácticos
2. Comparación con sistemas similares.
3. Estimación explícita del riesgo

#### TCAMP-RQSS-14144 – Hazard Log. Criterios de aceptación. Aplicación de códigos prácticos

En la Aplicación de códigos prácticos (o Código de buenas prácticas, según EN 50126-1 y EN 50126-2), los códigos prácticos estarán basados en un conjunto de normas ampliamente reconocidas en el ámbito ferroviario, debiendo ser relevantes para el control de peligros del material rodante.

De forma general, el uso de este principio de aceptación de riesgos deberá cumplir con los requisitos del Reglamento de Ejecución (UE) N° 402/2013 (Anexo I, punto 2.3) y la norma EN 50126-2 (punto 8.3.1).

Para controlar un peligro mediante este método, los riesgos asociados a dicho peligro deberán ser considerados aceptables, lo que significa que no es necesario realizar un análisis más detallado.

Si uno o más peligros están controlados por códigos de buenas prácticas no es necesario aplicar otros principios de aceptación de riesgos para estos peligros.

Si la aplicación de un código de buenas prácticas no puede cubrir de manera aceptable el riesgo de un peligro concreto, éste se dividirá en dos partes, una mitigada por el uso de códigos de buenas prácticas y la otra mitigada por la utilización de otro de los criterios de aceptación.

En cualquier caso, el uso de un código práctico para mitigar un riesgo debe ser aceptado por FGC.

TCAMP-RQSS-14448 – Hazard Log. Criterios de aceptación. Comparación con sistemas similares.

Para usar la Comparación con sistemas similares como criterio de aceptación del riesgo, el sistema de referencia similar deberá cumplir lo siguiente:

- Demostrar que tiene un nivel de seguridad aceptable.
- Tener funciones e interfaces similares a las del material rodante suministrado.
- Haberse utilizado en condiciones operativas y condiciones de entorno similares a las definidas por FGC para este contrato.

De aplicarse este criterio, podrán considerarse aceptables los riesgos mitigados con las mismas medidas que ya han demostrado su validez en el sistema de referencia.

De forma general, las condiciones de utilización de este principio de aceptación de riesgos deberán cumplir con los requisitos del Reglamento de Ejecución (UE) Nº 402/2013 (Anexo I, punto 2.4) y la norma EN 50126-2 (punto 8.3.2).

En cualquier caso, la elección de un sistema similar tomado como referencia para la comparación a la hora de mitigar un riesgo debe ser aceptado por FGC.

TCAMP-RQSS-14191 – Hazard Log. Criterios de Aceptación. Estimación explícita del riesgo.

La Estimación explícita de riesgos tiene por objetivo estimar el riesgo y asegurar que éste sea aceptable.

La Estimación explícita de riesgos consiste en una estimación del nivel de probabilidad de ocurrencia del peligro (frecuencia) y de la gravedad de sus consecuencias, resultando en un nivel de riesgo.

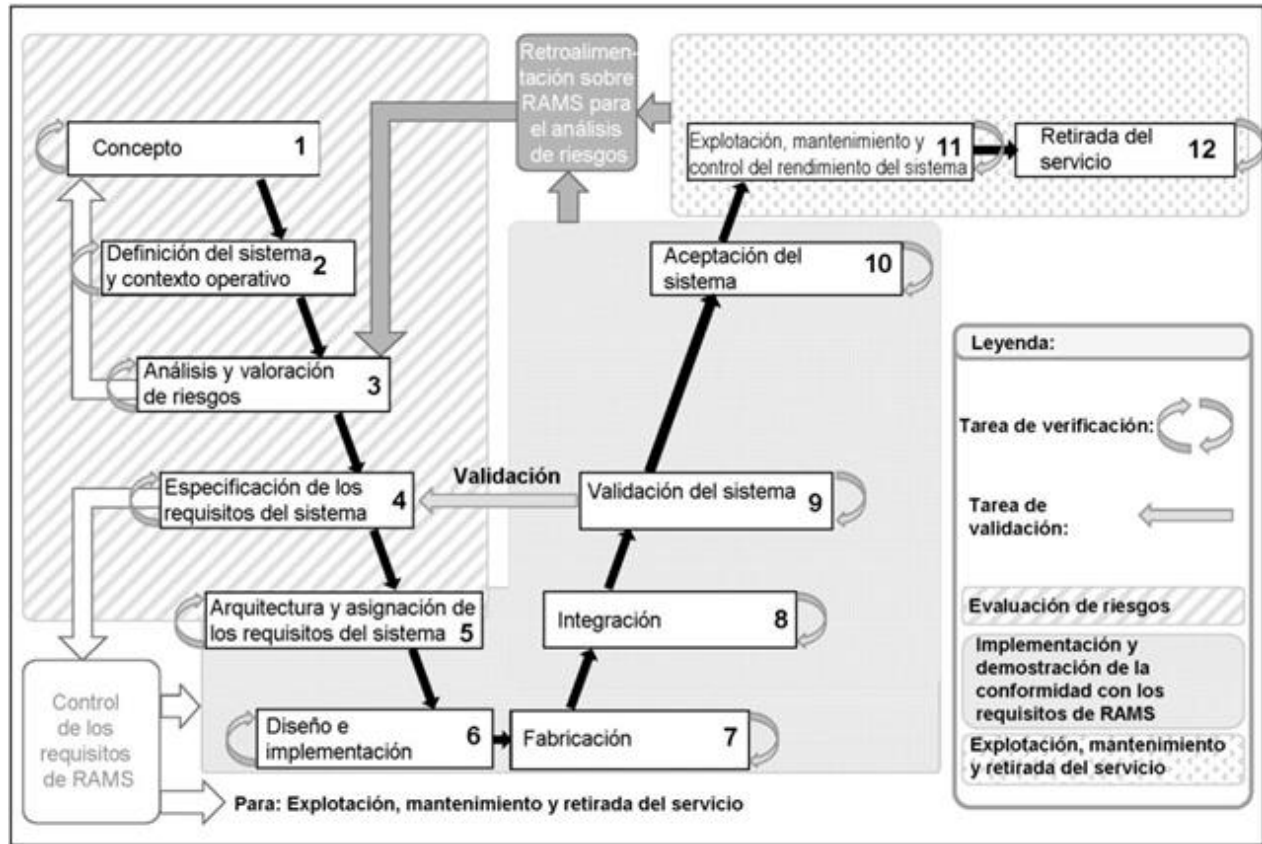
La estimación de la frecuencia de ocurrencia y la gravedad de un escenario de accidente deberá realizarse empleando la matriz Categorías de aceptación de riesgos.

Las condiciones de utilización de este criterio de aceptación de riesgos deberán cumplir con los requisitos del Reglamento de Ejecución (UE) Nº 402/2013 (Anexo I, punto 2.5) y la norma EN 50126-2 (punto 8.3.3).

