



PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Contracte relatiu a:

Adquisició d'un vehicle de fresat de carril per a les línies de
F.M.B

De:

FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA, S.A.

Expedient número: 14849034

Plec aprovat segons data d'Acta d'Aprovació de l'Òrgan de
Contractació



Transports
Metropolitans
de Barcelona

ÍNDICE

1.	OBJETO DEL PLIEGO	6
2.	ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO	7
3.	NORMATIVA APLICABLE	9
4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES	10
5.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS LÍNEAS	11
6.	CONDICIONES DE UTILIZACIÓN ATMOSFÉRICAS Y AMBIENTALES	12
7.	REQUISITOS TÉCNICOS DEL VEHÍCULO	13
7.1	PRESTACIONES DINAMICAS	13
7.2	GÁLIBO Y DIMENSIONES	13
7.3	PESO Y CARGA.....	14
7.4	BASTIDOR Y CAJA	14
7.4.1	Estructura del bastidor	14
7.4.2	Puntos para elevación y aplicación de gatos	14
7.4.3	Acoplamientos, enganches y topes	15
7.5	CABINAS	15
7.5.1	Diseño de la cabina	16
7.5.2	Acceso a la cabina	17
7.5.3	Ventanas	17
7.5.4	Asientos	18
7.6	PUPITRES DE CONDUCCIÓN.....	18
7.6.1	Características generales	18
7.6.2	Controles e indicadores	18
7.6.3	Sistemas de control y visualización	19
7.7	EQUIPOS DE SEÑALIZACIÓN Y AVISO.....	19
7.7.1	Avisadores acústicos	19
7.7.2	Señales luminosas.....	20
7.7.3	Focos de trabajo y alumbrado portátil	20
7.8	RESISTENCIA A LA CORROSIÓN Y RECUBRIMIENTO	20
7.9	PINTURA Y ROTULACIÓN	21
7.10	TRACCIÓN	21
7.10.1	Características generales	21
7.10.2	Motores eléctricos y reductores.....	22
7.10.3	Sistema de control de tracción	23

7.10.4	Sistema de alimentación.....	23
7.10.5	Equipo auxiliar autónomo para emergencias.....	24
7.10.6	Evolución del sistema de tracción	25
7.11	DISPOSITIVOS DE RODADURA	25
7.11.1	Características generales	25
7.11.2	Parámetros de rodadura	26
7.11.3	Ruedas	27
7.11.4	Areneros	27
7.12	FRENOS	27
7.12.1	Características generales	27
7.12.2	Freno continuo y automático	28
7.12.3	Freno directo	28
7.12.4	Freno de estacionamiento	29
7.12.5	Freno de emergencia	29
7.12.6	Sistema antipatinaje y antideslizamiento.....	29
7.12.7	Timonería de freno	30
7.12.8	Zapatas de freno	30
7.12.9	Equipo neumático.....	30
7.13	EQUIPO ELÉCTRICO PARA SISTEMAS AUXILIARES (NO TRACCIÓN)	31
7.14	CABLEADO.....	31
7.15	EQUIPOS Y ELEMENTOS INFORMÁTICOS	32
7.16	EQUIPO HIDRAULICO	33
7.17	OTROS EQUIPAMIENTOS	33
7.17.1	Dispositivos de puesta a tierra	33
7.17.2	Sistema de registro de datos de conducción.....	33
7.17.3	Quitapiedras	34
8.	SISTEMA DE FRESADO.....	35
8.1	CARACTERISTICAS GENERALES	35
8.2	CARACTERISTICAS DEL FRESADO	36
8.3	CARACTERISTICAS DEL AMOLADO	37
8.4	SISTEMA DE GESTION DEL FRESADO	38
8.5	SISTEMA DE VISUALIZACIÓN DEL FRESADO.....	39
8.6	REQUISITOS DE SEGURIDAD	39
9.	SISTEMAS DE MEDICIÓN.....	40
9.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	40

9.2	CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN DEL PERFIL LONGITUDINAL DEL CARRIL	40
9.3	CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN DEL PERFIL TRANSVERSAL DEL CARRIL	41
9.4	SISTEMA DE MEDICIÓN DE DEFECTOS EN LA CABEZA DEL CARRIL (HEAD-CHECKS)	41
9.5	SISTEMA DE MEDICIÓN EMBARCADO	42
10.	SISTEMA DE TELEMONTORIZACION	43
10.1	OBJETIVO DE LA TELEMONTORIZACION	43
10.2	CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE TELEMONTORIZACION	43
10.2.1	Sistema propio de monitorización.....	43
10.2.2	Sistema de monitorización Digital Train de FMB.....	44
11.	SEGURIDAD	45
11.1	SEGURIDAD FERROVIARIA	45
11.2	PROTECCIÓN FRENTE AL FUEGO	45
11.3	COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA	46
12.	SOSTENIBILIDAD	47
13.	FORMACIÓN	49
14.	DOCUMENTACIÓN	51
15.	FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD	53
15.1	DEFINICION DE FALLO Y AVERIA	53
15.2	FIABILIDAD	53
15.3	DISPONIBILIDAD.....	53
15.4	MANTENIBILIDAD	54
15.4.1	Consideraciones generales	54
15.4.2	Mantenimiento preventivo	54
15.4.3	Mantenimiento correctivo.....	55
15.4.4	Sistema de Ayuda al Mantenimiento	55
15.4.4.1	Información del estado del vehículo	56
15.4.4.2	Ayuda al mantenimiento correctivo	56
15.4.4.3	Ayuda al mantenimiento preventivo.....	56
15.4.5	Herramientas, útiles, repuestos y consumibles.....	56
15.4.6	Obsolescencia	57
16.	FASES DEL PROYECTO	58
16.1	FIRMA DEL CONTRATO	58
16.1.1	Hito de firma del contrato	59
16.2	PROYECTO CONSTRUCTIVO, FABRICACION Y PRUEBAS FUNCIONALES EN FACTORIA	59
16.2.1	Proyecto constructivo.....	59

16.2.2	Hito de aprobación del Proyecto constructivo	60
16.2.3	Fabricación.....	60
16.2.4	Hito de fabricación del bastidor y caja en blanco del vehículo	60
16.2.5	Pruebas funcionales en factoría	60
16.2.6	Hito de salida de factoría	61
16.3	TRASLADO, PRUEBAS FUNCIONALES EN VIA Y ENTREGA	62
16.3.1	Hito de entrega del VFC.....	62
16.4	RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	62
16.4.1	Hito de Recepción Provisional	63
16.5	GARANTÍA Y RECEPCION DEFINITIVA.....	63
16.5.1	Hito de recepción Definitiva	64
17.	ASISTENCIA TÉCNICA Y SERVICIO POST-VENTA	65
	ANEXO 1: CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS	66
	ANEXO 2: PLANOS DE GÁLBO	67
	ANEXO 3: PERFIL DE RUEDAS.....	69
	ANEXO 4: ENGANCHE ROCKINGER RO*290	70
	ANEXO 5: CONTRACARRIL KRUPP U-69 PARA CARRIL UIC DE 54 Kg/m.....	72
	ANEXO 6: CARACTERISTICAS EQUIPO DE COMUNICACIONES.....	73
	ANEXO 7: LA ARENA UTILIZADA. SILICATO VÍTREO CON NOMBRE COMERCIAL PROMINET GRIT.....	75
	ANEXO 8: ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD FERROVIARIA	83
	ANEXO 9: NORMATIVA	95

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

1. OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego de condiciones técnicas tiene por objeto definir las características fundamentales necesarias para el suministro de un Vehículo de Fresado de Carril (en adelante VFC) para los trabajos de rectificado de carril en las líneas explotadas por el Ferrocarril Metropolitano de Barcelona.

Mediante la presente licitación, se pretende dar respuesta a la adquisición de un nuevo VFC para los trabajos de tratamiento de carril en las líneas explotadas por el FMB.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

2. ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO

El presente Pliego de condiciones técnicas pretende describir a nivel funcional el vehículo que se solicita, de tal forma que se le da opción al Ofertante de proponer la mejor solución. En aquellos puntos que se considera necesario, se describe que se espera a nivel técnico. El cumplimiento del Pliego en todos sus puntos es obligatorio, siendo excluidas las propuestas que no cumplan estrictamente el Pliego.

Se debe entender este proyecto como llaves en mano.

Tendrá que aportar una memoria descriptiva de la propuesta presentada adjuntando material gráfico, planos y en general toda la información que se considere necesaria para describir técnicamente el alcance de la propuesta.

El Ofertante deberá tener experiencia demostrada en la fabricación de vehículos de fresado de carril similares al especificado en este Pliego

La fabricación del vehículo deberá llevarse a cabo cumpliendo las normativas de calidad, medio ambiente y seguridad más exigentes.

El diseño deberá estar dimensionado para garantizar que el vehículo pueda prestar servicio durante un periodo mínimo de 30 años.

De forma general el VFC deberá ajustarse al estado del arte y a las normativas actuales con el objetivo de alcanzar un rendimiento del trabajo, una fiabilidad y una disponibilidad óptimos. Será asimilable a otros existentes en el mercado con resultados probados en otras administraciones, alejándose de prototipos o soluciones ex profeso.

La seguridad, tanto para el personal de mantenimiento y operación como para el entorno deberá ser una prioridad. Para ello, el diseño estará enfocado hacia conseguir los máximos niveles de seguridad, cumpliendo los estándares y normas más exigentes.

La fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad deberán ser elevadas El diseño deberá ser tal que se evite, en la medida de lo posible, cualquier tipo de avería que inmovilice el vehículo. En caso de que estas averías ocurriesen el vehículo deberá poder recuperarse de una forma fácil.

El coste de mantenimiento, deberá ser lo más bajo posible. Para ello deberá prestarse especial atención a la mantenibilidad del VFC.

El peso y consumo energético deberán ser lo más bajos posibles a fin de disminuir el consumo eléctrico.

La sostenibilidad ambiental es valor fundamental para FMB por lo que deben aplicarse los estándares más avanzados en este ámbito.

Los plazos de entrega son de máxima importancia para FMB por lo que deben ser lo más reducidos posible.

En lo referente a monitorización remota el Ofertante deberá presentar un sistema altamente avanzado que permita reducir las incidencias en línea al tiempo que contribuya a reducir los costes de mantenimiento.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

El fabricante trabajará estrechamente con el cliente y entregará todas las informaciones y documentos necesarios que se le soliciten. Se prevé su participación en las reuniones de seguimiento acordadas en fase de proyecto y ejecución.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

3. NORMATIVA APLICABLE

Serán de aplicación todas las normas europeas, españolas y de la Comunidad Autónoma de Cataluña que rigen los distintos ámbitos técnicos, de seguridad, medioambientales, etc., especificados en este Pliego.

El diseño general del vehículo, y en particular de cada subconjunto, deberá adaptarse a las normas generales vigentes y a las prescripciones definidas en el presente documento.

En el **ANEXO 9** de este Pliego se recogen las principales normas que debe cumplir el vehículo. En otras partes del Pliego puede aparecer normativa específica adicional.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las principales características del VFC serán las siguientes:

- Circulación exclusiva ferroviaria.
- Será autopropulsado en modo desplazamiento y en modo trabajo.
- El valor límite de ruido para los diferentes casos de aplicación no podrá sobrepasar el nivel definido en el Reglamento UE núm. 1304/2014.
- Será capaz de circular por la línea L-1 (ancho 1.674 mm) y las líneas L-2, L-3, L-4, L-5 , L-9 y L-11 (ancho 1.435 mm), de las que se recogen las características en este Pliego de Prescripciones Técnicas, sin necesidad de realizar cambio de bogies o ejes. Deberá poder hacerse por personal de FMB sin que sea necesaria la intervención de personal del fabricante.
- Dispondrá, como mínimo, de una unidad de fresado y otra de amolado por lado, que permitirán el procesamiento simultáneo de cada carril individualmente, por uno o ambos carriles.
- El vehículo ser apto para tratar el carril en vía general y cambios (Ver **ANEXO 1**).
- Con la finalidad de obtener una máxima productividad, el VFC integrará un sistema de medición embarcado.
- Deberá trabajar en curvas donde esté instalado contracarril (ver **ANEXO 2 y 5**), sin desmontar éste, sin que se precise ninguna manipulación previa en el VFC y con prestaciones iguales a los que resulten para vía sin contracarril. Igualmente, no se precisará desmontar ningún elemento auxiliar de la vía de instalación fija (juntas, elementos de señalización, engrasadores de vía...)
- No deberá interferir en la instalación de catenaria rígida, ya que deberá trabajar existiendo tensión en la misma.
- Deberá activar los circuitos de vía (shuntar) según la norma UNE-EN 14033 y según apartado de características generales de los dispositivos de rodadura del presente Pliego.
- La posición y montaje de los enganches según este Pliego de Prescripciones Técnicas.
- Estará provista de los elementos necesarios que garanticen las condiciones en el trabajo más adecuadas en cuanto a no emisión de humos, nivel de ruidos, iluminación, seguridad, etc., de acuerdo con la normativa y reglamentación vigente en la Comunidad Europea.
- Dispondrá de las protecciones necesarias para evitar el riesgo de fuego a consecuencia de las chispas generadas durante el proceso.
- Dispondrá de los medios de protección necesarios para proteger a las personas y medios materiales de posibles proyecciones de partículas que pudieran saltar durante los trabajos.
- Todos los elementos (tomas de corriente, aire, etc.) se encontrarán en ambos lados del vehículo y duplicadas en cada extremo de este.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--------------------------------------

5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS LÍNEAS

El vehículo será apto para circular y tratar todas las líneas de la Red de FMB, con galga de vía 1.435mm y 1.674mm, teniendo en cuenta todas y cada una de las características generales de las líneas detalladas en el **ANEXO 1** del presente Pliego de Condiciones Técnicas.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--------------------------------------

6. CONDICIONES DE UTILIZACIÓN ATMOSFÉRICAS Y AMBIENTALES

El vehículo estará fabricado para la circulación, intervención y estacionamiento a la intemperie, pudiendo soportar:

- temperaturas externas comprendidas, como mínimo, entre -15°C y +50°C
- la humedad en el ambiente de un 100% (no existiendo condensaciones).

También estará concebido para trabajar en ambiente de polvo, partículas metálicas, así como depósitos grasientos sobre la vía, todo lo cual debe ser tenido en cuenta a fin de que su presencia no perturbe el normal funcionamiento del vehículo.

Debe tenerse en cuenta que las variaciones entre estas dos temperaturas pueden ser bruscas, en el caso de salida de un túnel o depósito a la intemperie, por lo que los equipos y material estarán diseñados para no verse afectados en su funcionamiento por esta contingencia.

Además, dado que el vehículo podrá funcionar en intemperie (depósitos o tramos de línea en intemperie), estará diseñados para poder soportar sin ver alterado su normal funcionamiento, todas las contingencias que de esta condición se deriven (lluvia, viento, nieve, sol, etc.).

El vehículo podrá ser lavado en su totalidad en los túneles de lavado que dispone FMB. mediante agua a presión sin que ello incida en el normal funcionamiento de sus equipos, asegurando la estanqueidad en la cabina, armarios y cofres

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

7. REQUISITOS TÉCNICOS DEL VEHÍCULO

7.1 PRESTACIONES DINAMICAS

La velocidad de traslado del VFC debe alcanzar como mínimo 35 km/h, en ambos sentidos.

En una rampa de 44 ‰ deberá poder alcanzar una velocidad de 35 km/h en recta y de 15 km/h en curva de radio 130 m.

El radio mínimo de trabajo será de 90 m y el radio mínimo de desplazamiento será de 40 m.

El freno de estacionamiento inmovilizará el VFC con su carga máxima en una pendiente de 44 ‰, en situación de adherencia desfavorable, con el motor parado y la mitad de los cilindros fuera de servicio.

El vehículo estará dimensionado para poder realizar con el 80% de la batería una jornada de trabajo tipo consistente en:

- 2,5 horas de trabajo de fresado de 1 mm en pendiente 4 %.
- 1,5 horas desplazamiento (5 km horizontal + 5 km rampa 2 % + 5 km pendiente 2 % + 7.5 km rampa 4% + 7.5 km pendiente 4%) a 20 km/h de media

7.2 GÁLIBO Y DIMENSIONES

El vehículo se inscribirá perfectamente en el gálibo de todas las líneas de la Red de FMB, con galga 1.435mm y 1.674 mm. Dichos gálivos están descritos en los planos adjuntos al presente Pliego de Condiciones Técnicas, en el **ANEXO 2**.

Las dimensiones del VFC serán las máximas compatibles con dicho contorno. El fabricante deberá justificar en su oferta que no existe posibilidad de que, en ningún momento, por efecto de la flexibilidad de la suspensión u otras causas, el vehículo rebase los límites del gálibo, imponiendo si es preciso dimensiones más restringidas al vehículo.

En particular:

- La longitud máxima del vehículo será de 25.000 mm de bastidor más la medida de los topes instalados.
- La distancia máxima entre pivotes de bogies será de 10.000 mm
- El empate máximo de los bogies será de 2.500 mm.
- La distancia máxima entre ejes será de 5.500 mm entre ejes en caso de que el vehículo no disponga de bogies sino de ejes individuales.
- La altura máxima será de 3.500 mm

Todas las partes móviles del vehículo (estabilizadores...) deberán poseer una posición de transporte dentro del gálibo citado en la cual existirá un bloqueo o seguro que impedirá durante la marcha cualquier movimiento de las citadas piezas móviles quedando esta posición supervisada. La pérdida de la posición de transporte durante la marcha provocará un paro de emergencia del VFC.

Los vehículos estarán diseñados para un comportamiento dinámico acuerdo con la norma UNE-EN 14363: 2017 +A1:2019 de aplicaciones ferroviarias sobre ensayos y simulaciones para la aceptación de las características dinámicas de los vehículos ferroviarios; comportamiento dinámico y ensayos estáticos. Esta será adaptada a las

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

características de la red de ancho 1.435 y 1.674. Este estándar incluirá también la seguridad contra descarrilamiento.