TCAMP-RQSS-14494 – Hazard Log. Gestión del Registro de Peligros

El ciclo de vida completo del proyecto será concebido según la norma EN 50126-1 (figura 7):





El Registro de Peligros deberá pasar por las siguientes **etapas**:

Etapa	Nombre	Descripción
1	Establecimiento del Registro de Peligros del Tren	<p>Esta etapa comenzará en la Fase 3: Análisis y valoración de riesgos. Una vez realizado el APR, que ya recoge un listado de peligros con su clasificación inicial, se completarán los peligros potenciales y se recogerán en el Registro junto con el resto de campos necesarios. Tanto el APR como el Registro de Peligros serán entregados a FGC, que podrá proponer cambios en el diseño del tren y/o medidas de mitigación alternativas.</p> <p>El procedimiento será iterativo hasta su validación por parte de FGC</p>

2	Actualización del Registro de Peligros del Tren	<p>La etapa de actualización comenzará en la Fase 4: Especificación de los requisitos del sistema y continuará hasta la Fase 9: Validación del sistema inclusive.</p> <p>La actualización dependerá del resto de Análisis de seguridad que se vayan realizando, y de la información aportada por los diferentes suministradores para ser empleada como medida de mitigación o de los riesgos que vayan siendo transferidos a los mismos.</p> <p>El Adjudicatario deberá enviar las sucesivas actualizaciones del Registro de Peligros a FGC para su supervisión, quien podrá realizar comentarios y/o colaborar en la definición de las medidas de mitigación de los riesgos exportados que deba asumir.</p>
3	Evaluación final del riesgo	<p>Una vez identificadas todas las medidas de mitigación, incluidas las que debe implementar FGC, el Adjudicatario deberá realizar una evaluación final del riesgo.</p> <p>La evaluación final del riesgo deberá tener en cuenta todas las protecciones o mitigaciones de los peligros.</p>
4	Establecimiento de las evidencias de mitigación y seguimiento	<p>El Adjudicatario establecerá un listado de los documentos que evidencien la implementación de mitigación, y realizará un seguimiento de la implementación, con objeto de establecer el estado de cada uno de los peligros.</p> <p>Un peligro no se considerará cerrado hasta que todas las medidas de mitigación asociadas al mismo estén cerradas; es decir, hasta que todos los requisitos de seguridad estén debidamente validados, incluidos los que se han transferido al mantenimiento y operación del tren.</p>
5	Cierre del registro de peligros	<p>Al llegar a la <i>Fase 10: Aceptación del sistema</i>, el Registro de Peligros debe disponer de todos los riesgos en estado <i>Cerrado</i> o <i>Exportado</i>.</p> <p>Para dar por finalizado el Registro de Peligros se deberá contar con la evaluación conforme del Organismo de Evaluación.</p>

TCAMP-RQSS-15025 – Seguridad. Caso de seguridad (Safety Case)

El Adjudicatario deberá entregar un Caso de Seguridad (Safety Case) con la documentación que permita demostrar que el material rodante cumple con los requisitos de seguridad especificados en los estudios de seguridad realizados.

El Adjudicatario aportará diferentes versiones del Caso de Seguridad, en función de las diferentes etapas en las que se encuentre el proyecto:

- Caso de Seguridad – Versión a final de diseño. Esta versión debe demostrar que el diseño del tren permite cumplir con los requisitos de seguridad.

- Caso de Seguridad – Versión antes de las pruebas dinámicas. Esta versión debe demostrar que el tren puede iniciar las pruebas dinámicas con el nivel de seguridad esperado.
- Caso de Seguridad – Versión antes de la "Marcha en blanco". Esta versión debe demostrar que el tren puede iniciar la "Marcha en blanco" (puesta en servicio sin pasajeros) con el nivel de seguridad esperado.
- Caso de Seguridad – Versión para la Puesta en Servicio. Esta versión permitirá demostrar que el tren puede entrar en servicio comercial con un nivel de seguridad aceptable, cumpliendo todos los requisitos de seguridad.

Cada una de las versiones del Caso de Seguridad deberá ser evaluada por el Organismo de Evaluación y contar con la aprobación por parte de FGC.

El contenido y la estructura de la documentación del caso de seguridad se deben ajustar a los requisitos establecidos en la norma EN 50126-1, apartado 8.2.

TCAMP-RQSS-15589 – Seguridad. Acta de conformidad de cada unidad

Deberá realizarse un acta de conformidad para cada unidad, que permita garantizar que la unidad es conforme a la serie y, por tanto, cumple con lo establecido en el Caso de Seguridad.

TCAMP-RQSS-14189 – Seguridad. Gestión de requisitos de seguridad exportados hacia Operación o Mantenimiento

El Adjudicatario podrá pedir a FGC la exportación de requisitos de seguridad hacia la Operación o el Mantenimiento de los trenes, justificando que no puede mitigar un riesgo solo con el alcance del presente contrato.

El Adjudicatario deberá emitir un documento con el listado de Requisitos de Seguridad exportados hacia Operación o Mantenimiento, identificando:

- Los requisitos de seguridad para los cuales el Adjudicatario pide que sean exportados a operación (conductores de los trenes, operadores de a bordo, centro de control) o a mantenimiento;
- La identificación de dichos requisitos en los análisis de seguridad;
- Una breve descripción de las actividades de operación o mantenimiento que permitan cumplir con el requisito;
- La referencia exacta de las partes de los procedimientos de operación o de mantenimiento proporcionados por el Adjudicatario que permitan cumplir con estos requisitos exportados;
- La justificación de que la transferencia de los requisitos es necesaria, ya que el riesgo no puede cerrarse solo en base al suministro del Adjudicatario.

El listado de requisitos de seguridad exportados hacia Operación o Mantenimiento debe ser consistente con el Registro de Peligros (Hazard Log) del Adjudicatario.

FGC informará al Adjudicatario sobre la aceptación o no por escrito de cada uno de los requisitos de seguridad que el Adjudicatario pida que se transfiera.

- De forma previa a la aceptación de un requisito, el Adjudicatario deberá:
- Aportar el detalle de las actividades de operación y mantenimiento que permitan cumplir con dicho requisito.
- Detallar las actividades de control o mantenimiento a realizar, para que FGC pueda juzgar sobre la viabilidad de la realización de dichas actividades.
- Proporcionar los medios necesarios para que FGC pueda comprobarlo (explicación de procedimientos, vistas 3D, demostración sobre equipos...).

La viabilidad de la realización de las actividades condicionará la aceptación o no del requisito por parte de FGC.

En caso de que los requisitos de seguridad exportados hacia la operación y/o el mantenimiento necesiten la utilización de herramientas especiales o equipos de medición, el Adjudicatario deberá proporcionarlos a FGC, estando incluida esta provisión en el importe del Contrato.

El Adjudicatario deberá obtener la aceptación del listado de Requisitos de seguridad exportados hacia la operación o el mantenimiento por parte de FGC.

En ningún caso, el Adjudicatario podrá proceder al cambio de estado de un requisito "abierto" a "exportado" hasta que no cuente con la evidencia de aceptación de FGC.

En caso de que FGC no acepte uno o varios requisitos exportados, el Adjudicatario deberá proponer las adaptaciones que permitan que los requisitos estén aceptados por FGC, o medidas alternativas para mitigar el riesgo.

Para los Requisitos de Seguridad Exportados hacia Operación o Mantenimiento, el Adjudicatario indicará en la documentación de operación y mantenimiento las partes de los procedimientos que permitan cumplir con un requisito de seguridad. Estas partes irán marcadas con un símbolo, que se acordará entre el Adjudicatario y FGC.

En caso de que un requisito exportado esté aceptado por FGC y se requiera una actualización de los procedimientos de operación o de mantenimiento propios de FGC, será FGC quien se encargue de dicha actualización.

FGC presentará la actualización de estos procedimientos al Contratista, que deberá confirmar que la actualización de los procedimientos de FGC permite cumplir con los requisitos que ha exportado.

TCAMP-RQSS-15783 – Seguridad. Gestión de requisitos de seguridad exportados hacia otros equipos

El Adjudicatario podrá pedir a FGC la exportación de requisitos de seguridad hacia otros equipos en interfaz con su suministro, justificando que no puede mitigar un riesgo solo con el alcance del presente contrato.

El Adjudicatario deberá emitir un documento con el listado de Requisitos de Seguridad exportados hacia otros equipos, identificando:

Los requisitos de seguridad para los que se solicita exportación;

El origen de dichos requisitos en los análisis de seguridad

La justificación de que la transferencia de los requisitos es necesaria, ya que el riesgo no puede cerrarse solo en base al suministro del Adjudicatario.

FGC informará al Adjudicatario sobre la aceptación o no por escrito de cada uno de los requisitos de seguridad que el Adjudicatario pida que se transfiera.

En ningún caso, el Adjudicatario podrá proceder al cambio de estado de un requisito "abierto" a "exportado" hasta que no cuente con la evidencia de aceptación de FGC.

El listado de requisitos de seguridad exportados hacia otros equipos debe ser consistente con el Registro de Peligros del Adjudicatario.

El Adjudicatario podrá recibir requisitos de seguridad exportados hacia su suministro por otros equipos en interfaz.

#### TCAMP-RQSS-14783 – Seguridad. Listado equipos críticos para la seguridad

El Listado de los Equipos Críticos para la Seguridad es una lista de los elementos y sus características cuyo fallo tiene afectación directa sobre la seguridad global del material rodante.

El Listado de los Equipos Críticos para la Seguridad debe recopilar todos los equipos que puedan contribuir a un evento que pueda tener consecuencias de gravedad "Catastrófico" o "Crítico".

Los Equipos Críticos para la Seguridad deben haber sido previamente identificados a través de los estudios de seguridad realizados por el Adjudicatario.

El Listado de los Equipos Críticos para la Seguridad deberá incluir, para cada equipo, la información siguiente:

- Un identificador único para cada elemento crítico para la seguridad;
- La descripción del equipo, pudiendo ser un componente, un equipo, una interfaz, etc. El nivel típico de identificación de los equipos debe ser el nivel de equipo reemplazable en mantenimiento (tipo URL, Unidad Remplazable en Línea);
- La referencia del Estudio de Seguridad donde se identificó la criticidad del elemento;
- El riesgo potencialmente provocado por el elemento, y su criticidad, según el Análisis Preliminar de Riesgos;
- Descripción de las medidas de mitigación que se han tomado para la reducción del riesgo a un nivel aceptable;
- Las precauciones y controles que deben efectuarse en la fabricación, el montaje y la instalación de los equipos;
- Referencia de los planos y manuales de operación y mantenimiento que describen el elemento.

El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de este Listado por parte de FGC.

#### TCAMP-RQSS-14468 – Seguridad. Control de actividades de seguridad por parte de FGC

Todos los documentos de seguridad del Proyecto definidos en el presente documento deberán ser aprobados por FGC.

El proceso de aprobación de los documentos por parte de FGC es el definido en el pliego de condiciones técnicas.

FGC comprobará que cada uno de los documentos contiene el alcance y contenido mínimo que fija el presente documento y/o la normativa que le sea aplicable.

Adicionalmente, FGC podrá realizar auditorías de seguridad al Adjudicatario, bien en sus oficinas o en las de sus proveedores, según los aspectos relacionados con la seguridad que FGC desee auditar.

La aprobación por parte de FGC de los documentos de seguridad no disminuye la responsabilidad del Adjudicatario acerca de la seguridad de los trenes entregados en el ámbito del presente Contrato.

TCAMP-RQSS-15357 – Seguridad. Evaluación Independiente de la Seguridad.

El Adjudicatario deberá contratar un **Organismo de Evaluación** encargado de realizar una **Evaluación Independiente de Seguridad**.

La Evaluación Independiente de la Seguridad a realizar deberá garantizar que el material rodante se diseña, implementa y opera correctamente, asegurando una función segura en relación a la prevención de fallos sistemáticos que pudiesen afectar negativamente a la seguridad.

La Evaluación Independiente de la Seguridad deberá incluir una evaluación y dictamen sobre los aspectos específicos del proceso de gestión de la seguridad, garantizando que se han alcanzado los requisitos específicos a cumplir.

La Evaluación Independiente de la Seguridad deberá abarcar el proceso de gestión del riesgo definido en el Reglamento de Ejecución (UE) N° 402/2013 (Anexo I), y sus resultados.

El Organismo de Evaluación deberá evaluar:

I. Si el proceso de gestión de riesgos aplicado por el solicitante cumple con lo contemplado en el Reglamento de Ejecución (UE) N° 402/2013 (Anexo I). Asimismo se evaluará los resultados del proceso.

II. Si se cumple con la metodología descrita en la norma EN 50126-1

Para efectuar la evaluación independiente, el Organismo de Evaluación deberá cumplir las disposiciones del Reglamento de Ejecución (UE) N° 402/2013 (Artículo 6, punto 2):

- Asegurar que comprende perfectamente el proyecto, a partir de la documentación facilitada por el Adjudicatario;
- Efectuar una evaluación de los procesos seguidos en la gestión de la seguridad y la calidad durante el diseño y desarrollo del proyecto, garantizando el cumplimiento de las evaluaciones anteriores (puntos I y II);
- Efectuar una evaluación de la aplicación de los procesos relativos a la seguridad y la calidad durante el diseño y desarrollo del proyecto, garantizando el cumplimiento de las disposiciones del Reglamento de Ejecución (UE) N° 402/2013 y la normativa CENELEC aplicable.

El Organismo de evaluación podrá ayudar en la planificación de las actividades de evaluación, así como asesorar en la gestión de los riesgos de seguridad del proyecto.

FGC podrá mantener contacto directo con el Organismo de evaluación, con objeto de conocer el estado y los avances de la evaluación independiente. Asimismo, FGC podrá solicitar al Organismo de Evaluación las aclaraciones que sean necesarias respecto a los resultados obtenidos durante el desarrollo de la evaluación.

El Adjudicatario deberá entregar al Organismo de Evaluación la documentación de seguridad del proyecto, que incluirá toda la documentación generada a lo largo del proceso de gestión de la seguridad, así como cualquier otro documento que solicite el Organismo de Evaluación para emitir su valoración favorable.

El Adjudicatario será el responsable de obtener una valoración favorable del proceso de Gestión de la Seguridad realizado por parte del Organismo de Evaluación.

Para dar por finalizado el proceso de Gestión del Riesgo, éste deberá contar con la aprobación por parte de FGC , y con la valoración favorable por parte del *Organismo de Evaluación*

#### TCAMP-RQSS-14594 – Seguridad. Requisitos al Organismo de Evaluación

El **Organismo de Evaluación** deberá estar acreditado como Organismo Evaluador Independiente de Seguridad conforme a la ISO/IEC 17020.

La acreditación del Organismo de Evaluación deberá avalar la competencia técnica del Organismo para la realización de Evaluaciones Independientes de Seguridad en los subsistemas Material Rodante e Integración Segura, de conformidad con las normas:

- EN 50126-1,
- EN 50126-2,
- EN 50128,
- EN 50657,
- EN 50129,

Reglamento de Ejecución (EU) Nº 402/2013 modificado por Reglamento de Ejecución (EU) 2015/1136, Métodos Comunes de Seguridad para la evaluación y valoración del riesgo.

#### TCAMP-RQSS-15506 – Seguridad. Documentos a generar por el Organismo de Evaluación.

El Organismo de Evaluación deberá entregar los siguientes documentos:

- Plan de Evaluación Independiente de Seguridad
- Informes de Evaluación Independiente

##### Plan de Evaluación Independiente de Seguridad

Al inicio de la evaluación, el Organismo de Evaluación deberá definir la metodología, actividades y medios dispuestos para realizar la evaluación del proyecto.

El Plan de Evaluación Independiente de Seguridad deberá actualizarse cada vez que se produzcan cambios significativos que puedan tener implicaciones sobre el proceso de evaluación.

El Plan de Evaluación Independiente de Seguridad deberá contar con la aprobación por parte de el Adjudicatario, que debe comprometerse a cumplir las disposiciones aplicables del mismo y a tomar las medidas necesarias para que se pueda desarrollar adecuadamente la Evaluación Independiente de Seguridad.

El Plan de Evaluación Independiente de Seguridad contendrá como mínimo:

- La descripción de la organización designada por el Organismo de Evaluación para realizar los trabajos de evaluación, detallando sus funciones, responsabilidades y experiencia.
- La metodología que se seguirá para realizar la evaluación, detallando las actividades a realizar por parte del Organismo de Evaluación en cada fase del ciclo de vida.
- Los entregables que el Organismo de Evaluación emitirá en cada fase del ciclo de vida aplicable al proyecto, junto con una pequeña descripción de su contenido.
- La gestión de los hallazgos detectados.
- La metodología de coordinación que empleará con el Adjudicatario y, en caso necesario, con FGC.