7.3 PESO Y CARGA

El peso del vehículo no sobrepasará las 85 Tm y estará equilibrado lo máximo posible entre ejes.

El peso por eje máximo admisible, en condiciones de servicio y totalmente equipado, será de 15 Tm.

Excepcionalmente, se admitirá un valor de carga superior siempre y cuando se respete lo dispuesto a este efecto en la norma UNE EN 14033-4:2019. Todos los valores de peso indicados se refieren al vehículo dotado de todos sus equipamientos y en condiciones de orden de marcha.

Se indicará en el **SOBRE 3** de la Oferta el peso de cada eje del vehículo, valorándose positivamente la reducción de peso total del vehículo con respecto a los valores máximos aquí indicados.

7.4 BASTIDOR Y CAJA

7.4.1 Estructura del bastidor

El diseño del bastidor cumplirá con las disposiciones del apartado 6.2 de la norma UNE EN 14033-1:2011.

Será de construcción robusta, soldada con tubos perfilados, perfiles laminados y chapas de acero, según los procedimientos técnicos de soldadura (proceso de soldadura y personal homologado por una entidad acreditada para tal fin) y fabricación más modernos.

Las uniones soldadas deberán ser de alta calidad ejecutadas por soldadores homologados mediante norma UNE-EN 15085 de aplicaciones ferroviarias.

Una vez terminado el bastidor con todos los soportes de los diferentes elementos se someterán a un proceso de granallado según norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.

En todas las zonas de piso para el personal que trabaje con el vehículo, se deberá prever la instalación de pavimento antideslizante, para evitar caídas, debiendo ser resistente al desgaste y a la grasa.

Deberán aportarse durante el proyecto los cálculos a fatiga de todos los elementos, indicando los valores de tensiones admisibles y número de ciclos a los que ha sido sometido.

7.4.2 Puntos para elevación y aplicación de gatos

En el bastidor se colocarán bridas de enganche para levantar el vehículo con grúas. Asimismo, dispondrá en el bastidor de los puntos de apoyo o elevación adecuados, que permitan efectuar en el taller la elevación o levante seguros, mediante el empleo de gatos. En la elevación y aplicación de gatos en operaciones de servicio y taller se aplicarán los casos de carga especificados en la norma UNE-EN 12663-1:2011+A1:2015.

Para el caso de descarrilo, se dispondrá, en las zonas de los testeros de cada uno de los vehículos que compongan el vehículo, de cuatro apoyos laterales, uno en cada esquina del bastidor, que permitan el asentamiento de gatos.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

No será necesario el desmontaje de elementos para apoyar los gatos a estos puntos de apoyo. En este caso, se permite reducir el factor de carga indicado en la norma UNE-EN 12663-1:2018 hasta 1,0.

Cada vehículo estará diseñado para poder ser levantado por uno de sus testers, manteniendo uno o varios ejes colgando, sin deterioro de ninguna clase.

Tanto los puntos de arrastre, como los de apoyo o elevación estarán debidamente señalizados.

El vehículo dispondrá de un sistema manual de encarrilado que permitirá su encarrilado de manera segura y rápida. Se incluirá en la oferta una descripción del sistema de encarrilado.

7.4.3 Acoplamientos, enganches y topes

El vehículo debe cumplir los requisitos definidos en la Norma UNE-EN 14033.

El vehículo estará dotado en sus extremos de enganches unificados en FMB, tipo Rockinger RO*290 en cada extremo, a 580mm sobre el plano de rodadura. Se adjunta plano en el **ANEXO 4** del presente Pliego de Condiciones Técnicas.

Dispondrá así mismo de un sistema de enganche manual o convencional UIC (gancho de tracción) por si falla el primero, que funcionará en paralelo al primero.

El vehículo deberá llevar como dotación una barra de enganche adaptada que se pueda acoplar al propio vehículo y a otro vehículo de FMB para que lo remolque en caso de avería. El fabricante suministrará las barras de remolcado para los dos anchos de vía (1435 mm y 1674 mm).

El vehículo estará dotado en sus cuatro extremos de topes o toperas.

7.5 CABINAS

El vehículo dispondrá de dos cabinas de conducción, una en cada extremo o sentido de la marcha. La cabina dispondrá como mínimo de dos plazas, una de conducción y/u operación y otra para un acompañante. Igualmente, en cada cabina habrá un pupitre de conducción.

Los niveles de ruido en la cabina deberán mantenerse lo más bajos posible, limitando el ruido en origen y adoptando las medidas adicionales apropiadas (aislamiento acústico o absorción de sonido). En este sentido, se tendrá en cuenta las medidas a adoptar frente a fuentes de ruido, especificadas en la norma UNE-EN ISO 11688-1:2010.

Será de aplicación el Reglamento UE 1304/2014 de la Comisión Europea en lo referente a los capítulos 4.2.1. / 4.2.2. / 4.2.3. en los que se indican valores límites en casuísticas de máquina estacionaria, puesta en marcha y al ruido de paso.

También se aplicará lo dispuesto en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

El adjudicatario deberá presentar durante la fase de proyecto un estudio ergonómico de la cabina que optimice las condiciones de trabajo del operador del VFC.

Se incluirá en la Oferta una descripción y planos preliminares de la cabina.

7.5.1 Diseño de la cabina

La estructura de las cabinas será enteramente metálica con bastidor autoportante acoplada al bastidor del vehículo mediante amortiguadores para evitar vibraciones. Sus medidas máximas se ajustarán a lo máximo que permita el bastidor, con tal de conseguir el interior más amplio y confortable posible.

Estarán revestidas con material aislante térmica y acústicamente y recubierta con rejilla de aluminio. El vehículo dispondrá de un sistema de calefacción y aire acondicionado, así como de un ventilador/extractor para la renovación de aire. La temperatura será regulable mediante un mando situado en cabina. El fabricante indicará en su oferta los sistemas previstos.

El piso de las cabinas estará revestido de material antideslizante. Cualquier pasillo o zona de paso tendrá como mínimo 500 mm de ancho.

La cabina del vehículo estará perfectamente iluminada con luces LED situadas en el techo de la misma, se tendrá en cuenta la norma UNE EN 13272.

El alumbrado dispondrá de interruptor propio y será regulable. Se debe asegurar un grado de iluminación de 150 lux a medio metro del piso de cabina, regulable mediante potenciómetro entre 30 y 100%. Los 150 lux corresponderán a la posición de 100%.

En la cabina de medición el grado de iluminación deberá ser de 300 lux a medio metro del piso de cabina, regulable también mediante potenciómetro entre 30 y 100%. Los 300 lux corresponden a la posición de 100%.

Respecto al alumbrado de la zona de trabajo, cada plafón dispondrá de interruptor independiente, situado al alcance del conductor y ayudante.

La altura libre en cabina será como mínimo de 2 m. Las puertas de acceso a las cabinas serán de giro 90º hacia el interior de la cabina o correderas. Las dimensiones mínimas de su hueco serán de 1,90 m de alto por 0,80 m de ancho. Las puertas tendrán sendos enclavamientos en las posiciones de “abierta” y “cerrada” a fin de impedir que, por efecto de la marcha, pueda abrirse o cerrarse violentamente. Las puertas exteriores dispondrán de cerradura, que desde fuera sea necesario el uso de una llave unificada.

Las puertas y ventanas deben garantizar la máxima estanqueidad frente a la entrada de polvo o humos.

En cada cabina se preverán tres 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 diagnóstico y conexión de útiles de limpieza o pequeñas herramientas.

El vehículo estará dotado también de un botiquín y dos extintores del tipo necesario para extinguir los posibles incendios que puedan producirse.

Se dispondrá de un armario de las dimensiones adecuadas para transporte de útiles y herramientas de trabajo.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

El vehículo debe llevar instalado en cada cabina uno o varios sistemas de comunicaciones homologados para circular por las líneas de la Red de FMB que suministrará el fabricante. Dicho dispositivo será un equipo DMR y un equipo TETRA cuyas características se describen en el **ANEXO 6** del presente Pliego de Condiciones.

Las cabinas también irán dotadas de un sistema de comunicación entre ellas (interfonía).

7.5.2 Acceso a la cabina

Las cabinas estarán situadas en cada extremo del VFC y se accederá a ellas por la parte lateral del vehículo. En cualquier caso, debe ser posible acceder a las cabinas desde ambos lados de la vía.

El acceso a las cabinas, se realizará mediante escalerillas con peldaños de material antideslizante (rejilla, etc) e irán provistos de pasamanos de sección cilíndricas, sin aristas punzantes o cortantes, situados a una altura que permita acceder al vehículo de forma cómoda, según norma EN 14033-4:2019.

Se dispondrá también de un pasillo de acceso entre cabinas, dentro del gálibo del VFC, de una anchura de 500 mm, suelo antideslizante libre de obstáculos, y con barandillas de protección.

Se dispondrá el número de peldaños suficiente, que reunirán las siguientes condiciones mínimas:

- El peldaño inferior estará situado a una altura comprendida entre 30 y 40 cm sobre el nivel del carril.
- Los restantes peldaños tendrán entre sí una separación máxima de 30 cm.
- La separación entre peldaños será la misma para todos ellos.
- Los peldaños y pasamanos no deberán rebasar el gálibo especificado

A ambos lados de los peldaños de acceso se dispondrán sendos pasamanos, de tal forma que el ascenso o descenso del vehículo resulte cómodo y seguro.

Deberán respetarse los requerimientos del RD 1215/1997 de seguridad en las máquinas en cuanto a accesos.

Las cabinas dispondrán de una puerta de acceso, cuya parte superior estará concebida como ventana. Esta puerta tendrá cerradura y cerrojo accionado con llave unificada para ambas puertas y quedará enclavada cuando esté abierta. La maniobra de apertura y cierre se podrá efectuar indistintamente desde el interior o desde el exterior.

El diseño y la posición de las empuñaduras deben hacer posible la salida de emergencia de la cabina, pero deben hacer imposible la apertura accidental.

Cada cabina debe disponer de una salida de emergencia, en una dirección diferente a la de la salida normal, según norma EN 14033-1:2018.

7.5.3 Ventanas

Las cabinas del VFC dispondrán de un número de ventanas adecuado a su tamaño, procurando garantizar la mayor visibilidad posible, y como mínimo una de cada costado será del tipo corredera. La visibilidad del conductor se ajustará a la norma UNE-EN 14033-1.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

Los parabrisas estarán dotados de limpiaparabrisas, estores y dispositivos antivaho y congelación de los parabrisas, y un sistema de limpieza de los mismos que será accionado desde los puestos de conducción. La cabina del vehículo estará construida con vierteaguas por encima de todas las ventanas y puertas.

Todos los cristales serán de seguridad, las lunas frontales de 12mm de espesor como mínimo y el resto de 6mm como mínimo, no descartándose otros de mayor grosor si el fabricante lo considera oportuno para elevar la seguridad del VFC.

Si algunas de las ventanas se conciben como salida de emergencia, éstas se deberán diseñar con dimensiones y características adecuadas a tal fin, deberán estar convenientemente señalizadas y disponer de un sistema de rotura que facilite la evacuación.

7.5.4 Asientos

En el interior de cada cabina habrá un puesto de conducción que se dispondrá de cara al sentido de la marcha y permitirán una buena visibilidad provista de reposabrazos, mecanismo giratorio y abatible.

Los asientos del conductor serán ergonómicos y podrán regularse tanto en altura como en distancia al pupitre de mandos. Los pupitres de mando tendrán todos los elementos de mando y manejo para el régimen de trabajo y traslado, dispuestos de forma clara y ergonómica para fácil acceso del maquinista.

Aparte del puesto de conducción se dispondrá como mínimo de un asiento adicional abatible para el ayudante del conductor.

En cada cabina se debe colocar un aviso del número máximo de personas que pueden viajar en dicha cabina.

7.6 PUPITRES DE CONDUCCIÓN

7.6.1 Características generales

La cabina del vehículo tendrá en su interior un pupitre de conducción y trabajo con todos los elementos de mando y control para la conducción y trabajo del vehículo en ambos sentidos de la marcha.

Una vez el operador decida el pupitre que va a utilizar, el otro debe quedar anulado, evitando de esta forma que pueda ser actuado por otra persona.

Los pupitres estarán diseñados para una cómoda utilización de todos sus elementos, desde los asientos, sin que el operador fuerce la postura y estarán iluminados exteriormente.

Se incluirá en la Oferta un diseño preliminar del pupitre.

7.6.2 Controles e indicadores

Todos los indicadores y aparatos de las cabinas estarán rotulados convenientemente y de forma permanente, y si contienen texto estará escrito en catalán. Toda la instrumentación y los indicadores que haya en los pupitres de conducción tendrán iluminación interna propia suficiente y no deslumbrante (diodos luminiscentes).

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

El vehículo dispondrá de un dispositivo de hombre muerto (HM) para la detección automática de ausencia de actividad del conductor cumpliendo con la normativa vigente, con pulsador y pedal.

No podrán disponerse en el pupitre elementos hidráulicos próximos al sistema eléctrico. De ser necesarios dispositivos tales como indicadores de presión, habrán de disponerse transductores que permitan la lectura de estos valores de forma digital segregando el circuito hidráulico del circuito eléctrico de pupitre.

7.6.3 Sistemas de control y visualización

El vehículo dispondrá de un sistema HMI (interfaz humano-máquina) ergonómico encargado de controlar y comprobar todas las funciones y seguridades del vehículo. Cualquier anomalía o incorrecta operación será automáticamente visualizada por el operador y generará la parada del vehículo si es necesario.

Se valorará positivamente que el máximo número de funciones estén controladas por el sistema HMI para reducir la presencia de botoneras en lo pupitres de conducción e impedir que el operador efectúe maniobras incorrectas que puedan motivar situaciones peligrosas o averías al propio vehículo.

Entre las posibles funciones a controlar por el sistema, se encuentran:

- Parámetros del motor.
- Revoluciones motor en r.p.m.
- Cuenta horas funcionamiento motor.
- Velocidad del vehículo en km/h.
- Horas hasta próxima revisión.
- Cuenta kilómetros.
- Niveles.
- Presiones.
- Temperaturas.
- Estado de los filtros.
- Estado y control de las luces.

Por seguridad, los valores totales de kilómetros recorridos y horas de funcionamiento del motor tendrán un segundo elemento de lectura en paralelo, preferentemente analógico, por si se perdieran los datos registrados.

El sistema contará con una herramienta informática de diagnosis que permita identificar las averías más complejas por el personal de mantenimiento.

Todas las pantallas de parámetros de configuración quedarán bloqueadas al operador mediante contraseña, quedando solamente a su disposición las necesarias para el manejo y control de los principales valores del VFC. Las otras quedarán solo al acceso del personal de mantenimiento de FMB.

7.7 EQUIPOS DE SEÑALIZACIÓN Y AVISO

7.7.1 Avisadores acústicos

El vehículo dispondrá de dos cláxones eléctricos, dos bocinas neumáticas y una sirena. El accionamiento neumático de las bocinas permitirá su uso en caso de ausencia total de energía.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--------------------------------------

7.7.2 Señales luminosas

El vehículo estará dotado de faros y pilotos en ambos testeros y en ambos lados, situados a la altura del bastidor. Los conjuntos de faros-pilotos serán totalmente estancos, e irán protegidos mediante rejillas contra los golpes.

Cada grupo de faros-pilotos tendrá una óptica blanca, una óptica roja y una óptica ámbar. La roja estará situada en la parte inferior, el ámbar en el centro y la blanca en la parte superior.

Los faros alumbrarán con luz corta y ópticas blancas en el sentido de la marcha que se encuentra seleccionado, los pilotos rojos se encienden en el testero contrario. El cambio de luz corta a larga se realiza mediante un dispositivo en el pupitre.

Cuando el vehículo esté parado y no tenga seleccionado sentido de marcha, se encenderán las cuatro ópticas rojas.

Cuando el vehículo esté en modo “trabajo”, se apagarán las luces blancas y rojas, y se encenderán de forma permanente las cuatro ópticas ámbar.

El tipo de lámpara utilizado cumplirá con la normativa vigente y su sustitución se hará de manera fácil y rápida.

El vehículo estará dotado también de iluminación de trabajo suficiente para realizar el trabajo para el que está destinado.

El vehículo deberá estar dotado de una luz naranja destellante situada en la zona superior de la cabina.

Toda la iluminación del vehículo será tipo led.

7.7.3 Focos de trabajo y alumbrado portátil

Será necesaria la instalación de focos orientables tipo LED, convenientemente dispuestos y en cantidad suficiente para iluminar la zona de trabajo. Dicha disposición deberá ser aprobada por FMB.

Cada foco estará provisto de un dispositivo que, enclavado, le haga permanecer fijo en cualquier posición elegida y, desenclavado, le permita moverse horizontal y verticalmente.

En dos puntos del exterior del vehículo, uno por cada lado, se dispondrá de sendas tomas para lámparas portátiles.

Las tomas estarán adecuadamente protegidas contra la entrada de agua.

7.8 RESISTENCIA A LA CORROSIÓN Y RECUBRIMIENTO

El vehículo tendrá una alta resistencia a la corrosión, estará diseñado de forma que no tenga zonas donde se podrán acumular agua.

Todos los elementos metálicos del vehículo estarán debidamente granallados con un grado de preparación Sa2 ½ y pintados con una capa de pintura antioxidantes para imprimación.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--------------------------------------

El vehículo podrá estacionarse a la intemperie de manera permanente sin que sufra problemas de corrosión.

El fabricante deberá indicar las características de resistencia y comportamiento al fuego de estos productos.

7.9 PINTURA Y ROTULACIÓN

Para el acabado exterior del vehículo se utilizará el color amarillo RAL-1023 y acabado antigraffiti.