El Plan de Evaluación Independiente de Seguridad deberá contar con la aceptación por parte de FGC.

#### Informes de Evaluación Independiente

El Organismo de Evaluación emitirá diferentes informes en función de la etapa en la que se encuentre el proyecto.

Cada Informe de Evaluación Independiente incluirá la evaluación de los requisitos funcionales y técnicos desde el punto de vista de la seguridad, mediante conclusiones claras y precisas.

En los Informes de Evaluación Independiente se identificarán los hallazgos detectados durante la evaluación, junto con el nivel de seguridad alcanzado por el proyecto.

En caso de ser aplicable, el Informe de Evaluación Independiente deberá detallar cualquier desviación o restricciones en el uso previsto.

En función de la fase de desarrollo del proyecto se emitirán los siguientes Informes de Evaluación Independiente:

- **Informe de evaluación de la etapa de Diseño.** Asociado a la entrega por parte del Adjudicatario del Dossier de Seguridad versión final de diseño y al completarse la "Etapa de Diseño" de la Evaluación, el Organismo de Evaluación emitirá un Informe de evaluación independiente de Diseño, con las conclusiones de los trabajos realizados hasta el momento. Incluirá aspectos relativos al Diseño (evaluación de la arquitectura de seguridad del proyecto y de la identificación de peligros, incluyendo la evaluación de los requisitos funcionales y técnicos desde el punto de vista de la seguridad).
- **Informe previo a las pruebas dinámicas.** De forma previa a la realización de las pruebas dinámicas, el Organismo de Evaluación emitirá un Informe previo a las pruebas dinámicas con las conclusiones de los trabajos realizados hasta el momento. En este informe se concluirá sobre la viabilidad del proyecto de forma previa a que se inicien las pruebas dinámicas.



- **Informe previo al inicio de la "Marcha en blanco"**. Tras la realización de las pruebas dinámicas, el Adjudicatario emitirá la documentación pertinente y realizará las modificaciones que sean necesarias en los documentos generados hasta el momento. Esta documentación será evaluada por el Organismo de Evaluación, que generará el preceptivo informe de evaluación, de forma previa al comienzo de la circulación en pruebas o "Marcha en blanco" (servicio comercial sin pasajeros).
- **Informe Final**. Una vez concluida la evaluación, de forma previa a la Puesta en Servicio del material rodante, el Equipo Evaluador del Organismo redactará el Informe Final de Evaluación Independiente, que contendrá aspectos relativos a la evaluación de la totalidad del proyecto. Este Informe especificará el ámbito cubierto por la evaluación independiente, así como sus limitaciones, y reflejará unas conclusiones muy claras acerca del nivel de seguridad alcanzado durante la evaluación del proyecto.
- **Informes de conformidad** para cada una de las actas de conformidad con la serie. El Organismo de Evaluación evaluará el contenido de las actas de conformidad emitidas por el Adjudicatario para cada unidad, con objeto de garantizar que cada unidad individual cumple con las disposiciones establecidas para la serie en el caso de seguridad.

Cada uno de los Informes de Evaluación Independiente especificará:

- el objeto y alcance cubierto por los mismos,
- la información detallada sobre las actividades de evaluación realizadas,
- los hallazgos y/o restricciones detectados,
- el nivel de seguridad alcanzado y
- los detalles sobre el cumplimiento de las disposiciones que sean aplicables del Reglamento de Ejecución (UE) 402/2013 y su modificación Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 y las normativas de Seguridad Ferroviaria EN 50126-1, EN 50126-2, EN 50128, EN 50657, EN 62290-2 y EN 50129.

Los Informes de Evaluación Independiente deberán contar con la aceptación por parte de FGC.

## **4 MANTENIMIENTO**

## 4.1 Introducción

### TCAMP-RQSS-15247 – Introducción

El presente capítulo, define el servicio de Mantenimiento, de los trenes objeto de la presente licitación.

Es un documento que integra las obligaciones, responsabilidades y garantías propias del servicio de mantenimiento, con independencia de las del suministro de los trenes.

### TCAMP-RQSS-31588 – Instalaciones para la realización del mantenimiento

El recinto donde se deberán realizar las operaciones de mantenimiento estará compuesto por las siguientes zonas principales:

- Edificio de mantenimiento de material móvil
  - Taller de mantenimiento del material móvil
  - Talleres de mantenimiento especializado para la reparación de componentes mecánicos y electrónicos
  - Almacén
  - Locales de servicios técnicos
  - Oficinas y vestuarios para el personal
- Cocheras
- Estación de servicio
- Zona de mantenimiento de estaciones fijas
- Dependencias del centro de control
- Subcentral eléctrica
- Otros espacios

A continuación, se listan los equipamientos previstos a incluir en el *taller de mantenimiento de material móvil*:

- 2 vías acondicionadas para el trabajo de mantenimiento incluyendo pasarelas elevadas y puentes grúa de 8T de capacidad
- 1 vía equipada con torno para el reperfilado de ruedas
- 1 vía baja bogies
- 1 vía para bogies
- 1 zona equipada para operaciones de pintura

La descripción de zonas principales y equipamiento del taller es a título orientativo, y no es vinculante.

#### TCAMP-RQSS-15653 – Requisitos a cumplir por el mantenedor

El Mantenedor debe estar en condiciones de certificarse para la función de la ejecución de mantenimiento de acuerdo con el reglamento UE 445/2011, prescribiéndose adicionalmente el cumplimiento de los siguientes apartados:

- Aseguramiento de los trabajos a efectuar sobre los órganos / sistemas y operaciones que se establecen como elementos y tareas relativas a la seguridad.
- La responsabilidad que tiene el Mantenedor para la ejecución del mantenimiento de informar a FGC sobre cualquier incidente o hecho inusual que afecte a los componentes / sistemas y operaciones establecidas como de seguridad con motivo del desarrollo de su actividad.
- La transmisión de la documentación de mantenimiento (Plan de Mantenimiento y Normas Técnicas de Mantenimiento) y de configuración del vehículo queda establecida en los sistemas informáticos de FGC en donde se mantendrán actualizados. El Mantenedor está obligado a consultar y a conocer dicha documentación.
- El Mantenedor deberá comunicar mediante informes técnicos a FGC todos los datos que aporten un adecuado retorno de experiencia, en concreto y cuando proceda en función del contrato:
  - Otra información requerida para la actualización del expediente de mantenimiento.
  - Documentación para una justificación de la correcta aplicación del Reglamento 402/2013 cuando esta se requiera.
  - Estudios técnicos de justificación de las propuestas de modificación al Plan de Mantenimiento.
  - Propuestas técnicas razonadas de cambios en el Plan de Mantenimiento al objeto de optimizarlo en función de la experiencia obtenida durante el mantenimiento.
  - Índices de fiabilidad técnica agregados y desagregados por sistema /componente. Estudio de causas de incidencias y averías y propuestas de mejora.

Todos los documentos elaborados por el Mantenedor deberán referirse a un Plan de Mantenimiento, intervención y órganos concretos de tal manera que sean trazables con la documentación técnica existente.

#### TCAMP-RQSS-14481 – Documentación acreditativa

Para la acreditación de la aptitud para el servicio del material mantenido, el Mantenedor deberá establecer un certificado de la intervención efectuada haciendo referencia al Plan de Mantenimiento en vigor y tipo de intervención, firmado por el Responsable Técnico de Mantenimiento habilitado.

El Mantenedor deberá informar del estado del parque de forma continua y acreditar el estado de las unidades.

Adicionalmente, conservará junto a dicho certificado la siguiente documentación acreditativa:

- La relación de las tareas efectuadas (código y descripción), operarios (identificación y firma) que la han efectuado y resultado de la operación informando de las actuaciones correctivas

llevadas a cabo. En el caso de que las tareas sean subcontratadas bien parcialmente o en su totalidad, en la documentación justificativa de estos trabajos se indicarán; datos de la empresa, habilitaciones/certificaciones según procedimiento, y la correspondiente acreditación de las operaciones del PM por la empresa subcontratada, en el mismo alcance y contenido indicado para este apartado de documentación acreditativa.

- Los registros o Fichas de Control con el resultado de las verificaciones o comprobaciones que se requieran durante la ejecución de las diferentes tareas de la intervención.
- Certificado firmado por el Responsable Técnico de Mantenimiento con habilitación en vigor, de que el material de repuesto utilizado cumple con los requerimientos de este Pliego de Condiciones Técnicas y se han sustituido aquellos materiales de cambio sistemático.
- Para las tareas que requieren de una capacitación específica del personal operativo, el nombre y apellidos del operario que ha ejecutado dicha intervención, empresa si fuera un recurso subcontratado y fecha en que obtuvo la habilitación.
- En el caso de que fueran necesarias, las restricciones de uso aplicables a los usuarios (empresas ferroviarias y administrador de infraestructura).

#### TCAMP-RQSS-14794 – Mantenimiento de la información técnica

En el objetivo de mantener actualizado el expediente de mantenimiento de cada vehículo, el Mantenedor deberá mantener actualizada toda la documentación acreditativa referida a las especificaciones técnicas del vehículo para requerir en la compra de materiales o en la subcontratación de servicios.

El resultado de las actividades y documentación generada en el mantenimiento del expediente de cada vehículo-serie se comunicará a FGC, con el objetivo de que los Sistemas de Información estén actualizados.

#### TCAMP-RQSS-31493 – Mantenimiento del Expediente Técnico

El Mantenedor deberá mantener el expediente técnico del Proyecto y mantener actualizados, en caso de realizar las modificaciones basadas en el Reglamento 402/3013 la siguiente documentación Técnica:

- Planos equipos
- Planos vehículo
- Esquemas equipos
- Esquemas vehículo
- Manuales descriptivos
- Normas Técnicas
- Hojas de revisión
- Instrucciones

- Manual de Conducción
- Plan de Mantenimiento

**TCAMP-RQSS-31494 – Planificación de Mantenimiento**

Será responsabilidad del Mantenedor la planificación de las tareas de mantenimiento según los criterios definidos en el Plan de Mantenimiento

**TCAMP-RQSS-15166 – Gestión de los Riesgos Técnicos**

Cualquier situación de amenaza de peligro que se detecte durante la ejecución de las operaciones de mantenimiento, serán comunicadas inmediatamente a FGC.

El Mantenedor deberá tener una trazabilidad de los documentos relativos a la Seguridad. Cualquier documentación generada de aplicación a las tareas y componentes de seguridad estará a disposición para su consulta por parte de FGC en el momento que lo requiera, manteniéndose el archivo de dicha documentación hasta que otra intervención igual o de mayor alcance sea efectuada o por un periodo mínimo de 10 años desde que fue efectuada la intervención.

## 4.2 Objeto

TCAMP-RQSS-14378 – Objeto

Constituye el objeto de las presentes Especificaciones Técnicas, la definición de los requisitos que debe cumplir el servicio de mantenimiento de los trenes objeto de la presente Licitación, con aportación de mano de obra y materiales, como se concreta en los apartados siguientes, con las siguientes finalidades básicas:

- La adecuada conservación del tranvía, definida como el mantenimiento de éste en estado de correcto funcionamiento, que permita a FGC prestar el servicio de transporte ferroviario con garantía total de seguridad, y la más alta calidad, en el régimen de explotación que en cada momento se estime más conveniente.
- Un óptimo nivel de confort.
- La disponibilidad del tren según se define en los apartados correspondientes en este Pliego
- La fiabilidad del tren según se define dentro de los límites establecidos en las presentes especificaciones
- La ausencia de averías que originen la paralización en vía del tren.

El mantenimiento del tranvía comprende el de todos sus órganos, elementos y equipos de todos los vehículos, sin excluir ningún sistema.

Todas las actividades de mantenimiento se realizarán de manera que no se vea afectado el gráfico de explotación que, en su momento, se establezca.

### 4.3 Alcance de los servicios de mantenimiento

#### TCAMP-RQSS-14683 – Mantenimiento preventivo

Se entiende por mantenimiento preventivo, el conjunto de operaciones programadas derivadas de las consistencias y ciclos específicos fijados en el Plan de Mantenimiento del propio tranvía y que el Mantenedor debe realizar con la frecuencia determinada en el mismo, de forma compatible con la explotación del material.

En el Pliego se indican los requisitos que debe cumplir la documentación de mantenimiento que el Mantenedor deberá aportar. El Mantenedor estará obligado a mantener actualizada toda la documentación hasta el fin del servicio de mantenimiento objeto de la presente Licitación.

El Mantenedor se compromete a realizar propuestas de mejora para la optimización permanente del Plan de Mantenimiento presentado por el Constructor, con entregas de dicho Plan actualizado y optimizado cada 2 años durante todo el periodo de aplicación del contrato de mantenimiento. Todo ello en función del comportamiento del material y de los resultados de su explotación, comunicando oportunamente a FGC, para su posterior seguimiento y control, las propuestas de actualización, debidamente argumentadas y evaluados los objetivos técnicos y económicos, así como el análisis de los posibles riesgos y su mitigación. Se exigirá el cumplimiento y aplicación de los procedimientos de gestión del riesgo según el Reglamento 402/2013 y su modificativo 1136/2015, siendo a cargo del Mantenedor todos los gastos derivados del proceso.

Para la optimización del Plan de Mantenimiento se requerirá la implantación, en la explotación del tranvía, de las más modernas tecnologías de mantenimiento, al objeto de conseguir:

- Reducción de los costes de mantenimiento.
- Incremento de los resultados de Fiabilidad y Disponibilidad.

La no realización de cualquiera de las intervenciones dará lugar a la paralización automática del vehículo con la consiguiente penalización.

#### TCAMP-RQSS-14368 – Mantenimiento correctivo

Se entiende por mantenimiento correctivo, todas las operaciones no programadas ni previstas, que, como consecuencia de la explotación de los trenes, sea necesario realizar para obtener un correcto funcionamiento de los vehículos y un adecuado nivel de confort, así como la reparación de averías de toda índole, incluidas las de las piezas de parque, que puedan surgir durante la explotación de los trenes, cuyo mantenimiento constituye el objeto de estas Especificaciones.

#### TCAMP-RQSS-14892 – Operaciones para el confort, conservación e imagen del material

El Mantenedor asume la obligación de mantener los vehículos en un óptimo nivel de confort, de acuerdo con la imagen de servicio que el cliente espera. El nivel de confort percibido por el cliente debe ser el mismo, independientemente de la consistencia de la operación de mantenimiento que se le haya realizado al material.



Cualquier vehículo que a su puesta a disposición para el servicio comercial no alcance el nivel de confort exigido, se considerará como no disponible a todos los efectos, por lo que se aplicarán las penalizaciones que se fijen por incumplimiento del índice de disponibilidad, independientemente de que por razones de escasez de trenes fuera necesario que prestara servicio.

Todas las pegatinas iniciales, señalética interior y exterior, o las que FGC decida incorporar, así como su reposición a lo largo de la duración del contrato de mantenimiento del tren, serán por cuenta y cargo del Mantenedor.

El Mantenedor efectuará la reposición de láminas de protección, seguridad y solares.

#### TCAMP-RQSS-14227 – Reparación y cobertura de accidentes, vandalismos y limpiezas

Se entiende por reparación de un accidente o de un acto vandálico a la normalización, tanto técnica como funcional como estética, de cualquier desperfecto o degradación de origen externo causado en el tren por causas no imputables al Mantenedor, tanto interior como exterior.

Se entiende por limpieza a la normalización del tren tras el arrollamiento de personas o animales, o tras la detección de grafitis en las UT.