Para el acabado de bastidor, bogies, estructura, etc. se utilizará el color negro RAL-9005 y acabado antigraffiti.

Será preferible la utilización de pintura de poliuretano y secado en horno de los recubrimientos.

Por el exterior del vehículo todos los rótulos serán adhesivos excepto la placa de identificación.

Si existieran pictogramas, estos estarán escritos en idioma catalán o castellano.

La rotulación se efectuará según las especificaciones de FMB.

Habrán de preverse todas las inscripciones y pictogramas reglamentarios (según RD 1215/1997) frente a posibles riesgos (eléctricos, atrapamiento, proyecciones, superficie caliente...) así como de los EPIs necesarios.

7.10 TRACCIÓN

7.10.1 Características generales

El sistema de tracción principal del vehículo será completamente eléctrico.

El sistema estará diseñado para garantizar la potencia y capacidad necesarias para las prestaciones que se solicitan en este Pliego y en particular en el apartado 9.1. Se incluirá en la oferta un estudio preliminar donde se demuestre el cumplimiento de dichas prestaciones.

Se adaptará a las condiciones de trabajo en túneles, por lo que debe estar especialmente preparado para trabajar en altas temperaturas y en ambientes de suciedad en el aire.

Se valorará que el sistema esté redundado o distribuido de manera que un fallo en el sistema permita la retirada del vehículo en condiciones de prestaciones reducidas.

Los motores eléctricos serán controlados por un sistema de control de tracción que garantice una gestión óptima de los motores.

La transmisión del esfuerzo del motor al eje se realizará mediante un reductor de una o dos etapas.

Como mínimo el 75% de los ejes del vehículo estarán motorizados.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

La energía eléctrica será suministrada por un sistema de baterías que estará dimensionado para garantizar las prestaciones del vehículo en las peores condiciones.

El VFC dispondrá también de un motor auxiliar de combustión que permita la retirada del vehículo a talleres en caso de fallo del sistema principal de tracción.

El sistema de tracción del vehículo incorporará todas las protecciones y medidas de seguridad necesarias para garantizar la seguridad de las personas y del vehículo y su entorno.

El VFC incorporará un sistema de monitorización de su funcionamiento, diagnóstico de averías y registro de eventos que permitan conocer en cada momento el estado del sistema de tracción y prever o diagnosticar rápidamente las averías.

7.10.2 Motores eléctricos y reductores

Las prestaciones del motor de tracción serán las adecuadas para conseguir las condiciones funcionales especificadas en el apartado 7.10 de este Pliego.

Los motores serán preferentemente asíncronos trifásicos con rotor de jaula de ardilla y de bajo mantenimiento. En caso que se opte por otro tipo de motor deberá justificarse en la oferta.

En la oferta deberá de aportarse la siguiente información de los motores:

- Características generales y descripción.
- Potencia nominal y potencia máxima.
- Par nominal y par máximo.
- Máxima velocidad de giro.
- Tensión fase-fase a velocidad máxima.
- Rendimiento a potencia nominal y velocidad máxima.
- Pérdidas totales a potencia nominal y velocidad máxima.
- Temperatura ambiente de funcionamiento. Debe ajustarse al rango de -15º a + 50º.
- Clase de aislamiento.
- Grado de protección del motor.
- Peso.
- Curvas características del motor en vacío y plena carga.

Los rodamientos estarán ampliamente dimensionados e impedirán el paso de corrientes parasitas a través de ellos. No precisaran sustitución a lo largo de la vida del vehículo.

La carcasa del motor estará protegida contra corrosiones debidas a condiciones ambientales adversas o proyecciones de aguas salinas.

Los motores serán suministrados por fabricantes de reconocido prestigio y serán de bajo mantenimiento.

El reductor estará dimensionado para que la vida de todos sus componentes sea superior a 30 años.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

Requerirá un bajo mantenimiento y dispondrá de un sistema de retención de partículas metálicas, una mirilla para comprobar el nivel de aceite y de una trampilla que permita la revisión del estado de los engranajes.

La operativa de cambio de aceite será sencilla, no requerirá útiles especiales y podrá hacerse desde un foso.

7.10.3 Sistema de control de tracción

El sistema de control de tracción deberá garantizar el cumplimiento de las prestaciones del VFC optimizando el consumo de energía eléctrica. Podrá ser distribuido o centralizado.

El equipo de tracción empleará semiconductores de potencia de última generación, escalables a futuras evoluciones tecnológicas.

El equipo de tracción deberá disponer de las protecciones necesarias para garantizar la integridad de sus elementos frente a posibles problemáticas como derivación a masa, alteraciones en la alimentación defectos en los motores, temperatura, etc.

Se incluirá en la Oferta una descripción del sistema de control de tracción.

7.10.4 Sistema de alimentación

El sistema de alimentación del VFC está constituido por el sistema de almacenamiento de energía (ESS), el sistema de gestión de la batería (BMS) y el sistema de gestión térmica de la batería (BTMS) y deberá cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN 62928:2018.

El sistema de alimentación del VFC deberá tener las características de capacidad y potencia necesarias para garantizar las prestaciones del VFC especificadas en el apartado 9.1 en las condiciones más desfavorables a lo largo de todos los años de duración de la batería. El Adjudicatario realizará un estudio de consumo de energía adaptado a las particularidades del FMB donde se demuestre el cumplimiento de este requerimiento. Durante el periodo de funcionamiento del VFC previo a la recepción provisional se deberá validar el estudio y en caso de incumplimiento deberán adoptarse las medidas y modificaciones necesarias para que se cumplan los requerimientos del Pliego.

La batería será de iones de litio, suministrada por un fabricante de reconocido prestigio y cumplir legislación aplicable en el momento de su entrega. En caso de optar por otro tipo de batería, deberá justificarse en la oferta su equivalencia en términos de durabilidad, prestaciones y seguridad.

El BMS y el BTMS deberán disponer como mínimo las funcionalidades especificadas en la norma UNE-EN 62928:2018 y todos los parámetros del sistema deberán ser accesibles mediante el sistema de monitorización.

Se deberá prestar máxima atención a los aspectos de seguridad del sistema, debiendo cumplir todos los requerimientos, tanto a nivel de características como de pruebas, de las normas UNE-EN 62928:2018 y UNE-EN 62485.

En la oferta se describirán todas aquellas características que por el tipo de tecnología empleada sean importantes conocer tanto a nivel de seguridad como de uso y mantenimiento. Entre otros se deberán describir:

- Tecnología.
- Número de elementos.
- Potencia de cada elemento y potencia total.

- Tensión de cada elemento y tensión final.
- Temperatura de funcionamiento y de almacenamiento.
- Corriente de cortocircuito por elemento y total.
- Tiempo de descarga en vacío.
- Vida útil en número de ciclos de recarga.
- Coste de reposición del sistema de almacenamiento.
- Sistema de control.
- Sistema de seguridad.
- Sistema y tiempos de carga.
- En el caso de producirse elementos químicos de desecho en los procesos de carga, estos serán ampliamente descritos y cuantificados de manera precisa.

El sistema de almacenamiento de energía se podrá recargar a través de tomas normalizadas a 400Vca trifásica o 230Vca monofásica.

Estarán equipadas para carga rápida, llegando a recargar el 60% de la capacidad total en 6h, y alcanzando el 100 en menos de 12h.

El adjudicatario deberá entregar a FMB en la fase de proyecto las características del equipo de carga para que pueda proceder a su adquisición. El equipo deberá permitir regular las condiciones de recarga para adaptarlas a las horas disponibles de manera que se prolongue al máximo la vida de la batería y se minimice el coste de la energía. Para ello deberá poder programarse de manera sencilla la hora de inicio i/o final de la carga.

El VTA deberá ser capaz de prestar servicio en las condiciones previstas en este pliego durante un periodo mínimo de 8 años sin sustituir las baterías, valorándose que este periodo sea superior. Para ello se especificará ese valor en el **SOBRE 3** de la Oferta. Para el cálculo se considerará que anualmente se realizan 250 jornadas tipo de trabajo.

El sistema estará preparado para poder escalar la capacidad de las baterías.

7.10.5 Equipo auxiliar autónomo para emergencias.

Se dispondrá de un equipo auxiliar para emergencias alimentado por un motor diésel que permita retirar el vehículo a un depósito en el caso de avería en el sistema de tracción.

Se incluirá en la oferta un análisis de fallos del equipo de tracción que impidan la retirada del vehículo con el equipo eléctrico y que obliguen al uso del equipo auxiliar. Si algún tipo de fallo del equipo de tracción impide la retirada del vehículo por sus propios medios aun con el uso del equipo auxiliar, deberá indicarse en este análisis.

El motor será capaz de suministrar, en caso de emergencia o avería, energía para alimentar el sistema de recogida del equipo de fresado y otros elementos móviles, así como alimentar todos los sistemas necesarios para poder trasladar el vehículo 25 Km a una velocidad de 10 Km/h en horizontal y 3 Km/h en rampa máxima) en las peores condiciones de funcionamiento

El motor será de bajas emisiones, nivel Euro 5 o superior. Las emisiones de partículas y gases del motor se situarán por debajo de los niveles máximos que establezca la normativa europea en el momento de entrega del VFC. Se deberán adjuntar certificados de prueba del fabricante.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

Los tubos de escape estarán diseñados y ubicados de forma que los gases de escape no coincidan con la zona normal de trabajo, tanto al aire libre como en el interior de los túneles.

El motor deberá cumplir la normativa aplicable en materia de ruido, en especial la UNE.EN14033-4:2019.

El vehículo contará con una o varias baterías que tendrán capacidad suficiente para arrancar el motor después de haber estado el vehículo parado varios días.

La transmisión será eléctrica y se aplicará a un numero de ejes que garantice que no se superan los límites de adherencia rueda-carril en el caso más desfavorable.

El tanque de combustible estará dispuesto de manera tal que no se produzca derrame cuando el vehículo esté situado en una vía en rampa de 45 milésimas o con peralte de hasta 150 mm. Estará dotado de mamparas rompeolas y con dispositivos de drenaje que permitan limpiar los fangos del fondo, así como de un filtro en cada boca de carga. Será de chapa de acero soldada tratada con granalla de acero y pintado con una mano de pintura de antióxido y dos de acabado en negro mate y estará sometido a una prueba de presión hidráulica. Estará provisto de indicadores de nivel, situados cerca de las correspondientes bocas de carga.

Se incluirá en la Oferta una descripción detallada del equipo auxiliar, especialmente en lo referente a características ambientales.

El equipo auxiliar de emergencia no estará incluido en el suministro original y su suministro será opcional para FMB y obligatorio para al adjudicatario en caso que FMB lo solicite. En la oferta económica se detallará el importe del mismo.

7.10.6 Evolución del sistema de tracción

Dada la gran evolución tecnológica de los sistemas de tracción eléctrica, FMB se plantea la posibilidad de sustituir en un futuro el sistema de tracción especificado en este Pliego por un sistema basado en otra tecnología.

En particular, se consideran como mínimo las siguientes alternativas:

- Utilización de pila de hidrogeno
- Utilización de alimentación directa desde pantógrafo.

Estas dos tecnologías, se han descartado en estos momentos por temas normativos internos o externos a FMB pero se considera que en el futuro pueden ser una alternativa viable por lo que el VFC debe presentar la posibilidad de ser transformado para migrar el sistema de tracción actual a uno de los dos mencionados.

En consecuencia, el Ofertante debe incluir en la oferta un estudio preliminar de esta evolución donde se analice técnica y económicamente su viabilidad.

7.11 DISPOSITIVOS DE RODADURA

7.11.1 Características generales

En caso de vehículo de un solo modulo deberá disponer de dos ejes o bogíes, no aceptándose tres o más ejes.

En caso de vehículos modulares se aceptarán 2 ejes por modulo, dos bogies por modulo o el uso de bogies intermedios compartidos.

Todos los ejes o bogies deben shuntar correctamente. FMB establece que para conseguir un shuntado eficaz se ha de cumplir lo siguiente:

- Carga mínima por eje ≥ 5.000 Kg
- Un valor promedio de resistencia eléctrico entre las dos ruedas de un eje no superior a $0,05 \Omega$ medida con un voltaje entre 1,8 y 2,0V.
- El vehículo deberá cumplir lo especificado por la norma UIC 512 respecto al shuntado de circuitos de vía.

El vehículo deberá contar con una motorización mínima del 75% de los ejes y contará con suspensión de metal-goma y amortiguadores que cumplan con la normativa vigente.

Las ruedas del vehículo deberán ser iguales en dimensión y perfil y ajustarse a los parámetros de rodadura que se especifican en el apartado siguiente.

7.11.2 Parámetros de rodadura

Ancho de vía	1.435 mm	1.674 mm
Perfil de rodadura	NF F03-402 o S1002 de la norma UIC510	
Ancho de superficie de rodadura	135 mm	
Altura de la pestaña	29 mm	
Distancia entre caras internas	1.360^{+2}_{-0} mm	1.599^{+2}_{-0} mm
Diámetro de ruedas	$330 < \phi < 1000$ mm	
Distancia máxima entre pivotes de los bogies	10.000 mm	
Diámetro mínimo de torneado (marcado en rueda)	En función del diámetro de rueda	

Se adjunta plano norma NF F03-402 y S1002 de la norma UIC510 en el **ANEXO 3**.

Durante la fase de diseño del proyecto, el Adjudicatario deberá especificar el sistema de rodadura incluyendo el tipo de ejes, bogies, ruedas, dispositivo de retorno de corriente, apoyos, suspensión, amortiguadores y cajas de grasa indicando el fabricante y sus principales características, y deberá ser aprobado por FMB.

Deberá preverse la inspección por ultrasonidos del eje montado, para lo cual deberá ser accesible al transductor correspondiente por testa.

El cambio de ancho del vehículo deberá poder ser efectuado de manera sencilla por personal de FMB. Todos los útiles necesarios para la realización de este cambio serán objeto del suministro. Se incluirá en la Oferta una descripción del sistema y proceso del cambio.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

7.11.3 Ruedas

Las ruedas serán mono disco estampadas caladas en frío, construidas en acero laminado de calidad R-7, según norma UIC 812-3, con una resistencia de 820 a 940 N/mm² y un tratamiento térmico templado. Estarán preparadas para el calaje hidráulico.

Todos los parámetros de calado se entregarán como parte de la documentación del VFC con el objeto de poder reproducir en nuestras instalaciones y con la maquinaria de FMB, esta operación.

7.11.4 Areneros

El vehículo estará provisto areneros en todas las ruedas de tracción del vehículo y dispuestos para los dos sentidos de circulación.

Se manejarán desde los puestos de conducción. Se podrán accionar independientemente los areneros correspondientes a uno u otro sentido de marcha, supeditados al sentido de avance.

El diseño estará concebido de forma tal que la arena ni se comprima en el interior, ni se almacene en el fondo. Las tapas de cierre serán totalmente herméticas.

Dispondrá además de un tamiz con objeto de impedir la entrada al interior de los eyectores arena de una granulometría que pueda dañar los dispositivos.

El chorro de arena al llegar a la línea de contacto rueda-carril no superará el ancho de éste. En cada caja de arena habrá una tobera que, al accionarse, eyectará la cantidad de arena deseada delante de la rueda. La capacidad de cada caja de arena será de aprox. 20 l.

El consumo de arena, en cada arenero será de aproximadamente 600 gramos por minuto.

La arena utilizada es silicato vítreo con nombre comercial Prominet Grit se adjunta ficha de seguridad en el **ANEXO 7**.

7.12 FRENOS

7.12.1 Características generales

El vehículo dispondrá de, al menos, el siguiente equipo de freno:

- Freno de continuo y automático.
- Freno directo.
- Freno de estacionamiento.
- Freno de emergencia (seta de emergencia).

Adicionalmente podrá disponer de un freno dinámico

Las prestaciones a conseguir por parte del freno serán calculadas en base a lo dispuesto en la norma EN 14531-2:2016 y a la ficha UIC 544-1.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

El peso freno del vehículo será suficiente para su circulación en aislado, a la velocidad máxima establecida en el presente Pliego de Condiciones.

Todos los elementos neumáticos estarán perfectamente identificados tanto físicamente como en los planos.

En el pupitre estarán colocados los manómetros para control del circuito neumático general y de freno.

Se incluirá en la Oferta una descripción detallada del sistema de freno del vehículo.

Durante la fase de diseño del proyecto, el Adjudicatario deberá especificar el sistema de frenado incluyendo el tipo de frenos, cilindros de freno, timonería de freno, zapatas, tuberías, y sistema neumático con todos sus componentes, indicando el fabricante y sus principales características, y deberá ser aprobado por FMB.

7.12.2 Freno continuo y automático

El freno continuo y automático será acorde con las exigencias de la normativa UNE-EN 14033-1:2018; actuará sobre todas las ruedas del vehículo y sus características de diseño, presiones y tiempos de respuestas responderán a las condiciones de frenado exigidas por las fichas UIC 540 y UIC 543.

Los cálculos de freno se entregarán con el VFC.

Los componentes de dicho equipo serán acordes a las fichas UIC de las series 541 a 547. De forma específica, los dispositivos de control local del freno cumplirán con las normas UNE-EN 15355:2009+A1:2023 y UNE-EN 15611:2009+A1:2020.

El vehículo estará equipado con una válvula de aflojamiento manual y con un dispositivo que impida la tracción si la presión de la tubería de freno automático es inferior a 4,7 bar. Sólo podrá aflojarse el freno desde la cabina de conducción activada. Esta comprobación se incluirá en las pruebas de recepción.

Se preferirá el empleo de tuberías metálicas unidas mediante el menor número de conexiones posibles (no se aceptarán conexiones roscadas). En caso de empleo de tuberías flexibles, se garantizará que el fallo de alguna de ellas no suponga la pérdida total del frenado. Además, dispondrán de estranguladores que minimicen el flujo de aire en caso de averías. En todo caso, las tuberías serán accesibles sin necesidad de desmontaje de otros equipos.