Se considerarán dentro de este capítulo todos los accidentes, actos vandálicos, correcciones de vulnerabilidades, limpiezas traumáticas, y limpiezas de grafitis y cuyo importe unitario de reparación (mano de obra, materiales y/o servicios del exterior) no exceda de 100.000 €.

Para cubrir el importe de estos trabajos se dotará un fondo global anual, llamado *cobertura de accidentes*, por importe resultante de multiplicar 0,20 €/km por cada UT que conforme la flota de trenes.

La *Cobertura de accidentes* queda incluida en la contraprestación económica.

Si transcurrida una anualidad, el montante anual previsto fuese superado por el montante real aplicado, la diferencia será abonada por FGC. En caso contrario, el remanente generado será tenido en cuenta para la anualidad siguiente o aplicado, a criterio de FGC, en intervenciones no incluidas en el precio de mantenimiento.

FGC se reserva el derecho de liquidar anualmente el remanente del fondo global.

#### TCAMP-RQSS-15147 – Asistencia técnica en línea

Para la ejecución del servicio de asistencia técnica en vía o cualquier tipo de accidentes, el Mantenedor dispondrá del personal adecuado y con la formación suficiente para atender a los vehículos objeto de la Licitación.

#### TCAMP-RQSS-15316 – Asistencia a incidencias, accidentes y socorros

En caso de sufrir alguno de los tranvías una incidencia, accidente, o necesidad de socorro en vía, el Mantenedor deberá dar soporte inmediato vía telefónica y, si fuera preciso, realizar el acondicionamiento del vehículo accidentado y/o averiado para su traslado al Taller de reparación, y definir las condiciones de circulación para su traslado.

En estos casos, el Mantenedor aportará con carácter urgente, los medios humanos y técnicos necesarios para colaborar con los organismos responsables en la resolución de incidentes, accidentes y socorros que se produzcan. En estos supuestos, el Mantenedor colaborará durante el traslado posterior de los vehículos al centro de mantenimiento correspondiente, si ello fuera necesario.

El Mantenedor dispondrá los medios humanos formados y en situación de localizables, que actuarán a requerimiento de FGC con independencia de las causas de los accidentes.

TCAMP-RQSS-31586 – Mantenimiento equipos SAE instalados en vía

El Mantenedor deberá realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los elementos/equipos en vía requeridos para la localización (SAE) de los vehículos.

Las incidencias y la falta de disponibilidad del servicio causados por los elementos/equipos en vía del SAE, serán contabilizados como averías e incidencias del material móvil.

#### **4.4 Otros servicios de mantenimiento**

TCAMP-RQSS-15449 – Seguimiento de las garantías de construcción

En relación con las averías surgidas durante el período de garantía del tren, según PPT, el Mantenedor seguirá detalladamente la aparición de estas averías y las soluciones adoptadas, llevando las estadísticas precisas para la evaluación de los valores contractuales correspondientes.

El Mantenedor, con el fin de preservar la explotación prevista de los tranvías y la disponibilidad, fiabilidad y confort exigibles en su mantenimiento, gestionará la realización de los trabajos necesarios por parte del Constructor Adjudicatario o Suministrador responsable de esa garantía.

En cualquier caso, el Mantenedor queda obligado a cumplir esas funciones, debiendo vigilar y comunicar a FGC, inmediatamente, cualquier anomalía y, especialmente, aquellas que impidan o pudieran impedir, la realización de la explotación prevista, en cuanto a los conceptos de disponibilidad, fiabilidad y confort exigibles, así como efectuar el seguimiento de las averías que se vayan produciendo.

TCAMP-RQSS-14597 – Obsolescencia de equipos y repuestos

En relación con las obsolescencias de equipos y repuestos surgidas durante el período de garantía del tren, será lo establecido en el PPT. Con independencia de ello, el Mantenedor seguirá detalladamente la aparición de estas averías y las soluciones adoptadas por el Constructor Adjudicatario.

Una vez transcurridos los periodos establecidos el Mantenedor se compromete a estudiar conjuntamente con FGC y a aportar las soluciones correspondientes, en los casos de obsolescencia que se pudieran producir durante la vigencia del Contrato de Mantenimiento.

El Mantenedor será responsable de la gestión de la obsolescencia y por tanto deberá tener asegurado el repuesto de piezas originales o equivalentes del tren durante todo el periodo de vigencia del servicio de mantenimiento objeto de la presente Licitación.

Para los supuestos contemplados se exigirá el cumplimiento y aplicación del Reglamento 402/2013 y su modificativo 1136/2015, siendo el Mantenedor el proponente del cambio y por tanto el responsable del desarrollo, validación e instalación de las modificaciones en los vehículos. Serán a cargo del Mantenedor todos los gastos derivados del proceso.

En cualquier caso, el Mantenedor estará obligado a disponer y mantener un sistema de gestión de la obsolescencia de acuerdo a lo indicado en la norma IEC 62402.

TCAMP-RQSS-14415 – Suministro de consumibles fácilmente degradables y extracción de aguas negras

El Mantenedor debe asegurar el suministro a los vehículos de los elementos de consumo normal:

- Agua (e.g. para el limpiaparabrisas)
- Aceites,
- Grasas,
- Arena para los areneros,
- Dotación de los elementos reglamentarios a la puesta en servicio (megáfonos y baterías de los mismos, chalecos reflectantes, etc.

El Mantenedor se compromete a la comprobación de la existencia, reparación y reposición de elementos deteriorados o cuya falta sea manifiesta a la salida de los vehículos del taller, cargando el costo de los materiales a la franquicia de vandalismo que se establece en el presente Pliego.

Dichas comprobaciones y reposiciones, en su caso, deberán realizarse a la salida del vehículo de cualquiera de las revisiones de Mantenimiento Preventivo o Correctivo que se realicen.

TCAMP-RQSS-14235 – Intervenciones no programadas o en lugares no previstos, o en circunstancias especiales

Cuando sea preciso y en especial en fechas o circunstancias singulares, por puntas de tráfico, condiciones atmosféricas, problemas en instalaciones, conflictividad laboral, etc. y a petición de FGC, el Mantenedor tomará las medidas necesarias para garantizar el servicio, como acompañamiento de los trenes, desplazamiento de personal a estaciones, intervenciones en línea, etc. Estas operaciones estarán incluidas en el precio de mantenimiento.

El Mantenedor, en caso de un comportamiento inadecuado del material, con averías repetitivas, independientemente del origen de las mismas, que pudieran comprometer el cumplimiento de los índices que regulan el nivel de prestación de servicio, se compromete ante la solicitud de FGC, a disponer, en un tiempo inferior a 24 horas, de personal técnicamente cualificado en todos los lugares que se estimen convenientes con el fin de asegurar los niveles de calidad, disponibilidad y servicio que se contemplen en el Contrato que regule la prestación del servicio.

## TCAMP-RQSS-14344 – Disposición de las UT

El Mantenedor deberá recoger y tener dispuestos en orden de marcha en un lugar del taller, depósito, estación de servicio o playa de vías preestablecido por FGC, los tranvías que se encuentren en las instalaciones de mantenimiento que vayan a prestar servicio comercial, con la antelación que FGC determine en cada caso.

## TCAMP-RQSS-31557 – Movimientos en instalaciones de mantenimiento

El Mantenedor será el responsable de la realización de todos los movimientos de UT en instalaciones de mantenimiento, desde y hasta el punto de recogida/entrega de los tranvías.

## TCAMP-RQSS-31556 – Movimientos en taller y disposición de UT

El Mantenedor será el responsable de la realización de todos los movimientos de UT en el taller.

El Mantenedor deberá recoger y disponer las UT para el servicio comercial en un lugar del taller, depósito, estación de servicio o playa de vías preestablecido por FGC.

## TCAMP-RQSS-14445 – Coordinación

Para la programación de servicios y cambios a efectuar por necesidades de la explotación, así como para la resolución de problemas de toda índole, el Mantenedor mantendrá contacto permanente, 24 horas, 365 días al año, con los responsables de la coordinación de dichos servicios por parte de FGC.

La programación de las intervenciones de segundo nivel, así como las de mayor estadía de primer nivel y resto de actuaciones a acometer en los vehículos (garantía, modificaciones, etc.) que supongan estadías importantes, se planificarán con la antelación suficiente para que se puedan compatibilizar las diferentes actuaciones con el servicio comercial programado. Tal planificación se informará a FGC.

## TCAMP-RQSS-31568 – Actualización software y licencias embarcados y puesto tierra

El Mantenedor deberá mantener actualizado todo el *software* del Proyecto. Deberán abordarse con especial urgencia las actualizaciones de software vinculadas a la seguridad y la ciberseguridad.

El coste recurrente o de mantenimiento de las licencias del *software*, si las hubiera, será a cargo del Mantenedor.

Debe entenderse que forma parte del alcance de este requisito todo el *software* de todos los equipos embarcados, en servidores del puesto de tierra, equipos para acceder a los equipos embarcados, etc. proporcionado por el Adjudicatario para la prestación de los servicios objeto de esta licitación (e.g. servidor del SIV, servidor del SAE, monitorización de la ciberseguridad).

## TCAMP-RQSS-15629 – Recogida de datos de los equipos de registro jurídicos y de diagnóstico de tren

El Mantenedor extraerá los datos de los registradores jurídicos del tren, de acuerdo con las instrucciones de FGC.

Estas operaciones se deberán realizar dentro de las tareas habituales de mantenimiento.

El Mantenedor se compromete a disponer en el Taller el hardware necesario para poder establecer comunicación con el sistema de control y diagnóstico de manera remota y, siempre que los sistemas lo permitan, de cara a realizar el análisis de las averías.

#### TCAMP-RQSS-15695 – Actualización del sistema SIV

Será por cuenta del Mantenedor introducir las modificaciones de software o, a solicitud de FGC, la carga de contenidos en los equipos de información al viajero para que la información que se emita a bordo de los tranvías, tanto por megafonía, paneles exteriores e interiores, sistema de video información sea la adecuada al servicio prestado.

#### TCAMP-RQSS-14320 – Actualización de la documentación

El Mantenedor deberá actualizar y mantener viva toda la documentación técnica referida al tren. Todas las actualizaciones y modificaciones serán presentadas a FGC para su aceptación.

#### TCAMP-RQSS-14133 – Modificaciones

Las modificaciones para corregir el mal funcionamiento de equipos nuevos en período de garantía serán a cargo del Constructor Adjudicatario, por lo que el Mantenedor deberá aflorar su necesidad y gestionar su realización durante dicho período o bien asumirlas posteriormente sin coste adicional para FGC.

Las modificaciones que sean necesarias para mejorar la funcionalidad y fiabilidad de los equipos y las que representen mejoras para el mantenimiento serán asumidas y a cargo del Mantenedor, y previa aprobación de FGC.

Cuando las modificaciones sean propuestas por el Mantenedor se exigirá el cumplimiento y aplicación del Reglamento 402/2013 y su modificativo 1136/2015, siendo el Mantenedor responsable del desarrollo, validación e instalación de las modificaciones en los vehículos. Serán a cargo del Mantenedor todos los gastos derivados del proceso.

#### TCAMP-RQSS-31492 – Mantenimiento taller

El Mantenedor será el responsable de:

- Mantenimiento del edificio de mantenimiento de material móvil
- Sus instalaciones y equipamientos
- Limpieza de las instalaciones

durante los 15 años de duración del contrato, así como del cumplimiento de toda la normativa técnica y reglamentaria aplicable.

## 4.5 Inspección y control

TCAMP-RQSS-15735 – Inspección y control

FGC se reserva todas las facultades para inspeccionar, vigilar y controlar la ejecución de los servicios contratados y de los medios que debe aportar el Mantenedor para el correcto cumplimiento de las obligaciones derivadas de las presentes especificaciones. Dichas facultades podrán ser ejercidas directamente por FGC o por terceros.

A estos efectos, el Mantenedor dará a FGC las máximas facilidades para que pueda ejercitar las mencionadas facultades de inspección y control sobre la prestación de los servicios, suministrando al personal inspector cuantos datos solicite.

Asimismo, el Mantenedor prestará la máxima colaboración para la realización de las pruebas, ensayos y retornos de experiencias que FGC pueda solicitar cuando lo estime conveniente.

El Mantenedor facilitará a FGC, por canal informatizado, el informe diario de las intervenciones realizadas sobre cada uno de los vehículos reflejando la relación de averías ocurridas, indicando origen, actuación, resultados obtenidos y cuanta información relativa al mantenimiento y explotación se solicite.

Además, el Mantenedor entregará en la primera quincena de cada mes y como un requisito adicional para la aceptación de la factura del periodo, un "Informe Mensual de Actividad" cuyo alcance será definido en fase de ejecución del proyecto, y podrá ser modificada por FGC durante el periodo de desarrollo del contrato, de acuerdo con sus necesidades de información.

Durante la semana siguiente a la entrega del "Informe Mensual de Actividad", se realizará una reunión de seguimiento donde se imputarán las incidencias y se realizará seguimiento del alcance del contrato.

Ante cualquier incidencia, el Mantenedor deberá elaborar:

- un informe preliminar, en un plazo no superior a 12h des de la incidencia, con el descriptivo de la causa de la incidencia y el descriptivo de la intervención realizada.
- un informe completo de la incidencia, en un plazo no superior a 48h des de la incidencia, en el cual se indique:
- un mayor detalle de la causa de la incidencia y las intervenciones realizadas,
- averías similares sufridas hasta el momento, tanto por el vehículo como por la serie, y
- las acciones a implementar para evitar su repetición.
- Registros

Además, en situación de colisión, descarrilo, alcance, etc... el Mantenedor deberá facilitar, en un plazo no superior a 30min des de la incidencia, los siguientes datos de la UT:

- Últimas revisiones de mantenimiento de cada tipo realizadas
- Los últimos parámetros de rueda registrados
- Km actualizados

- Datos de contexto de los equipos involucrados

## 4.6 Medios para la prestación de los servicios

### TCAMP-RQSS-14672 – Instalaciones

En la Oferta se deberá describir las instalaciones que debe tener el taller para la correcta realización de todas las tareas de mantenimiento requeridas en este pliego.

Los daños causados en los vehículos o en el taller debidos al uso inadecuado o negligente de las instalaciones serán responsabilidad del Mantenedor.

### TCAMP-RQSS-14337 – Desarrollos informáticos para el mantenimiento

El Mantenedor aportará un sistema informático de gestión del mantenimiento.

A este fin, el Mantenedor se compromete a desarrollar e instalar en el plazo de seis meses desde la firma del contrato una interfaz entre su sistema informático y el de FGC para que el sistema de FGC pueda contar con los datos que precise en tiempo real.

Asimismo, el Mantenedor llevará el control y seguimiento de las averías, incidencias y comportamiento del tren de forma automatizada mediante el sistema de control y diagnóstico del tren, debiendo extraer la información necesaria para su tratamiento y gestión.

Adicionalmente, durante los servicios comerciales de los trenes, el Mantenedor deberá llevar un control informatizado a distancia y en tiempo real de aquellas variables críticas que hayan sido monitorizadas en el tren, así como un sistema de diagnóstico remoto en caso de averías en línea.

Todo ello en función de los requisitos solicitados conforme al sistema de control y diagnóstico del PPT.

También se deberá controlar mediante el sistema informático el estado actualizado de las piezas de parque, y los equipos sometidos a control.

En todo caso, será responsabilidad del Mantenedor aportar todos los desarrollos informáticos que sean necesarios para cumplir los objetivos de mantenimiento fijados en la presente licitación, los cuales estarán a disposición de FGC durante la vigencia del Contrato y pasarán a ser de su propiedad al término del mismo o en caso de resolución.