7.12.3 Freno directo

El vehículo dispondrá de un freno directo, cuyo circuito estará separado en dos partes independientes entre sí, que permita obtener unas prestaciones de frenado iguales o mejores a las conseguidas con el freno continuo y automático. Será posible aislar el freno desde la cabina que no esté en uso.

Se dispondrá de frenado y aflojado proporcional (con posición de marcha/aflojamiento y aplicación gradual de freno). El tiempo de aplicación para alcanzar el 95% del esfuerzo máximo de frenado debe ser inferior a 4 segundos.

El tiempo de vaciado de los cilindros del freno desde la presión máxima de 0,4 bar debe ser de 4 ± 1 segundos'.

El diseño de este tipo de frenos será capaz de suministrar a los cilindros de freno la presión máxima procedente del freno continuo y automático o bien del propio freno directo.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

7.12.4 Freno de estacionamiento

El freno de estacionamiento actuará sobre los mismos cilindros que el freno de servicio, mediante muelles acumuladores independientes y aflojamiento neumático, permitirá conseguir la inmovilización del vehículo durante un tiempo indefinido.

En el exterior del vehículo se dispondrá de un mando mecánico de aflojado para casos de emergencia, fácilmente accesible. El aflojado manual será posible incluso en condiciones de freno de servicio totalmente aplicado.

El freno de estacionamiento se calculará según la ficha UIC 544-1, para las pendientes máximas descritas en el siguiente Pliego de Condiciones Técnicas. El freno de estacionamiento garantizará la inmovilidad del vehículo, al menos, en rampas del 45°/00 consideradas como las rampas máximas existentes, sin que sea necesario un coeficiente de rozamiento entre la rueda y el carril superior a 0,15.

Deberá disponerse de un dispositivo que garantice el vaciado de cualquier fuga que entre en la tubería de freno.

7.12.5 Freno de emergencia

El vehículo permitirá que, en caso de emergencia, se pueda aplicar el freno continuo y automático. Para ello, estará equipado con un dispositivo destinado, únicamente, a la aplicación del freno de emergencia (seta de emergencia). Este dispositivo será claramente visible y fácilmente accesible. Serán de aplicación las disposiciones establecidas en la norma UNE EN 14033-1:2018.

El accionamiento de estos dispositivos permitirá vaciar el conducto de freno o eliminar la energía del circuito de freno con objeto de aplicar el freno de emergencia y cortar todas las fuerzas de tracción. El reinicio de la tracción sólo será posible cuando el conductor cancele el control de frenado de emergencia y la orden de tracción.

Todos los componentes del sistema de freno estarán diseñados para soportar, al menos, dos frenadas de emergencia consecutivas desde la velocidad y carga máxima, sin que se superen las temperaturas de diseño ni que se produzcan calentamientos anómalos.

La deceleración del frenado de emergencia respetará lo establecido al respecto en la normativa vigente. En cualquier caso, no podrá ser inferior a 0,8 m/s² ni superior a 1,2 m/s², en vía horizontal y recta con valores de deceleración media considerando el tiempo entre que se activa el órgano de accionamiento hasta que se detiene el vehículo.

El tiempo de respuesta del freno de emergencia será menor de 1,5 segundos, desde que se aplique hasta que se alcance el 90% del valor máximo de frenado.

El valor de deceleración de emergencia citado será uniforme. Se obtendrá con carril seco, sin el empleo de areneros u otros dispositivos que aumenten la adherencia entre rueda y carril. Se deberán obtener valores de deceleraciones intermedias de frenado de servicio comprendidas entre 0 y el valor de emergencia, actuando sobre el manipulador de frenado del pupitre de conducción.

Para las condiciones nominales de cálculo se deberá tomar un valor de 0,15 como coeficiente de adherencia máximo.

7.12.6 Sistema antipatinaje y antideslizamiento.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--------------------------------------

El VFC dispondrá de un sistema que gestione los posibles efectos de patinaje o deslizamiento de las ruedas derivados de las distintas condiciones de adherencia rueda-carril. El objetivo será evitar que se produzcan episodios de patinaje o de deslizamiento en los procesos de aceleración o frenado del vehículo.

En especial controlará la aplicación del freno de manera que se adapte en cada momento a la adherencia disponible y optimice así el frenado.

El sistema evitará el bloqueo de las ruedas del vehículo de manera que no se produzcan planos en las mismas.

Se incluirá en la oferta una descripción del sistema y de sus prestaciones.

7.12.7 Timonería de freno

La timonería de freno tendrá sus articulaciones totalmente encasquilladas y estarán calculadas de forma que no se produzca deformación en las mismas por los esfuerzos a los que estarán sometidas durante el servicio,

La disposición de la timonería estará concebida para que, con la máxima presión prevista en los cilindros de freno, el coeficiente de frenado del vehículo (relación entre el esfuerzo total sobre zapatas y el peso del vehículo) no sea inferior a un 98%.

7.12.8 Zapatas de freno

Las zapatas de freno cumplirán con las fichas UIC 541-3 y UIC 541-4 y UIC 832.

El montaje de las zapatas estará previsto de forma tal que su sustitución se realice fácilmente, sin necesidad de desmontar ningún elemento para acceder a ellas, ni a las barras de tensado. El vehículo dispondrá de un sistema de aviso de desgaste de las zapatas.

Las guarniciones serán de tipo sintético, debiendo remitirse con la oferta las características propias totales que definen el material, indicándose la vida útil estimada de las mismas.

Deberán disponerse de un par de zapatas de freno por rueda.

7.12.9 Equipo neumático

Los equipos de aire comprimido estarán protegidos por un eficaz sistema de purga y engrase del circuito. La calidad del aire suministrado debe ser, al menos, de clase 4.3.4, medida de acuerdo con la norma ISO 8573-1:2010 y con la norma NF F 11-100:2005.

En el circuito neumático habrá una válvula de regulación de presión máxima y mínima. Como protección, estará dotado de una válvula de seguridad para evitar el aumento de presión por encima de la admitida por los diferentes elementos que forman el circuito neumático.

Esta válvula estará precintada, timbrada y marcada con la presión a la que ha sido ajustada.

Tendrá uno o más depósitos de almacenamiento de aire, adecuado a las necesidades de utilización. Éstos estarán perfectamente numerados e identificados con sus certificados y pruebas correspondientes. Serán conforme a las normas UNE-EN 286-3:1995 y UNE-EN 286-4:1995.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

El compresor estará acoplado directamente al motor, y estará diseñado para funcionar en régimen continuo sin peligro de deterioro. La producción de aire será suficiente para el correcto funcionamiento del vehículo.

El compresor no transmitirá vibraciones ni ruidos de ningún tipo.

Todos los transductores y presostatos instalados tendrán un grado de protección IP65.

7.13 EQUIPO ELÉCTRICO PARA SISTEMAS AUXILIARES (NO TRACCIÓN)

La función del equipo eléctrico será la de alimentar los circuitos de control, alumbrado, funcionales, auxiliares, etc.

El equipo eléctrico del vehículo se compondrá, básicamente, de los circuitos siguientes:

- Arranque del motor diésel auxiliar.
- Mando y control del vehículo.
- Faros y pilotos.
- Alumbrado interior.
- Alumbrado y tomas de fuerza para trabajo.
- Avisadores acústicos (bocinas).
- Dispositivo de hombre muerto (HM).
- Equipos de comunicaciones.
- Equipos de aire acondicionado y calefacción.
- Mando de los dispositivos hidráulicos.
- Sistema de fresado.
- Mando de los sistemas operacionales del vehículo.

Todas las conducciones mangueras, cables, clemas, etc. Estarán perfectamente identificadas, tanto en el propio elemento como en la documentación técnica del vehículo.

Las situaciones de emergencia y averías como pueda ser la falta de energía eléctrica o neumática, quedarán solucionadas con equipos auxiliares que serán capaces de suministrar energía suficiente para conseguir apartar el vehículo en el menor tiempo posible y con el personal mínimo posible.

7.14 CABLEADO

Los cables, serán de la máxima calidad, con aislamientos ignífugos y autoextinguibles.

Serán resistentes a los aceites minerales y combustibles líquidos. Para la circuitería general serán de catalogación “libre de halógenos” o “cero halógenos” y “no propagadores de humos”, y para los circuitos de seguridad los cables serán “libres de halógenos” y “resistentes al fuego”.

Será no propagador del incendio (cumplirá la especificación 383-1974 - IEEE Standard for Type Test of Class Ie Electric Cables. Vertical Flame test) de mínima emisión de humos (que en su caso será de máxima transparencia, no admitiéndose el desprendimiento de humo negro) y de emisión extremadamente baja de gases tóxicos.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

Los cables que estén sometidos a torsión, flexión o ambas a la vez, serán del tipo “extraflexible”.

Cada conductor y cada manguera deberán estar indeleblemente marcados en sus extremos mediante la referencia que les sea atribuida en sus listados correspondientes.

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

El tipo de marcaje, así como su rotulación y correspondencia con los esquemas se definirán en su momento de acuerdo con FMB.

7.15 EQUIPOS Y ELEMENTOS INFORMÁTICOS

Los equipamientos electrónicos o informáticos que se instalen en el vehículo cumplirán, como mínimo, los requisitos que se indican a continuación:

- Los equipamientos electrónicos o informáticos, en particular aquellos que incorporen microprocesadores, no deberán interferir con su funcionamiento las frecuencias del sistema de radiotelefonía, ni de ningún otro sistema de radiocomunicaciones. A tal efecto, deberá cumplir lo especificado en el Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias en Vigor (CNAF).
- Las funciones de la electrónica de control y regulación serán comprobadas rutinariamente por el microprocesador del equipo, incorporándose funciones de autodiagnos que verificarán la operatividad del sistema.
- Las alarmas generadas por el vehículo quedarán almacenadas en la memoria del equipo. La información permanecerá en las mismas aún con falta de alimentación de baja tensión. El tiempo de almacenamiento será, como mínimo, de 7 días. Los sistemas de memorización de eventos dispondrán también de esa capacidad.
- La extracción de los datos asegurará el acceso a los mismos independientemente del software empleado. Toda esta información podrá exteriorizarse a través de salidas compatibles con sistemas comerciales de tratamiento de datos, entradas a ordenador, presentación en pantalla, listados, etc. Se valorará el acceso a dichos datos mediante interface web.
- Los equipos electrónicos cumplirán con lo dispuesto en la norma UNE-EN 50155:2018, en lo referente al diseño, construcción, condiciones de funcionamiento y ensayos.
- Serán lo suficientemente robustos para soportar las vibraciones, choques y sacudidas a los que puedan verse sometidos en la explotación. A este efecto, deberán haber sido ensayados conforme a lo dispuesto en la norma UNE-EN 61373:2011 CORR 1:2011. Además, deberán garantizar el funcionamiento correcto ante sollicitaciones propias del funcionamiento normal del VFC (aceleraciones longitudinales procedentes de la tracción o el frenado). Deberán tenerse en cuenta que el vehículo operará básicamente en túneles.
- Deberá especificarse: IK, IP, índice de fiabilidad de cada equipo (MTBF) y describirse los tipos de fallo, especificando la descripción de los mismos, causas, características, probabilidad de aparición y posibles consecuencias en el sistema. Los requisitos específicos referentes a las prácticas necesarias para asegurar los niveles de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad responderán a lo establecido en la norma UNE-EN 50126-1:2018.

En cuanto a la elección de los componentes de los equipos, se tendrá en cuenta que éstos puedan disponer de segundas fuentes de suministro y de una continuidad adecuada, de forma que se garantice su mantenimiento durante el mayor tiempo posible.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--------------------------------------

Deberá especificarse la vida útil de los equipos mediante un estudio completo LCC de acuerdo con la norma UNE-EN 60300-3-3:2017. En caso de que alguno de los componentes no llegase a la vida útil especificada, deberá garantizarse su reposición. En caso de que, por obsolescencia tecnológica no fuese posible su reposición, será posible sustituir el componente por otro similar, que garantice la funcionalidad del equipo.

Los equipos informáticos deberán tener el menor mantenimiento posible.

7.16 EQUIPO HIDRAULICO

Los equipos del vehículo serán preferentemente de accionamiento eléctrico, permitiéndose el uso de sistemas hidráulicos solamente en casos concretos debidamente justificados.

En caso de que el vehículo disponga de este tipo de equipamientos, deberá estar diseñado para minimizar su mantenimiento. También deberá minimizarse el riesgo de pérdida de líquido y especialmente los riesgos que puedan provocar incendios.

Todos los componentes utilizados deberán cumplir la normativa ferroviaria y estar homologados par uso en maquinaria ferroviaria.

El equipo estará diseñado para minimizar su mantenimiento.

Se incluirá en la oferta una descripción detallada del equipamiento hidráulico del vehículo.

7.17 OTROS EQUIPAMIENTOS

7.17.1 Dispositivos de puesta a tierra

El vehículo incorporará dispositivos de puesta a tierra que permitirán el paso de la corriente eléctrica entre bastidor del vehículo y carril con una resistencia muy baja. Se dispondrá de un dispositivo en cada eje situados uno a cada lateral del vehículo.

Será válida una disposición de retorno directamente al eje por medio de un porta-escobillas adosado, o bien se podrá incorporar al porta-escobillas sobre la testa del eje.

El diseño deberá evitar que por el paso del tiempo o por las condiciones atmosféricas o del entorno se incremente la resistencia del dispositivo.

7.17.2 Sistema de registro de datos de conducción

El vehículo dispondrá de un sistema de registro de datos de conducción que cumplirá las normas UNE-EN 62625.

El sistema permitirá registrar datos referentes tanto al comportamiento del conductor como al de los sistemas de a bordo que permitan analizar las causas de incidentes o accidentes que puedan estar provocados por un mal comportamiento de los sistemas técnicos o una actuación inadecuada del operador.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

Se definirá en fase de proyecto el conjunto de datos a ser registrados.

Los datos deberán guardarse un mínimo de 2 semanas y deberán ser accesibles mediante una aplicación que permita la representación y análisis de los mismos de manera fácil y amigable.

7.17.3 Quitapiedras

Los ejes dispondrán de dispositivos quitapiedras ajustables en altura para compensar el desgaste del rodaje y proteger las ruedas de las piedras que puedan encontrar en la vía. Serán de aplicación las prescripciones de la norma UIC 615-1, apartado 7.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

8. SISTEMA DE FRESADO

8.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El vehículo dispondrá de las unidades necesarias de fresado y amolado que permitan conseguir las prestaciones definidas en este apartado.

El VFC permitirá trabajar los dos hilos simultáneamente o de manera independiente.

El vehículo estará preparado para trabajar diferentes perfiles de carril y durezas de este.

El vehículo tendrá la posibilidad de tratar cambios de vías, tanto en la zona del cruce como en las agujas. Esta funcionalidad no estará incluida en el suministro original y su suministro será opcional para FMB y obligatorio para el adjudicatario en caso que FMB lo solicite. En la oferta económica se detallará el importe de esta funcionalidad.

El vehículo de fresado debe disponer de tecnología de amolado embarcada, cuya finalidad es obtener un acabado de la superficie de rodadura sin facetas.

El vehículo deberá poder realizar únicamente la función de amolado.

La anchura máxima de las facetas producidas por las unidades de fresado sobre la esquina de rodadura debe ser de 4 mm, 7 mm sobre el apoyo y 10 mm del punto medio del carril.

La mínima retirada de material en una única pasada será de como máximo 0,2 mm en el área superior de rodadura y de 0,2 mm en el área de la esquina de rodadura. Se valorará que la mínima retirada en el área de rodadura sea de inferior a este valor. Se incluirá en el **SOBRE 3** de la oferta el valor de esta retirada mínima de material para carril 54 E1.

La cantidad de material que podrá retirar el vehículo en una única pasada será como mínimo de 1 mm en el área superior de rodadura y de 2mm en el área de la esquina de la rodadura. Se valorará que la retirada máxima en una pasada sea superior a 1 mm en la cara superior. Se incluirá en el **SOBRE 3** de la oferta el valor de esta retirada máxima de material para carril 54 E1.

La profundidad de corte debe de ser regulable, permitiendo programar incrementos o decrementos de 0,1 mm, posibilitando con ello, realizar transiciones automáticas de entrada y salida en el avance del corte. Este valor de profundidad de corte permanecerá indicado, de forma correctamente visible, en la pantalla de control de trabajo.

La precisión de corrección que debe tener el sistema filado para el perfil longitudinal de carril, se define en base a los porcentajes de las irregularidades que superan los límites de valores cresta a cresta en cada sección para las diferentes longitudes de onda.

Rango de longitud de onda (mm)	de 30 a 100	de 100 a 300	de 300 a 1000
Clase 2	10 %	10 %	Sin requisito establecido
Límite de los valores cresta-a-cresta (mm)	±0,01	±0,03	±0,1

La clasificación hace referencia a la longitud total de cada sección en la que no se incluyen pasos a nivel y aparatos de vía que se encuentren dentro de la longitud de la vía.

Las prestaciones a obtener en el tratamiento de aparatos (desvíos) deben cumplir las especificaciones descritas en la norma UNE-EN 13231-2:2021.

La rugosidad superficial resultante tras los trabajos no debe ser superior a 10 µm.

La transición de la zona fresada a la zona no fresada debe ser continua. No debe haber ningún trazo azulado continuo en la zona rectificada.

8.2 CARACTERÍSTICAS DEL FRESADO

El sistema de ajuste de referencia de las unidades de fresado, respecto al carril, deberá de ser totalmente automático, mediante un sistema de posicionamiento. El posicionamiento inicial en el tramo de trabajo de las diferentes unidades de fresado, deberá de conseguirse en el menor tiempo posible. El sistema deberá de ser capaz de ir ajustando las correcciones de referencia sobre el carril de manera automática en el proceso de avance de corte.

El sistema de fijación de la rueda de fresado ha de garantizar su perfecta sujeción, además de permitir su rápida sustitución. El vehículo dispondrá del alojamiento adecuado, para almacenar un recambio completo de las ruedas de fresado y deberá disponer de las herramientas y útiles necesarios para poder realizar la sustitución de la rueda de fresado en la zona de trabajo.

El vehículo deberá ser capaz de tratar un mínimo de 400 metros a la hora en régimen de retirada de material de 0,5 mm en el área superior de rodadura y de 1 mm en el lado activo del carril para carril 54 E1.

En estas condiciones la herramienta de corte deberá poder operar sin ser sustituida durante un mínimo de 3 horas.

Se indicará en el **SOBRE 3** de la oferta y se valorará la siguiente información:

- Rendimiento máximo en m/h en régimen de retirada de material de 0,5 mm en el área superior de rodadura y de 1 mm en el lado activo del carril para carril 54 E1.
- Duración en metros de la herramienta de corte sin ser sustituida en régimen de retirada de material de 0,5 mm en el área superior de rodadura y de 1 mm en el lado activo del carril para carril 54 E1.

El cambio de la rueda de fresado deberá realizarse de la manera más fácil y rápida posible, debiendo ser posible su realización en la zona de trabajo. Para ello, el tren dispondrá de un espacio reservado para ubicar dos ruedas de fresado de recambio, así como de las herramientas y útiles necesarios para hacer el cambio de ruedas fuera del taller. Deberá indicarse en la oferta el proceso de cambio de rueda en la zona de trabajo y en el **SOBRE 3** de la Oferta el tiempo mínimo necesario para ello.

El cambio de los elementos de corte (o de la posición de los mismos) de la rueda en taller deberá hacerse de la manera más sencilla y rápida posible. Se indicará en la Oferta el proceso de cambio y el tiempo necesario para el mismo.

El vehículo estará equipado con un sistema de aspiración de virutas metálicas generadas por el proceso de fresado, permitiendo aspirar como mínimo el 95% de las virutas de metálicas generadas tras el fresado. Se dispondrá de un dispositivo luminoso de aviso en cabina, que permita verificar que el sistema se encuentra en funcionamiento.

Asimismo, el vehículo debe de disponer de un depósito de virutas metálicas, que recoja las virutas generadas en el proceso de fresado. La capacidad del depósito de virutas será suficiente para garantizar que no se deba vaciar durante una jornada de trabajo de 3 horas al máximo rendimiento.

El depósito de virutas, tendrá la capacidad de poder descargar la carga de virutas a ambos lados del vehículo, dando la opción a la descarga total de la carga por el lateral del vehículo que más convenga.

La descarga del depósito se debe poder realizar en taller o en vía de forma sencilla y en el menor tiempo posible.

8.3 CARACTERÍSTICAS DEL AMOLADO

La tecnología de amolado de carril, será del tipo rotativo tangencial (ver Figura 1).

Esta tecnología de amolado estará constituida por un disco o rueda abrasiva con eje de giro horizontal, con el fin de mecanizar en una única pasada la zona delimitada como B (ver Figura 2) con una longitud transversal de 55 mm. No se admitirá otro tipo de tecnología de amolado que no sea del tipo rotativo tangencial.

El ancho de ataque de la rueda o disco abrasivo sobre la superficie de carril tiene que medir 55 mm, además de tener el perfil adecuado para adaptarse perfectamente a la superficie de rodadura superior del carril tipo S4E1.

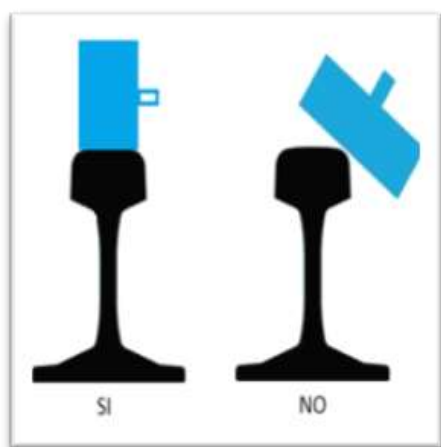


Figura 1: Tecnología de tipo rotativo tangencial



Figura 2: Zona de mecanizado con una pasada, zona roja.

La retirada de material realizada por las unidades de amolado debe ser la mínima e indispensable para eliminar las facetas ocasionadas por el proceso de fresado. La propia operación de amolado no debe ocasionar facetas sobre la superficie mecanizada por amolado y la rugosidad superficial tras el proceso no debe ser superior a 10 μ m. La operación de amolado, se debe realizar en el mismo sentido de trabajo que la operación de fresado.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

Se garantizará que la presión ejercida por la unidad de amolado sobre el carril, en el proceso de amolado, no provoque en ningún caso la pérdida de contacto rueda del tren - carril.

La plataforma de vía, así como la banda de rodadura del carril no debe de quedar contaminadas tras el proceso de amolado, para ello, el sistema dispondrá de los equipos de aspiración y limpieza necesarios para garantizar la eliminación de cualquier tipo de contaminación.

El proceso de amolado, no emitirá proyecciones incandescentes a la plataforma de vía que puedan provocar incendios.

Los juegos de reglajes programados en el ordenador de amolado podrán ser seleccionados por el operador, de acuerdo a la configuración necesaria. La presión de amolado fijada por el operador, se ha de mantener constante hasta un nuevo ajuste. Este valor permanecerá indicado, de forma correctamente visible, en la pantalla de control de amolado.

El procesado de amolado no debe necesitar ningún tipo de agente refrigerante para enfriamiento (agua, etc..).

La vida útil del abrasivo de la rueda o disco deberá garantizar su duración durante un mínimo de 3 horas de trabajo en cualquier condición y régimen de trabajo.

El sistema de fijación de las ruedas de amolado ha de garantizar su perfecta sujeción, además de permitir su rápida sustitución en la zona de trabajo en el menor tiempo posible.

El vehículo estará equipado con un sistema de aspiración de polvo de amolado por cada lateral del vehículo, que permita al menos la aspiración del 99% del polvo generado en el proceso de amolado.

El sistema de aspiración de polvo dispondrá de un sistema de filtrado, además de un depósito con capacidad suficiente para almacenar el polvo de amolado para realizar al menos una jornada de trabajo de 3 horas al máximo rendimiento sin necesidad de vaciado del depósito, debiendo poder cambiarse los filtros de forma rápida y sencilla. Las operaciones de mantenimiento deben poder realizarse en el menor tiempo posible.

8.4 SISTEMA DE GESTION DEL FRESADO

El VFC dispondrá de un Sistema de Gestión del Fresado que permitirá:

- Establecer los parámetros del fresado y amolado.
- Visualizar toda la información referente al fresado y amolado.

Para ello el vehículo dispondrá en cabina de un interfaz hombre-maquina gráfico y amigable que permita realizar estas funciones de manera sencilla y eficaz.

El sistema deberá proponer, a partir de las mediciones realizadas por el propio vehículo en un determinado tramo, los parámetros óptimos para el tratamiento de dicho tramo. Estos parámetros deberán introducirse automáticamente previa autorización del operador del vehículo.

Se incluirá en la Oferta una descripción del sistema de gestión del fresado.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

8.5 SISTEMA DE VISUALIZACIÓN DEL FRESADO

El vehículo dispondrá de cámaras IP que permitan visualizar desde cabina todas las fases del trabajo de reperfilado y detectar posibles incidencias sin necesidad de descender del vehículo. Además, estarán conectadas a un sistema de grabación que permitirá la grabación continua o selectiva, según criterio del operario.

Las cámaras serán en color, dispondrán de muy alta resolución de imagen y barrido progresivo. Dispondrán de LEDs infrarrojos u otros sistemas que doten a la cámara de la visión adecuada para las condiciones de trabajo más desfavorables (trabajos con escasa luminosidad).

Las cámaras deberán ir provistas de carcasas exteriores con la resistencia adecuada para hacer frente a las inclemencias climatológicas, la limpieza del vehículo y las posibles generaciones de contaminación ambiental durante los trabajos.

En el supuesto que esta tecnología no pueda ser suministrada por el fabricante, este deberá proponer otra tecnología en la fase de proyecto y esta deberá ser aprobada por FMB.

8.6 REQUISITOS DE SEGURIDAD

En cada cabina se dispondrá de un pulsador de emergencia, que permita el repliegue de las unidades de fresado y amolado de forma inmediata. En caso de estar el VFC parada, las unidades subirán automáticamente y se impedirá su bajada en funcionamiento para evitar daños al carril.

En ambos extremos del VFC, próximo a las unidades de fresado y amolado, se dispondrá un pulsador de emergencia que permita subir las unidades, desactivando el accionamiento de ambas unidades y frenando el vehículo en situación de emergencia.

Las unidades de fresado y amolado dispondrán de los elementos de seguridad necesarios para impedir cualquier riesgo de atrapamiento.

Durante los trabajos, el ruido máximo admisible para los operarios deberá respetar lo dispuesto en el Real Decreto 286/06 relativo a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Así, el nivel diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) no superará el valor límite de exposición, fijado en 87 dB(A), con un nivel de pico (L_{pico}) obtenido inferior o igual a 140 dB (C). Si se supera el valor inferior de exposición que da lugar a una acción ($L_{Aeq,d} \geq 80$ dB y $L_{pico} \geq 135$ dB), se indicará claramente la acción preventiva a tomar durante la operación del VFC (colocación de protectores auditivos u otros). En todo caso, se tendrán en cuenta las recomendaciones de diseño dispuestas en la norma EN ISO 11688-1:2010.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

9. SISTEMAS DE MEDICIÓN

9.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El vehículo dispondrá de los siguientes sistemas de medición:

- Perfil longitudinal del carril.
- Perfil transversal del carril.
- Defectos en cabeza de carril.

Las características generales de los sistemas son los siguientes:

- La ubicación de los equipos de medida en el vehículo, deben permitir registrar en trabajo y sin trabajo, y en ambos lados de la vía. La información de las unidades de trabajo se visualizará en el pupitre del operador.
- Capacidad de registro de almacenamiento superior a 100 Km.
- Precisión en la localización de 1m/Km
- Los registros del equipo de medida deben poder exportarse a formatos estándar que permitan ser visualizados y tratados por otros sistemas de visualización y de gestión de datos (CSV....)
- Los datos deberán poder ser transferidos a un dispositivo de almacenamiento de datos externo a través de un conector estándar (USB o similar).
- Los datos deberán poder ser enviados vía wifi o GSM a dispositivos externos.
- Se dispondrá de un software externo de tratamiento de los datos que permita su almacenamiento, visualización y tratamiento de acuerdo a las normativas que se indican en este Pliego. El software debe estar como mínimo en español, valorándose positivamente el catalán. Se proporcionarán 3 licencias.

El VFC dispondrá de un Sistema Medición Embarcado que permitirá a través de una pantalla ubicada en el pupitre de conducción las siguientes funciones:

- Visualización en tiempo real de las medidas.
- Visualización de los datos almacenados.
- Generación de alarmas en caso de detectar parámetros fuera de rango.

Los sistemas de medición del perfil transversal y longitudinal del carril no estarán incluidos en el suministro original y su suministro será opcional para FMB y obligatorio para al adjudicatario en caso que FMB lo solicite. En la oferta económica se detallará el importe del conjunto de los dos sistemas.

El sistema de medición de defectos del carril no estará incluido en el suministro original y su suministro será opcional para FMB y obligatorio para al adjudicatario en caso que FMB lo solicite. En la oferta económica se detallará el importe de este sistema.

9.2 CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN DEL PERFIL LONGITUDINAL DEL CARRIL

El equipo embarcado de medición del perfil longitudinal de carril, debe de cumplir las siguientes características:

- Los instrumentos de medición deberán ser aprobados conforme a lo dispuesto en la norma UNE-EN 13231-2:2021
- Software adaptado conforme a norma UNE-EN 13231-2:2021(estadísticas).
- Equipo de medida sin contacto con el carril, mediante equipos con tecnología láser.
- Rango de medición: ± 5 mm

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

- Intervalo de mediciones: ≥ 0.5 mm
- Permitirá la medición de irregularidades residuales de las siguientes longitudes de onda con una precisión especificada por onda:
 - De 10 a 30 mm (onda ultra corta), precisión: $3,6 \mu\text{m}$.
 - De 30 a 100 mm (onda corta), precisión: $1,6 \mu\text{m}$.
 - De 100 a 300 mm (onda media), precisión: $1,1 \mu\text{m}$.
- Resolución: $1 \mu\text{m}$.

9.3 CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN DEL PERFIL TRANSVERSAL DEL CARRIL

El equipo embarcado de medición del perfil transversal de carril, debe de cumplir las siguientes características.

- Los instrumentos de medición deberán ser aprobados conforme a lo dispuesto en la norma UNE-EN 13231-2:2021.
- El software permitirá la superposición del perfil medido con el perfil de referencia, de forma que se pueda apreciar y medir la diferencia entre ambos.
- Software adaptado conforme a norma UNE-EN 13231-2:2021 (estadísticas).
- Equipo de medida sin contacto con el carril, mediante equipos con tecnología láser.
- Método de evaluación de registros: comparación del perfil registrado en varios puntos del perfil de referencia, con una desviación máxima como se establece en la norma UNE-EN 13231-2:2021.
- Rango de medición: debe de registrar el perfil de la cabeza del carril por completo.
- Perfiles de referencia: el software de tener cargados múltiples tipos de perfiles, entre ellos UIC-54, UIC-60 con un ángulo de inclinación de $1/20$.
- Intervalo de mediciones: ≥ 200 mm
- Precisión de la medida: $< 50 \mu\text{m}$.

9.4 SISTEMA DE MEDICIÓN DE DEFECTOS EN LA CABEZA DEL CARRIL (HEAD-CHECKS)

El vehículo dispondrá de un sistema de detección y evaluación de defectos en la cabeza de carril, en especial de grietas superficiales (head-checks) mediante corrientes inducidas de Foucault. Los instrumentos de medición deberán cumplir los requisitos dispuestos en la norma UNE-EN 16729-2:2020.

El sistema debe de cumplir las siguientes características:

- Rango de medición: debe de registrar el perfil de la cabeza del carril por completo.
- Perfiles de referencia: el software de tener cargados múltiples tipos de perfiles, entre ellos UIC54, UIC60 con un ángulo de inclinación de $1/20$.
- Profundidad de inspección ≥ 3 mm.
- El sistema de medición debe detectar defectos de fatiga por contacto rodante en los acuerdos de la superficie de rodadura (cara activa y exterior) y defectos lineales centrales como spalling.
- El sistema de medición debe permitir la auscultación de todo tipo de aparatos de vía: desvíos, cruzamientos, soldaduras, ... independientemente de la dureza y de la inclinación del carril.
- Equipo de medida mediante sensores de corriente alojados en el interior de una rueda que no pierda contacto en ningún momento con el carril, por lo que no debe verse afectado por defectos de desgaste lateral, vertical, ondulatorio, defectos de fatiga, defectos de alineación, calas existentes en juntas embridadas, etc.
- Intervalo de mediciones: ≥ 200 mm.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

9.5 SISTEMA DE MEDICIÓN EMBARCADO

El VFC dispondrá de un Sistema Medición Embarcado que permitirá a través de una pantalla ubicada en el pupitre de conducción las siguientes funciones:

- Gestión del sistema de medición.
- Visualización en tiempo real de las medidas.
- Visualización de los datos almacenados.
- Generación de alarmas en caso de detectar parámetros fuera de rango.

El sistema permitirá seleccionar, representar y tratar todos los parámetros medidos por el VFC. La representación de la información deberá ser configurable por el usuario permitiendo representar diferentes variables, en diferentes formatos y visualizaciones. Para el tratamiento se dispondrá de herramientas que permitan efectuar análisis de la información, creación de variables complejas a partir de las variables originales, aplicación de algoritmos, generación de informes, etc.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

10. SISTEMA DE TELEMONITORIZACION

10.1 OBJETIVO DE LA TELEMONITORIZACION

El VFC deberá disponer de un sistema de telemonitorización que permita disponer en tierra de la siguiente información:

- Información de mantenimiento.
- Información del sistema de medición.

Referente al mantenimiento del VFC, se deberá disponer de la información en tiempo real del estado del VFC, así como de todos los parámetros y variables de la misma necesarios para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo (prever, detectar y solucionar posibles averías). De modo general deberá monitorizarse toda la información de la que se dispone en la cabina de conducción a nivel de alarmas, indicadores, etc. así como todas las variables internas de los diferentes subsistemas del VFC necesarias para el mantenimiento.

En relación con el sistema de medición deberá transmitirse a tierra la información generada por el Sistema de Medición Embarcado que incorpora el VFC.

El VFC deberá permitir también el envío desde tierra de información necesaria para la configuración, actualización, mantenimiento u operación del VFC, fomentando que estas tareas puedan realizarse remotamente sin necesidad de acceder al vehículo.

Además del sistema propio, el VFC deberá enviar información al sistema de telemonitorización Davanna propio de FMB, por lo que deberán ubicarse en el vehículo los elementos hardware de este sistema y disponer de los softwares necesarios.

10.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE TELEMONITORIZACION

10.2.1 Sistema propio de monitorización

El VFC deberá disponer de un sistema propio de telemonitorización que permitirá:

- Envío de información vía wifi o GSM del vehículo a tierra.
- Envío de información vía wifi o GSM de tierra al vehículo.
- Gestión de la información.

Para ello dispondrá de los elementos de comunicación necesarios, así como de una plataforma informática en tierra que permitan realizar el tratamiento de esta información. En particular se deberá disponer de:

- Módulo de Mantenimiento, que permitirá acceder a través de un interfaz hombre-máquina gráfico y amigable al Sistema de Ayuda al Mantenimiento.
- Módulo de Medición que permitirá acceder a través de un interfaz hombre-máquina gráfico y amigable al Sistema de Medición Embarcado.
- Módulo de Configuración del Vehículo desde el que se podrán realizar todas las acciones necesarias para configurar, parametrizar, actualizar, etc el vehículo o módulos o equipos de mismo.