El Mantenedor no podrá ceder datos a ninguna empresa, ni siquiera al Constructor Adjudicatario de los trenes, sin el consentimiento expreso de FGC.

### TCAMP-RQSS-31466 – Software de Seguimiento para el Mantenimiento

El Mantenedor podrá contar con herramientas Software de Seguimiento del vehículo en Tiempo Real del estado de los vehículos, para tareas de Mantenimiento preventivo y correctivo (SSTRM).

En caso de implementar un SSTRM, aplican los siguientes requisitos:

- Para obtener los datos del SSTRM, el Mantenedor deberá utilizar:
  - un equipo embarcado ajeno a la conducción y control del vehículo,
  - la Red del Tren, conectado a la red OMTS.
  - la conexión tren-tierra de banda ancha existente, y
  - alojamiento intermedio de los datos, en formato abierto, en los servidores de FGC



- Todos los datos utilizados por el SSTRM deben poder ser inspeccionados de forma automática y ser auditables por FGC.
- Está explícitamente excluida la posibilidad de implementar un sistema de comunicaciones móviles paralelo al contemplado en este pliego.
- Todos los datos mostrados y generados por el SSTRM deberán ser replicados periódica y automáticamente en los servidores de FGC, mediante el sistema que FGC indique en fase de Proyecto.
- El SSTRM deberá cumplir con lo dispuesto en la LOPD, referente a los datos almacenados de usuarios y vehículos.
- El Mantenedor no repercutirá coste alguno de licencias u otros costes del servicio de SSTRM a FGC.

#### TCAMP-RQSS-31425 – Seguimiento Informatizado de Incidencias y mejoras en Mantenimiento

El Mantenedor deberá disponer de un Servicio Informatizado de Gestión de Incidencias (ITS, *Issue Tracking System*) de como mínimo las mismas características y prestaciones que el proporcionado por el Adjudicatario en fase de Proyecto.

El ITS deberá dar respuesta al seguimiento de incidencias de diseño, implementación, software, etc. y propuestas de mejora del tranvía, durante la duración del Contrato.

Al finalizar el Contrato, el Mantenedor deberá migrar todo el ITS a los servidores y formatos que FGC indique.

#### TCAMP-RQSS-14314 – Personal

El Mantenedor deberá presentar el volumen del personal con dedicación exclusiva, tanto de mano de obra directa como indirecta, y su distribución por especialidades, que considere necesario para la ejecución de los servicios de mantenimiento objeto de la presente licitación.

Asimismo, deberá presentar una **Matriz de Competencias**, con el detalle de las cualificaciones técnicas y habilitaciones con el fin de garantizar la perfecta ejecución del servicio de mantenimiento.

Adicionalmente aportará la relación de recursos tecnológicos, listado de subcontratistas, así como los equipos a mantener y reparar por cada subcontratista (si procede) que propone como apoyo complementario al personal ofertado. En todo caso, los subcontratistas del Mantenedor deberán ser aprobados por FGC.

Cualquier variación, tanto del organigrama, de la matriz de competencias o del listado de subcontratistas, deberá ser comunicada a FGC para su aprobación.

En fase de oferta se deberá presentar la organización del mantenimiento, el organigrama previsto y los recursos dedicados a la actividad.

#### TCAMP-RQSS-14212 – Gestión de las piezas de parque

El Mantenedor estará obligado a realizar todas las operaciones de mantenimiento sobre las piezas de parque del presente contrato, siendo de su responsabilidad la conservación y en su caso la actualización de dicho stock en correcto estado operativo para la realización del mantenimiento de los vehículos.

El mantenimiento, la reparación y la reposición de las Piezas de Parque, será realizado por cuenta del Mantenedor y su importe está incluido en el precio de mantenimiento. A la finalización del contrato las Piezas de Parque serán entregadas a FGC con la reparación general correspondiente realizada.

#### TCAMP-RQSS-14562 – Repuestos

Todos los materiales para la ejecución de este Contrato, incluidas piezas de repuesto y consumibles, serán por cuenta y cargo del Mantenedor.

El Mantenedor será responsable de gestionar, mantener y adecuar a las necesidades del mantenimiento de los trenes el inventario del almacén.

FGC tendrá puntual conocimiento del inventario del almacén, en caso de que se requiera.

#### TCAMP-RQSS-15155 – Utillaje y otros medios

Todos los utillajes y medios técnicos complementarios para la ejecución de este Contrato serán por cuenta y cargo del Mantenedor.

El Mantenedor será responsable de gestionar, mantener y adecuar a las necesidades del mantenimiento de los trenes los utillajes y medios técnicos complementarios.

FGC tendrá puntual conocimiento del inventario de utillajes y medios técnicos complementarios, en caso de que se requiera.

## 4.7 Disponibilidad y fiabilidad

TCAMP-RQSS-15175 – Fiabilidad definición

Para el cálculo de la fiabilidad se aplicarán las mismas definiciones, los mismos índices, y la misma clasificación de incidencia que durante la garantía del proyecto de suministro de trenes.

TCAMP-RQSS-15434 – Valores garantizados. Mantenimiento.

Durante todo el período de vigencia del Contrato de Mantenimiento, los valores garantizados de disponibilidad y fiabilidad serán los siguientes:

Índice	Descripción	Valor (caso más restrictivo)
IDG	Índice de Disponibilidad de Gráfico	100%
MKBSF	Fiabilidad de Servicio	15.000 km, o El mejorado en fase de oferta.
MKBF	Fiabilidad Intrínseca (global y por grupo funcional)	El indicado en fase de oferta.
MKBCF	Fiabilidad de Confort	10.000 km, o El mejorado en fase de oferta.

Los índices deberán ser calculados en periodos mensuales y periodo acumulado en TAM y reportados en el Informe Mensual de Actividad.

TCAMP-RQSS-15134 – Control de resultados

El Mantenedor deberá introducir todas las incidencias y averías en el sistema SAP de FGC.

Se llevará un control, por medio de un registro informático en el sistema de control de gestión del mantenimiento, en el que se consignará el historial de las incidencias y averías que afectan o se refieran a los índices de fiabilidad y disponibilidad.

En el caso de diferencias de interpretación, FGC decidirá de forma justificada la imputación, salvo en aquellos casos en los que el Mantenedor aporte elementos objetivos, relevantes y suficientes para justificar su criterio.

Los índices de Fiabilidad y Disponibilidad serán evaluados anualmente por FGC.

## 4.8 Paralización en vía

TCAMP-RQSS-14432 – Paralización en vía

El Mantenedor asegurará por todos los medios a su alcance, la ausencia de averías que originen la paralización en vía de los vehículos objeto de la Licitación por un tiempo superior a 5 minutos. El tiempo de medida de la paralización comenzará a contar desde el momento en que se produzca la comunicación al Mantenedor, interrumpiéndose su cómputo en el momento en que el personal de asistencia técnica, o bien el propio maquinista, siguiendo las indicaciones de éstos, consiga la adecuación del vehículo para la circulación.

El Mantenedor asegurará el correcto funcionamiento del Sistema de Control y Diagnóstico del Tren, para que informe en tiempo real al propio Mantenedor y a FGC, de todas aquellas deficiencias de funcionamiento que detecten los sistemas de diagnóstico embarcados.

El Mantenedor se compromete a utilizar este Sistema de Control y Diagnóstico del Tren, de forma que en el momento en que se produzca una paralización en vía por avería técnica del tren, se informe al servicio de Asistencia en Vía en tiempo real.

A efectos de penalización, las paralizaciones en vía se clasificarán en función del tiempo:

- Cualquier avería técnica que genere una paralización en vía superior a 5 minutos e inferior o igual a 15 minutos.
- Cualquier avería técnica que genere una paralización en vía superior a 15 minutos e inferior o igual a 30 minutos.
- Cualquier avería técnica que genere una paralización en vía superior a 30 minutos e inferior o igual a 45 minutos.
- Cualquier avería técnica que genere una paralización en vía superior a 45 minutos.