El puerto local de interface de datos será de tipo BUS UDP y a través de uno o varios puertos se podrá acceder a la información de los tres módulos localmente.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

El módulo de medición deberá de ser independiente de los otros dos módulos. El VFC dispondrá de los equipos de comunicaciones necesarios con antena WIFI para poder enviar toda la información al final de la jornada en la base de mantenimiento y del equipamiento de comunicaciones necesario con antena GSM 4/5G para el envío de la información en tiempo real necesaria, especialmente para monitorizar el estado de ésta y de parámetros críticos de medidas.

Así mismo, se podrá acceder a toda la información del sistema propio de telemonitorización disponible en sus servidores para integrarla en otros sistemas de gestión de la información en uso en TMB (Davana, Gis, SAP..) mediante acceso ip y apis específicas a proporcionar, y mediante un sistema de base de datos relacional de código abierto MySQL.

Será objeto del suministro de todos los equipos informáticos, así como de los paquetes software y licencias necesarios que componen la plataforma de telemonitorización. Se valorará que la plataforma sea accesible a través de diferentes dispositivos.

10.2.2 Sistema de monitorización Digital Train de FMB

FMB dispone de una plataforma de monitorización denominada Davana dedicada a la monitorización de los trenes de la flota y de diversos elementos de la infraestructura. Dicha plataforma integra la información en tiempo real de los trenes en circulación para el seguimiento de su estado, ocupación, etc. Dicha plataforma es accesible desde el centro de control de metro y desde cualquier ubicación con cobertura y a través de navegador web.

Es voluntad de FMB que los datos de mediciones generados por el VFC puedan ser incorporados a esta plataforma para que puedan ser tratados junto a otros parámetros de la vía obtenidos por otros sistemas de medición. Para ello, deberán ponerse a disposición del sistema Davana todos los datos generados por el sistema de medición necesarios para su correcta representación y tratamiento, tal como se ha descrito en el punto anterior en MySQL y mediante apis.

Determinados datos, como por ejemplo la posición, estado de funcionamiento, alarmas de funcionamiento del VFC o de mediciones con valores críticos, que puedan ser de interés en el seguimiento del vehículo en tiempo real en el centro de control de Metro y en las bases de mantenimiento de vías se enviarán en tiempo real a la plataforma DAVANA mediante la instalación de un equipamiento embarcado en el vehículo compatible con el sistema Digital Train de Metro de Barcelona, que FMB entregará al Adjudicatario. El Adjudicatario entregará la lista de todas las variables de que disponen los diversos sistemas para definir conjuntamente las de interés para ser representadas en DAVANA en tiempo real. A estas variables accederá el equipamiento de Digital Train embarcado a través del puerto local interface de datos de tipo BUS UDP enunciado en el punto 4 del apartado anterior

El VFC deberá disponer de espacio en un armario correspondiente a un rack 4U de 220 mm para poder instalar los equipos de Digital Train. Sobre el espacio reservado para el rack 4U debe haber al menos una borna de conexión a alimentación de 72V DC y una para GND Esta alimentación irá cableada desde el armario de magnetotérmicos del vehículo donde se utilizará un magnetotérmico reservado para este servicio de un polo, 4 amperios de corriente nominal y 10kA de aislamiento y tipo UCK.

El Adjudicatario deberá instalar en la en el vehículo el siguiente equipamiento embarcado de Digital Train que será suministrado por FMB:

- PC ferroviario que incorpora un software que recibe, filtra, procesa y analiza toda la información que le llega proveniente del vehículo y lo envía al sistema de comunicaciones.
- Antena de comunicaciones GSM 4G (independiente de la descrita en el punto anterior)
- Cableado entre equipos.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

11. SEGURIDAD

El vehículo, con todos sus elementos, debe cumplir la normativa CE sobre maquinaria, y disponer de toda la documentación que justifique el cumplimiento de ésta.

Tanto el marcado CE como cualquier otra homologación que cumpla el vehículo deberán incluirse en la placa identificativa del mismo.

Deberán cumplirse todas las normativas relativas a seguridad de vehículos auxiliares ferroviarios y en especial las UNE-EN-62928: 2018, UNE-EN-14033 y UNE-CEN/TR 15545:2009 IN en los apartados que apliquen.

El vehículo deberá incluir todas las indicaciones que garanticen la seguridad y salud de usuarios y mantenedores.

Asimismo, deberá cumplir con lo dispuesto en los Anexos I y II del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

El Adjudicatario deberá aportar los certificados originales que acrediten el cumplimiento de estas disposiciones.

11.1 **SEGURIDAD FERROVIARIA**

El Adjudicatario identificará y analizará las posibles situaciones de inseguridad provocadas por el vehículo en funcionamiento normal o degradado, así como las posibles disfunciones que puedan conducir a la generación no deseada de situaciones contrarias a la seguridad.

El Adjudicatario del VFC efectuará los estudios, ensayos y pruebas de seguridad de acuerdo a las especificaciones del **ANEXO 8** de este Pliego.

Se deberá incluir en la Oferta una versión preliminar del Plan de Seguridad Ferroviaria tal como se indica en **ANEXO 8**.

En relación a la documentación para el mantenimiento, se indicarán claramente las tareas que son críticas para la seguridad, justificando los intervalos de mantenimiento de las mismas que deberá estar en consonancia con los estudios RAMS.

Las instrucciones de trabajo que se suministren deberán contener los requerimientos de seguridad que se identifiquen.

11.2 **PROTECCIÓN FRENTE AL FUEGO**

El Adjudicatario deberá elaborar un estudio de seguridad donde se contemplarán los riesgos derivados del propio sistema y los derivados del uso del VFC en los túneles del Metro de Barcelona. En especial, deberá analizarse exhaustivamente los riesgos de incendio y explosión, debiendo cumplir las especificaciones de las normas UNE-EN 45545 y UNE-EN 62928-2018. Se incluirá en la oferta un estudio básico de seguridad frente a incendios en el que se prestará especial atención al sistema eléctrico de alimentación del vehículo.

El vehículo estará equipado con un sistema de detección de incendios que activará una señal óptica y acústica. En caso necesario de acuerdo al estudio de seguridad, el VFC estará equipado con un sistema de detección de

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

incendios en todo el vehículo o en partes del mismo. En caso de incendio este sistema de extinción se activará de forma totalmente automática o a voluntad del operador.

El conductor recibirá información detallada sobre el punto de origen del incendio del sistema de detección de incendios en su puesto de conducción/operación.

Las cabinas dispondrán de extintores y será posible evitar la entrada de humos en la cabina en caso de incendio en otras partes del vehículo mediante una adecuada estanqueidad y el apagado de los sistemas de ventilación.

Los materiales empleados en la construcción del vehículo cumplirán con la normativa UNE-EN 45545-2. El cableado cumplirá la norma EN50355 o similar.

El Adjudicatario del vehículo deberá entregar los correspondientes certificados para demostrar que se cumple toda la normativa de protección frente a incendios.

11.3 COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA

El Adjudicatario deberá garantizar que el vehículo cumple con los requisitos relativos a la compatibilidad electromagnética. Para ello el Adjudicatario deberá proponer un plan de pruebas a aprobar por FMB, de acuerdo a la normativa vigente.

En particular se asegurará la compatibilidad entre equipos embarcados de acuerdo a la norma UNE EN 50121-3-2, y del vehículo con el entorno a través del cumplimiento de la norma UNE EN 50121-3-1.

Asimismo, se garantizará la compatibilidad del vehículo con los sistemas de detección de trenes de conformidad con la norma CLC/TS 50238-2.

El vehículo cumplirá lo indicado en las normas EN 50500 y UNE EN 45502-2-1 en lo relativo a exposición humana a campos magnéticos, respetando los límites impuestos en la Directiva europea 2013/35/UE y en la Recomendación comunitaria 1999/519/CE.

El Adjudicatario deberá de garantizar en fase de proyecto que los equipos e instalaciones del vehículo no superan lo dispuesto en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

12. SOSTENIBILIDAD

El Adjudicatario del vehículo deberá minimizar el impacto ambiental generado por la fabricación y posterior utilización de la máquina. Para ello se tendrán en cuenta criterios de sostenibilidad en el diseño y fabricación del vehículo de manera que en todo momento se respeten todas las normativas vigentes en materia medioambiental.

El Ofertante deberá presentar en la oferta una declaración responsable de cumplimiento del REACH (EC 1907/2006) y de la “Lista de sustancias prohibidas y declarables de la industria ferroviaria” de la Asociación Europea de la Industria Ferroviaria (UNIFE) especificando la no existencia de sustancias prohibidas

La declaración se realizará de acuerdo con la plantilla de declaración de materiales de la Asociación Europea de la Industria Ferroviaria, UNIFE.

La utilización de productos considerados “declarables” deberá someterse a la aprobación de FMB, justificando la no existencia de alternativas. En caso de que dichos productos por cambios legislativos pasen a estar prohibidos, el Adjudicatario se verá obligado a proponer alternativas al menos durante los 20 años posteriores a la entrega del vehículo.

El Adjudicatario deberá utilizar el máximo número posible de materiales reciclables, debiendo indicarse en la oferta cuales son los componentes del VFC que no son reciclables.

Todos los aceites y grasas utilizados en el vehículo se deben encontrar en el mercado español y se deberán aportar sus fichas de características principales.

Se incluirá en la oferta el plan de actuación medioambiental para tratar los residuos generados en fase de puesta en servicio y explotación.

El adjudicatario debe velar para que el consumo energético del vehículo sea lo menor posible, debiendo indicarse en la oferta una descripción de las medidas de eficiencia energética adoptadas.

El adjudicatario deberá presentar los programas y procedimientos para el reciclaje de todos los componentes y piezas del tren que garanticen el cumplimiento de la normativa y la protección del medio ambiente y las personas.

Esta documentación deberá presentarse antes de la recepción provisional del vehículo. Cualquier modificación durante la fase de garantía requerirá la presentación de una actualización de dicha documentación y estará vinculada a la finalización del periodo de garantía.

Las instrucciones deben contener como mínimo la información siguiente:

- Los métodos de reciclaje requeridos cuando los vehículos, sistemas y componentes se desmontan (recuperan) para alcanzar la eficiencia de reciclaje especificada.
- Instrucciones de eliminación y reciclaje relacionadas con los materiales relevantes del Anexo 14 y Candidatos Ilustraciones del sistema/subsistema donde están marcados los componentes y las partes, junto con la lista de materiales descrita anteriormente.
- Las ilustraciones deben presentar el contenido principal del material y la reciclabilidad del componente respectivo.
- La documentación debe establecer que las instrucciones de montaje y desmontaje y las normas de seguridad relativas a los sistemas/subsistemas y componentes.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

Se valorará que se utilice en la fabricación del vehículo el máximo volumen posible de materiales reciclados. Se indicará en el **SOBRE 3** de la oferta el porcentaje en peso de materiales reciclados empleados en su construcción.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

13. FORMACIÓN

El adjudicatario impartirá la formación necesaria para un adecuado conocimiento del vehículo que permita realizar sus funciones de manera óptima a cada uno de los grupos de personas de FMB descritos a continuación:

- Grupo 1 - Personal de conducción y operación y de mantenimiento de primer nivel: la formación deberá ser teórico-práctica, y se realizará en horario nocturno (22h a 6h) de domingo a jueves. Previsión 8 personas con formación a nivel de formación profesional o ingeniería.
- Grupo 2 - Personal de mantenimiento preventivo y correctivo del taller: la formación deberá ser teórico-práctica, y se realizará en horario diurno (6h a 14h) de lunes a viernes. Previsión 8 personas con formación a nivel de formación profesional o ingeniería.
- Grupo 3 - Personal técnico: la formación deberá ser teórico-práctica, y se realizará en horario diurno (8h a 15h) de lunes a viernes. Previsión 6 personas con formación a nivel ingeniería o similar.

Los alumnos recibirán la documentación en soporte digital y también en papel. Todo el personal involucrado deberá haber recibido la formación previamente a la puesta en servicio del vehículo de fresado.

El bloque de formación del Grupo 1 deberá permitir al personal de FMB realizar todas las tareas necesarias para la óptima conducción, operación y mantenimiento primer nivel del vehículo y de todos sus subsistemas. En particular:

- Descripción general de la máquina y de los subconjuntos que la componen.
- Mantenimiento de inicio y final de jornada del vehículo.
- Traslado del vehículo.
- Fresado de carril i cambios.
- Amolado de carril y cambios.
- Cambio de elementos de corte, vaciado de depósito, etc.
- Mediciones .
- Solución de incidencias simples que puedan ocurrir durante el servicio.
- Uso del motor auxiliar para rescate del vehículo.
- Remolcado del vehículo.
- Instrucciones de seguridad y emergencia.

El bloque de formación del Grupo 2 deberá permitir al personal de FMB realizar todas las tareas necesarias para el óptimo mantenimiento correctivo y preventivo del vehículo a lo largo de todo su ciclo de vida. En caso que alguna de las operaciones de mantenimiento preventivo o correctivo deba ser realizada por el fabricante, deberá indicarse esta circunstancia en la oferta. Este bloque incluirá también el contenido del Bloque 1.

El bloque de formación del Grupo 3 irá destinado a personal de nivel ingeniero o similar y permitirá el conocimiento profundo de todas las funcionalidades del vehículo a nivel de fresado, medición de parámetros y tratamiento de datos. Este bloque incluirá también el contenido del Bloque 1 y 2. Este bloque será opcional y no se incluye en el alcance de la oferta, pero el Adjudicatario se compromete a impartirlo en caso que FMB lo solicite y con los contenidos que FMB requiera, en un plazo de 2 meses desde la solicitud.

La formación será teórico-práctica y con un enfoque eminentemente práctico. Los grupos se distribuirán en subgrupos de un máximo de 8 personas en las partes teóricas y 4 en las partes prácticas.

La formación se impartirá en las instalaciones de FMB y en horario diurno o nocturno según las necesidades. En caso de que el Adjudicatario considere que determinada formación debe impartirse en sus instalaciones deberá justificarlo adecuadamente, pero solo se aceptará en caso imprescindible.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

El formador o formadores deben hablar castellano, como mínimo nivel B2 y deberán estar habilitados a la conducción de Vehículos Auxiliares de FMB. Todos los gastos de transporte, manutención, etc. de los formadores correrán a cargo del Adjudicatario.

El licitador propondrá en la fase de proyecto el contenido y duración de la formación, así como del momento óptimo para su realización de acuerdo a las fases del proyecto. Se incluirá en la oferta una propuesta preliminar de plan de formación con indicación de contenidos y número de jornadas.

Toda la documentación estará en castellano y/o catalán y estará específicamente dirigida a los tres Grupos especificados. Será lo suficientemente completa y detallada para que FMB pueda utilizarla para la formación con personal propio de personas que deban realizar funciones de operación o mantenimiento a lo largo de toda la vida del vehículo.

El programa de formación, en todo caso, deberá ser acordado y validado por FMB.

14. DOCUMENTACIÓN

El Adjudicatario debe entregar toda la documentación que permita, a lo largo de todo el ciclo de vida del VFC, su óptima operación y mantenimiento con la máxima seguridad y el cumplimiento de todas las normativas aplicables.

Durante la fase de proyecto el Adjudicatario presentará una propuesta de documentación que deberá ser aprobada por FMB.

El contenido de la documentación deberá ser como mínimo:

- Proyecto as built
- Documentación de seguridad
 - Certificados originales de que el vehículo, sus componentes y sus herramientas o máquinas-herramientas se encuentran conformes con la normativa vigente (Declaración “CE” de Conformidad y Certificado “CE” de Tipo).
 - Certificados, emitidos por una entidad acreditada por ENAC, de conformidad con lo dispuesto en los Anexos I y II (en el entorno de Metro) del Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
 - Documentación de seguridad ferroviaria.
 - Documentación de seguridad frente a incendios.
 - Documentación de compatibilidad electromagnética.
- Documentación de operación del vehículo:
 - Manual de conducción del vehículo.
 - Manual de instrucciones de uso de los dispositivos funcionales (unidades de fresado, unidades de amolado, equipos de medición etc.), así como de la totalidad de las herramientas o máquinas-herramientas de las que se encuentre dotado el vehículo.
 - Especificaciones de seguridad para el manejo y mantenimiento del vehículo.
- Documentación de mantenimiento
 - Manual de mantenimiento del vehículo. Este manual debe contemplar la posibilidad de un mantenimiento integral del vehículo, incluyendo todos sus equipamientos y componentes, así como códigos y listados de repuestos.
 - Manual de resolución de averías
 - Listado completo de piezas de repuesto, con sus planos/croquis, especificaciones y proveedores.
 - Plan de Mantenimiento.
- Documentación técnica
 - Documentación mecánica:
 - Planos y cálculos estructurales de los elementos mecánicos, especialmente el bastidor, rodadura y cabina.
 - Estudio ergonómico de la cabina de conducción.
 - Documentación eléctrica:
 - Descripción sistemas eléctricos.
 - Esquemas eléctricos.
 - Lista de equipos eléctricos.
 - Cálculos eléctricos y consumos previstos.
 - Planos.

- Documentación neumática:
 - Descripción sistema neumático.
 - Esquemas neumáticos.
 - Planos.
 - Lista de equipos y aparatos neumáticos.
- Documentación hidráulica:
 - Descripción sistema hidráulico.
 - Esquemas hidráulicos.
 - Planos.
 - Lista de equipos y aparatos hidráulicos.
- Documentación electrónica y SW
 - Esquemas electrónicos y documentación asociada.
 - Programas informáticos, del PLC, rutinas lógicas, etc.
- Documentación de herramientas, útiles, bancos de pruebas, etc.
- Catálogo de piezas de recambio.
- Documentación por equipos:
 - Descripción.
 - Esquemas.
 - Mantenimiento.
 - Manuales.
 - Planos.
- Documentación de pruebas.
- Documentación de formación.
- Documentación medioambiental.

De forma previa a la Recepción Provisional, el Adjudicatario deberá incluir en el proyecto todas aquellas modificaciones que haya introducido en el vehículo durante el proceso de puesta a punto y que prevea continuar en la Garantía. La documentación, que se entregará previamente a la recepción definitiva, será versión “as build” y recogerá todas las modificaciones que se hayan incorporado al vehículo hasta la fecha.

La documentación se elaborará de acuerdo a las normas UNE-EN 15016, UNE-EN 14033 y UNE-ISO 30301:2019.

Todos estos documentos se entregarán en catalán y/o en español, en soporte digital y en papel. Para su elaboración y uso se utilizarán softwares comerciales de amplio uso tipo Microsoft Office. Los planos se entregarán en formato .dwg y representación 3D.

Toda la documentación estará claramente indexada y dispondrá de motores de búsqueda que permitan el acceso rápido a informaciones concretas.

Se incluirá en la oferta una propuesta preliminar de contenido de la documentación.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--------------------------------------

15. FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD

15.1 DEFINICION DE FALLO Y AVERIA

Se entiende por fallo cualquier anomalía que provoca que el VFC, subconjunto, equipo, componente o proceso dejan de cumplir con la función que se espera que realice.

Distinguiremos los siguientes conceptos:

- **Fallo de servicio:** Aquellos que provocan que el vehículo no pueda llevar a cabo el trabajo planificado para un determinado turno de trabajo en cantidad, tiempo, calidad y/o seguridad.
- **Avería:** Aquel fallo que cualquier naturaleza que no provoca un fallo de servicio.

15.2 FIABILIDAD

Se definen dos niveles de fiabilidad:

- **Fiabilidad del servicio:** Se medirá en un determinado periodo de tiempo como:
 - Fallos de servicio en el periodo / Jornadas de trabajo del periodo.
- **Fiabilidad intrínseca:** Se medirá en un determinado periodo de tiempo como:
 - Fallos del servicio + Averías en el periodo / Jornadas de trabajo del periodo.

Los niveles de fiabilidad mínimos exigidos son los siguientes:

- **Fiabilidad del servicio:** 0,05 Fallos/Jornada.
- **Fiabilidad intrínseca:** 0,1 Fallos + averías/Jornada.

La fiabilidad se evaluará por periodos de 30 jornadas de trabajo programado.

El adjudicatario estará obligado a presentar en fase de diseño un estudio de fiabilidad donde se justifique el cumplimiento de estos niveles de fiabilidad. En dicho estudio se establecerá la cadena de fiabilidad del vehículo donde se definirán los niveles de fiabilidad de los subconjuntos que la componen. Los subconjuntos se definirán a nivel equipo.

15.3 DISPONIBILIDAD

Se define disponibilidad como las horas de funcionamiento del vehículo respecto a las horas planificadas en un determinado periodo de tiempo.

Se establece como objetivo de disponibilidad el que el VFC realice satisfactoriamente su función un mínimo del 95% de las jornadas laborables durante un periodo de 6 meses. No se incluirán en el computo las jornadas laborables en que no se ha prestado servicio por causas imputables a FMB.

15.4 MANTENIBILIDAD

15.4.1 Consideraciones generales

El VFC deberá estar diseñada para facilitar al máximo su mantenimiento. Para ello se tendrán en cuenta los siguientes principios:

- Se maximizará la modularidad de los equipos de manera que su montaje y desmontaje sea lo más fácil y rápido posible.
- Todos los equipos, subconjuntos, etc. del vehículo dispondrán de funcionalidades de monitorización y autochequeo que faciliten la detección de averías.
- Los equipos y componentes que necesiten mantenimiento preventivo deben estar situados de manera que la ergonomía para la realización de estas operaciones sea la mejor posible.
- Se prestará especial atención a la seguridad en la realización de las operaciones de mantenimiento.
- Se garantizará una buena accesibilidad a todos los equipos del VFC, en especial a los que requieren mantenimiento periódico.
- Se maximizará la estandarización e intercambiabilidad de los equipos y componentes.
- Todos los equipos y componentes estarán debidamente identificados con una numeración y un código de barras o QR que facilite el mantenimiento. Esta identificación deberá ser diseñada para no ser dañada por desgaste, trabajo a la intemperie, etc.
- Todos los elementos, equipos, et que requieran ajustes o control de desgaste dispondrán de indicaciones o mecanismos que faciliten esta tarea.
- Los elementos o componentes del vehículo considerados consumibles deberán poder ser sustituidos en el menor tiempo y con la mejor ergonomía posibles.

15.4.2 Mantenimiento preventivo

El VFC estará diseñado para reducir al máximo los costes de mantenimiento a lo largo de la vida de la misma.

El Adjudicatario deberá presentar antes de la recepción provisional un plan de mantenimiento preventivo del VFC a lo largo de todo su ciclo de vida.

Este plan deberá ser aprobado por FMB y deberá contener como mínimo:

- Lista de actividades de mantenimiento y periodicidad y/o condiciones en las que se deben realizar.
- Procedimientos e instrucciones detalladas para la realización de estas actividades.
- Herramientas, útiles, etc. necesarios para este mantenimiento.
- Repuestos necesarios para la realización del mantenimiento.

Desde el punto de vista de seguridad el plan incluirá:

- Identificación de las operaciones que pueden afectar a la seguridad del vehículo.
- Instrucciones a nivel de prevención de riesgos laborales.
- Protocolos de puesta en servicio tras la intervención que garanticen la seguridad del vehículo.

El plan contemplará tanto el mantenimiento preventivo de ciclo corto como el mantenimiento preventivo de ciclo largo.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

A nivel de ciclo largo, siempre que sea posible las operaciones se adaptarán para que se realicen las siguientes intervenciones:

- Intervención de Seguridad (IS-2): cada dos años
- Intervención de Mantenimiento (IM): cada diez años

Siempre que sea posible, las actividades de mantenimiento preventivo se realizaran en base a la condición y no en base a periodos definidos de tiempo.

Se incluirá en la Oferta (sobre 1) un plan de mantenimiento preliminar del vehículo a lo largo de su vida. Este plan incluirá una estimación del coste anual de mantenimiento preventivo del vehículo para sus 30 años de vida, distinguiendo entre coste de mano de obra y de repuestos. Se tomarán para ello como referencia los precios actuales.

En caso que alguna actividad de mantenimiento a lo largo de la vida del vehículo deba ser obligatoriamente realizada por el Adjudicatario, deberá indicarse en la oferta, justificándose además esta necesidad.

15.4.3 Mantenimiento correctivo

El VFC estará diseñado para que, una vez el VFC ha sufrido un fallo, la diagnosis de la causa y su reparación puedan llevarse a cabo de una manera rápida y eficaz.

Para ello, el Adjudicatario elaborará un Manual de Resolución de Averías donde en base a un análisis exhaustivo de fallos, se describirá para cada uno de ellos lo siguiente:

- Proceso de detección (herramientas y operaciones).
- Proceso de resolución de reparación (herramientas y operaciones).
- Repuestos necesarios .
- Comprobaciones y pruebas a efectuar tras la resolución.
- Tiempo estimado de reparación.

Se prestará especial atención a aquellos fallos que pueden suponer una inmovilización del vehículo. Para esos casos se detallarán en el Manual las operaciones a efectuar para retirar el vehículo a un taller o apartadero en condiciones degradadas.

15.4.4 Sistema de Ayuda al Mantenimiento

El VFC incorporará un Sistema de Ayuda al Mantenimiento que permita optimizar el mantenimiento preventivo y resolver las averías en el menor tiempo posible. Para ello deberá realizar como mínimo las siguientes funciones:

- Información del estado del vehículo.
- Ayuda al mantenimiento correctivo.
- Ayuda al mantenimiento preventivo.

El sistema deberá disponer de una interface hombre-maquina gráfica y amigable.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

15.4.4.1 Información del estado del vehículo

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento deberá proporcionar información en tiempo real del estado del vehículo y de todos los subsistemas que lo componen.

Para ello, todos los subsistemas que lo permitan deberán estar monitorizados de manera que se disponga en el sistema de toda la información relevante para su funcionamiento.

El sistema deberá permitir también la introducción de los parámetros de configuración del vehículo que deban modificarse con frecuencia.

15.4.4.2 Ayuda al mantenimiento correctivo

El VFC dispondrá de un sistema de ayuda al mantenimiento correctivo que en caso de fallo en el vehículo aportará la información necesaria para su localización y reparación.

Para ello, el sistema informará que cual es el elemento, componente o equipo que provoca el fallo y si debe procederse a su ajuste, configuración o sustitución.

En el caso de fallos que inmovilicen el vehículo, deberá aportar información sobre las acciones a realizar para poder retirar el vehículo a un taller o apartadero.

15.4.4.3 Ayuda al mantenimiento preventivo

El VFC dispondrá de un sistema de ayuda al mantenimiento preventivo que permita optimizar este mantenimiento.

Para ello aportará información de los mantenimientos que se deben realizar al vehículo y la fecha indicando en días u horas de trabajo cuando se deben realizar.

También deberá aportar información sobre los mantenimientos que se deben realizar según la condición del vehículo.

Siempre que sea posible, el mantenimiento preventivo se realizará en función del estado de la máquina (CBM – Condition based maintenance) y no en base a periodos de tiempo o ciclos prefijados.

15.4.5 Herramientas, útiles, repuestos y consumibles

Se incluirá en el suministro del vehículo los siguientes elementos:

- Consumibles necesarios para un año de funcionamiento del VFC considerando un máximo de 200 jornadas de trabajo
- Herramientas especiales, útiles, equipos de prueba, etc., solicitados en este Pliego y todos los que sean necesarios para la operación o mantenimiento del VFC.
- Conjunto de dos ruedas de fresado (izquierda y derecha) adicionales a las montadas en el VFC.
- Conjunto de dos ruedas o discos de amolado adicionales a les montadas en el VFC (solo en el caso que no sean consumibles).

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

El Adjudicatario entregará a FMB las especificaciones técnicas de todos los consumibles para que pueda adquirirlas a otras empresas distintas del Adjudicatario.

Todos los repuestos del vehículo podrán ser adquiridos por FMB al Adjudicatario o al fabricante del mismo.

15.4.6 Obsolescencia

El Adjudicatario estará obligado a disponer de un sistema de gestión de la obsolescencia de acuerdo con la norma UNE-EN 62402:2019 en los casos de obsolescencia que se pudieran producir durante la vida útil de material.

El Ofertante deberá presentar en la oferta una descripción de su sistema de gestión de la obsolescencia, así como un plan preliminar de gestión de la obsolescencia donde se demuestre que esta cuestión estará correctamente gestionada a lo largo de la vida útil del tren. Este plan deberá ser entregado en versión definitiva antes de la recepción definitiva del vehículo.

El Adjudicatario se obliga a garantizar el suministro a FMB de piezas de parque y repuestos, originales o sustitutivos, durante toda la vida del vehículo que se estima en 30 años. En caso que esto no fuese posible el Adjudicatario deberá estudiar una solución para suplir esta falta de repuestos o piezas de parque.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

16. FASES DEL PROYECTO

Las fases e hitos clave del proyecto son:

- Firma del contrato.
 - Hito de firma del contrato.
- Proyecto constructivo, fabricación y pruebas funcionales en factoría.
 - Proyecto constructivo:
 - Hito de aprobación del proyecto constructivo.
 - Fabricación:
 - Hito de fabricación del bastidor y caja del vehículo.
 - Pruebas funcionales en factoría:
 - Hito de salida de factoría del VFC.
- Traslado, pruebas funcionales en vía y entrega:
 - Hito de entrega.
- Recepción provisional e inicio de la garantía:
 - Hito de recepción provisional.
- Garantía y recepción definitiva:
 - Hito de recepción definitiva.

El adjudicatario entregará mensualmente un informe donde se detalle:

- Actualización del planning.
- Estado del proyecto.
- Documentación asociada al proyecto que proceda

El formato de este informe será acordado con FMB y se hará entrega dos meses antes del inicio de la actividad productiva.

El Adjudicatario designará un responsable del proyecto que será el interlocutor frente a FMB para el correcto desarrollo del proyecto.

La oferta debe incluir en el **SOBRE 3** una descripción de la ejecución de las diferentes fases del proyecto con indicación de la duración de cada una de ellas.

Se incluirá en la Oferta una descripción de la ejecución de las diferentes fases del proyecto, así como una descripción del sistema de gestión de la calidad del Ofertante.

La oferta debe incluir en el **SOBRE 3** la duración de las diferentes fases del proyecto descritas.

16.1 FIRMA DEL CONTRATO

La firma del contrato entre el Adjudicatario y FMB dará inicio a las actividades objeto del contrato y supondrá la formalización del Hito de firma del contrato.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

En un plazo inferior a 60 días después de la firma el contrato el Adjudicatario entregará un Plan Global del Contrato que contendrá una planificación detallada de las distintas etapas del contrato hasta la recepción provisional. Esta planificación deberá ser aprobada por FMB y cumplir el plazo ofertado.

El Adjudicatario entregará también en el mismo plazo el Plan de Gestión de la Calidad del proyecto de acuerdo a la norma ISO 9001 o equivalente. En el Plan se describirán todas las actividades, los recursos, procedimientos, procesos, documentos, etc., que se aplicarán a la gestión del contrato en sus diversas etapas. El Plan deberá ser aprobado por FMB.

16.1.1 Hito de firma del contrato

El hito de firma del contrato se producirá cuando se haga efectiva la firma del contrato entre el Adjudicatario y FMB

16.2 PROYECTO CONSTRUCTIVO, FABRICACION Y PRUEBAS FUNCIONALES EN FACTORIA

16.2.1 Proyecto constructivo

El adjudicatario elaborará un Proyecto Constructivo del VFC que deberá ser necesariamente aprobado por FMB, aunque esta aprobación no eliminará la plena responsabilidad del Adjudicatario respecto al proyecto. El Adjudicatario será totalmente responsable de los errores u omisiones que puedan existir, tanto en la confección y cálculos como en los materiales elegidos, así como con referencia al cumplimiento de los Pliegos de Condiciones y al buen funcionamiento del VFC.

Se someterá a FMB para su aprobación, toda la documentación técnica de construcción, relativa al vehículo y sus partes, que no comprometa la propiedad intelectual del fabricante, de modo que FMB pueda adquirir una idea perfectamente clara del vehículo que se va a construir y sus componentes, a efectos de juzgar y calibrar su teórica eficacia.

El Adjudicatario presentará a FMB la lista de materiales, equipos y sus principales suministradores.

También se deberá facilitar a FMB los planos y resto de documentación técnicas de los útiles y herramientas especiales que sean necesarios para el mantenimiento posterior del vehículo, teniendo en cuenta que igualmente los moldes, plantillas y calibres deberán ser entregados.

Para facilitar la labor de aprobación del proyecto y posterior verificación de la construcción, FMB podrá desplazar a la factoría del Adjudicatario, a uno o varios de sus técnicos, para lo cual el Adjudicatario pondrá a su disposición un lugar de trabajo, con todas las facilidades necesarias para poder desarrollar la labor encomendada por FMB

En esta fase el adjudicatario definirá también la lista preliminar de material de parque y repuestos. Esta lista deberá ser aprobada por FMB.

La aprobación del Proyecto Constructivo será condición indispensable para el inicio de la fabricación. Si alguno de los subconjuntos del vehículo requiriese iniciar su fabricación con anterioridad a la aprobación del Proyecto Constructivo, FMB deberá aprobar explícitamente el inicio de esta fabricación. El plazo de entrega podrá ser ajustado en caso de retrasos en la aprobación.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--------------------------------------

16.2.2 Hito de aprobación del Proyecto constructivo

El hito de aprobación del proyecto constructivo se producirá cuando se cumplan las condiciones del apartado anterior y al cumplirse este hito se firmará entre el Adjudicatario y FMB el Acta de aprobación del proyecto constructivo.

16.2.3 Fabricación

El Adjudicatario definirá, en base al Plan Global del Contrato, un Plan de Fabricación y de Pruebas y Ensayos de Fabricación a realizar al VFC. En el plan se detallarán las distintas fases de fabricación del VFC, los procesos de fabricación y los procesos de pruebas, ensayos y control de calidad específicos de la fabricación. También se detallarán las pruebas, ensayos, controles, etc de cualquier tipo que se tienen que realizar en cada fase. El objetivo será garantizar que el vehículo cumple con las especificaciones del Pliego de condiciones y que la fabricación se realiza de acuerdo al proyecto, con los máximos niveles de calidad y de acuerdo a las normativas exigibles.

Se incluirá en la Oferta una versión preliminar de este plan.

FMB deberá dar su conformidad al Plan y en particular a las pruebas y ensayos. Asimismo, FMB podrá inspeccionar el proceso de fabricación y participar en las pruebas que considere oportunas durante el proceso de fabricación

Para ello, los representantes autorizados de FMB tendrán acceso a aquellas partes de las instalaciones o plantas de fabricación del Adjudicatario donde tenga lugar la construcción del vehículo, o bien en las que tenga lugar el suministro de los materiales a instalar en el mismo.

El Adjudicatario entregará los planos, cálculos, diagramas, datos, ensayos, etc. que FMB le solicite para llevar a cabo las reuniones o visitas de inspección mencionadas sin comprometer la confidencialidad y propiedad intelectual del fabricante.

16.2.4 Hito de fabricación del bastidor y caja en blanco del vehículo

El hito de fabricación del bastidor y caja en blanco del vehículo se producirá cuando se cumpla lo siguiente:

- Se haya entregado y aprobado por FMB el Plan Global del Contrato.
- Se haya entregado y aprobado por FMB el Plan de Calidad.
- Se haya entregado y aprobado por FMB el Plan de Fabricación y Pruebas y Ensayos de Fabricación.
- Se haya entregado y aprobado por FMB el Proyecto Constructivo.
- Se haya entregado la lista preliminar de material de parque y repuestos.
- Se haya finalizado la fabricación del bastidor y caja en blanco a nivel mecánico.

Al cumplirse este hito se firmará entre el Adjudicatario y FMB el Acta de finalización de bastidor y caja en blanco.

16.2.5 Pruebas funcionales en factoría

El Adjudicatario definirá, en base al Plan Global del Contrato, un Plan de Pruebas Funcionales destinadas a garantizar que se cumplen todos los requerimientos de diseño, normativo y funcionales especificados en el Pliego

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

de condiciones. FMB deberá dar su conformidad al Plan de Pruebas y, en su caso, a las hojas de control y protocolos específicos de cada una de ellas.

En el plan deberá especificarse claramente que pruebas deben llevarse a cabo en la factoría (Plan de Pruebas Funcionales en Factoría) y cuales deben realizarse en las instalaciones de FMB (Plan de Pruebas Funcionales en Vía de FMB)

Entre las pruebas a realizar, salvo justificación razonada, deberán constar las siguientes:

- Prueba de dimensionamiento y gálibo.
- Prueba de pesaje.
- Prueba de shuntado.
- Prueba de sistemas o dispositivos de seguridad.
- Prueba de continuidad eléctrica.
- Prueba de circulación, donde deberá desarrollar satisfactoriamente las velocidades especificadas, en las rampas especificadas en el mismo y sin problemas de calentamiento; así como la inscripción en curva y aparatos de vía.
- Prueba de arranque en rampa máxima, que deberá resultar satisfactoria y sin ningún tipo de problemas.
- Prueba de frenado en horizontal y en pendiente máxima, donde deberá tomar los valores de deceleración especificados, con los distintos órganos de accionamiento y a distintas velocidades.
- Prueba de estacionamiento en rampa máxima, detenido solamente con el freno de estacionamiento aplicado, sin que se produzca deslizamiento o rodadura en el sentido de la pendiente. Esta prueba se efectuará en condiciones de carga máxima, durante un tiempo mínimo de 15 minutos.
- Pruebas estáticas del correcto funcionamiento de los circuitos eléctricos (alumbrado, equipos de cabina, etc.).
- Pruebas de acoplabilidad con otros vehículos, para el rescate del mismo en caso de avería.
- Pruebas funcionales en condiciones de trabajo real de los equipamientos de reperfilado, medida y registro.
- Prueba para verificar la corrección del procedimiento de operación para el socorro.
- Prueba de operación reperfilado preventivo.
- Pruebas del sistema de tracción.
- Pruebas de cumplimiento de normativas.
- Pruebas del sistema de medición
- Pruebas de precisión, calidad y rendimiento del reperfilado.

En el caso de que el Adjudicatario haya ofertado prestaciones superiores a las exigidas en el pliego se verificará el cumplimiento de las prestaciones ofertadas.

Durante los ensayos y comprobaciones estarán presentes los representantes de FMB y del Adjudicatario, y se establecerá la fecha de las mismas de común acuerdo.

El Ofertante incluirá en la oferta un plan de pruebas funcionales preliminar donde se describa la naturaleza de las mismas y su lugar de realización.

16.2.6 Hito de salida de factoría

El hito de salida de factoría se producirá cuando se cumplan las siguientes condiciones:

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

- Se haya completado la fabricación del VFC.
- Se hayan superado con éxito todas las pruebas del Plan de Pruebas y Ensayos de Fabricación.
- Se hayan superado con éxito todas las pruebas del Plan de Pruebas Funcionales en Factoría.

Al cumplirse este hito se firmará entre el Adjudicatario y FMB el Acta de autorización de expedición del vehículo.

16.3 TRASLADO, PRUEBAS FUNCIONALES EN VIA Y ENTREGA

Tras la firma del Acta de autorización de expedición del vehículo, el Adjudicatario procederá al traslado del vehículo a las instalaciones de FMB. Este traslado será a cuenta y riesgo del Adjudicatario.

A continuación, se procederá a la ejecución del Plan de Pruebas funcionales en Vía de FMB, a la entrega de elementos objeto del contrato descritos en el apartado 15.4.5 con excepción de los repuestos, a la entrega de la documentación y a la realización de las tareas de formación necesarias para dotar al personal de FMB de la capacidad de operar y mantener el vehículo.

16.3.1 Hito de entrega del VFC

El hito de entrega del VFC se producirá cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Se hayan superado con éxito todas las pruebas del Plan de Pruebas Funcionales en Vía que se deben realizar en las instalaciones de FMB.
- Se haya entregado toda la documentación necesaria para la correcta operación y mantenimiento del VFC.
- Se haya entregado toda la documentación referente a seguridad y cumplimiento de normativas y certificaciones.
- Se haya realizado la formación de los grupos 1 y 2.
- Se hayan recibido los elementos objeto del contrato descritos en el apartado 15.4.5 con excepción de los repuestos.

Tras cumplirse este hito se procederá a la firma del Acta de Entrega del VFC entre FMB y el Adjudicatario y a la puesta en servicio del VFC.

16.4 RECEPCIÓN PROVISIONAL

La Recepción Provisional (origen de la garantía) del VFC, se producirá cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Se haya entregado y validado por FMB toda la documentación requerida en los Pliego de Condiciones. La documentación deberá incluir todas las modificaciones que se hayan efectuado hasta ese momento.
- Se haya realizado la formación especificada en los Pliego de Condiciones Técnicas.
- Se hayan alcanzado durante 3 periodos consecutivos de 30 días de trabajo programado los objetivos de fiabilidad de servicio ofertados.

En el periodo comprendido entre la entrega del vehículo y hasta su recepción provisional, el Adjudicatario estará obligado a efectuar las siguientes actividades para el seguimiento del funcionamiento del vehículo y el cálculo de la fiabilidad y disponibilidad:

- Atención de las posibles incidencias y averías.

- Elaboración de, como mínimo, un informe mensual en el que se recogerán todos los fallos y averías producidos en dicho periodo.
- Análisis de las causas de los fallos y averías.
- Propuesta de solución de los fallos y averías.
- Reunión mensual de fiabilidad con FMB para presentar el informe, análisis y propuesta de solución y para calcular los valores de fiabilidad del servicio e intrínseca y de disponibilidad obtenidos en ese periodo de 30 días. En el caso de que se propongan y ejecuten soluciones que se demuestren efectivas, las averías que se hayan producido con anterioridad a la implantación de la solución dejarán de contabilizarse para el cálculo de la fiabilidad y la disponibilidad.
- Realización del mantenimiento correctivo y preventivo del vehículo según la documentación aportada. Así, la mano de obra y materiales necesarios para la realización del mantenimiento preventivo y correctivo del VFC correrán a cargo del adjudicatario excepto en lo referente a los materiales o componentes consumibles de fresado y amolado que serán suministrados por FMB.

Durante las 5 primeras semanas de servicio del vehículo un técnico del Adjudicatario acompañará a los Operadores de FMB en las jornadas de trabajo. Su función será completar la óptima formación e instrucción de dichos operadores. La persona prestataria del servicio deberá expresarse en castellano con un nivel suficiente para realizar su función o disponer de traductor.

Este acompañamiento podrá ser prolongado a solicitud y con cargo a FMB durante el periodo que FMB considere necesario.

Si fuese preciso trasladar el vehículo durante este periodo a las instalaciones del Adjudicatario, los gastos ocasionados por el transporte serán por cuenta del mismo.

16.4.1 Hito de Recepción Provisional

El hito de entrega del VFC se producirá cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Se haya entregado y validado por FMB toda la documentación requerida en los Pliego de Condiciones. La documentación deberá incluir todas las modificaciones que se hayan efectuado hasta ese momento.
- Se haya realizado la formación especificada en los Pliego de Condiciones Técnicas.
- Se hayan alcanzado durante 3 periodos de 30 días consecutivos los objetivos de fiabilidad de servicio ofertados.

Tras cumplirse este hito se procederá a la firma del Acta de Recepción Provisional que suscribirá un representante del Adjudicatario y otro de FMB.

FMB no podrá denegar sin razón la suscripción del Acta de Recepción Provisional.

16.5 GARANTÍA Y RECEPCION DEFINITIVA

El periodo de garantía normal será de un mínimo de un año y se prolongará en caso que en los últimos 6 periodos no se cumplan los objetivos de fiabilidad intrínseca y de servicio y la disponibilidad ofertados. Se valorará que el periodo de garantía ofertado sea superior a año por lo que deberá incluirse en el **SOBRE 3** de la oferta el valor ofertado.

Si no se alcanzara este objetivo, se añadirá un mes completo de garantía hasta que se alcance el parámetro indicado. No se tendrán en cuenta para establecer el porcentaje de realización las jornadas no trabajadas por causas imputables a FMB.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--------------------------------------

El periodo de garantía puede ser superior al especificado para algunos subsistemas o componentes tal como se indica en este Pliego de condiciones

Durante el periodo de garantía deberá ser prestado por el Adjudicatario un servicio de atención de incidencias 24x7 inmediato vía telefónica y en un plazo de 48 horas laborables de manera presencial

La garantía será única, independientemente del número de Adjudicatarios o proveedores de los equipos. El Adjudicatario entregará un certificado de garantía.

Si durante el periodo de garantía se repitiera un mismo tipo de avería que provoque el subconjunto afectado presente un nivel de fiabilidad un 50% inferior al ofertado, se declarará “avería sistemática” en dicho subconjunto. En este caso, se paraliza el periodo de garantía de dicho equipo, elemento o componente hasta que se aplique una solución definitiva y ésta sea validada por FMB.

Si fuese preciso trasladar el vehículo durante el periodo de Garantía a las instalaciones del Adjudicatario, los gastos ocasionados por el transporte serán por cuenta del mismo.

Para proceder a la recepción definitiva del vehículo, además de los requerimientos de fiabilidad y disponibilidad deberá procederse a lo siguiente:

- Actualización de la documentación en caso que se hayan producido modificaciones en el VFC o en su mantenimiento durante el periodo de garantía.
- Entrega del plan de gestión de la obsolescencia.
- Entrega de la lista definitiva de material de parque y de repuestos necesarios para el mantenimiento del vehículo durante un año.

16.5.1 Hito de recepción Definitiva

Una vez finalizado el periodo de garantía, y si se cumplen todos los requerimientos expuestos, se procederá a la entrega definitiva del VFC mediante la firma del Acta de Recepción Definitiva que suscribirá un representante del Adjudicatario y otro de FMB.

FMB no podrá denegar sin razón la suscripción del Acta de Recepción Definitiva.

Tras la recepción definitiva, quedaran dentro de garantía los elementos que hayan sido declarados avería sistemática hasta que se aplique una solución definitiva y esta sea validada por FMB.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

17. ASISTENCIA TÉCNICA Y SERVICIO POST-VENTA

Una vez completada la Recepción Definitiva del VFC, el Adjudicatario deberá poder prestar a FMB el siguiente servicio de asistencia técnica y post-venta:

- Asistencia telefónica y telemática a través del sistema de monitorización del vehículo 24x7.
- Asistencia presencial en las instalaciones del FMB en un plazo máximo de 2 días laborables.
- Disposición de un stock de piezas de parque o elementos más críticos para el funcionamiento del vehículo de modo que en el caso de producirse la necesidad, éstas puedan ser suministradas en menos de una semana desde su requerimiento.

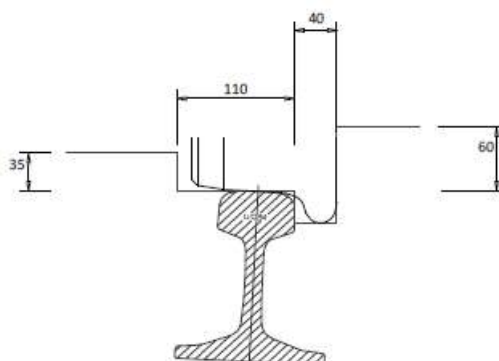
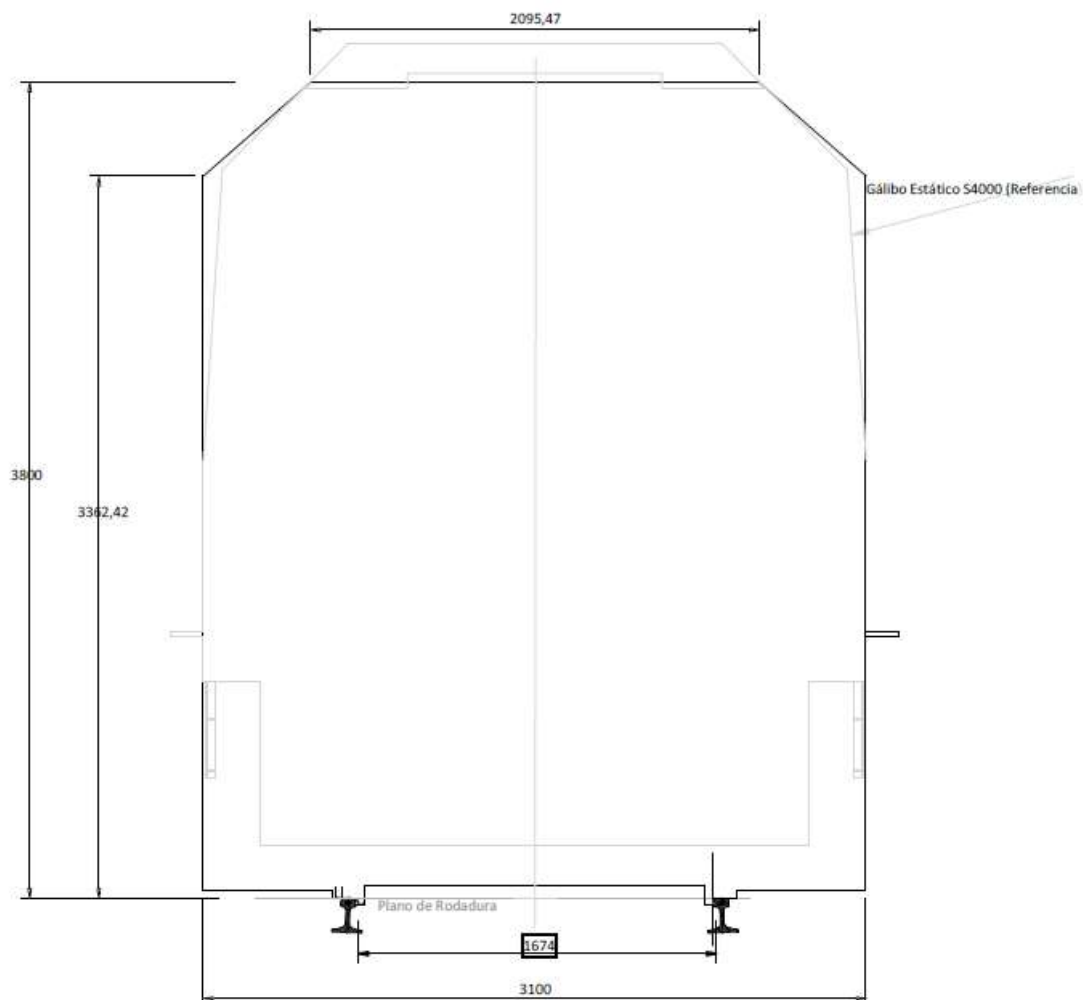
FMB podrá requerir ocasionalmente la presencia de personal técnico del Adjudicatario para la asesoría o acompañamiento en la realización de tareas de mantenimiento del vehículo. El periodo estándar será de una semana.

ANEXO 1: CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS

CARACTERÍSTICAS	LÍNEA 1	LÍNEAS 2, 3, 4, 5, 9 Y 11
Tensión en catenaria	1.500 v cc	1.200 v cc (L-2, L-3, L-4, L-5 y L-11) 1.500 v cc (L-9)
Altura nominal en catenaria	4.450 mm	4.250 mm
Altura mínima en catenaria	4.350 mm	4.150 mm
Galga de vía en recta	1.674 mm	1.435 mm
Radio mínimo de curva en vía general	180 m	85 m
Radio mínimo de curva en vías de cocheras y playas	65 m	40 m
Peralte máximo	150 m	130 m
Rampa máxima	45°/00	
Radio mínimo de diagonales en vía general	85 m	70 m
Radio mínimo de diagonales en cocheras y playas de vías	70 m	50 m
Radio mínimo de acuerdo vertical	1.000 m	
Tipo de acuerdo recta curva	Clotoide o parábola cúbica	
Rampa de peralte máxima	8 mm/m	
Inclinación carriles	1/20	
Desarrollo máximo de las curvas de radio mínimo	80 m	
Tangente de diagonales y "bretelles" en vía general	1/6,33 1/7 1/9 1/8,5 1/5	
Tangente de diagonales y "bretelles" en playa	1/4,49 1/6,33 1/4	
Altura de andenes sobre nivel de carriles	1,08 m	1,10 m en L2 y 1,00m en resto de líneas
Distancia máxima del borde del andén al plano vertical de simetría de vía	1.710 mm	1.355 mm
Entrevía mínima en recta	2.100 mm	1.760 mm
Tipo de carril	54 Kg/ml Según norma UIC 860/6 en calidades 70A y 90B Carril 54 E1	
Sobreechancho en curva	Según fórmula Deyl	
Sistema fijación de carriles	Tirafondos y placas de asiento. Sujeciones elásticas. Vía sobre hormigón Stedef y placa IPA.	
Tipo de contracarril	KRUPP U-69 según plano ANEXO 5	
Cruceros	Tipo monobloc de acero al manganeso (Haffield)	
Cambios	Los perfiles utilizados son: UIC54E1 y UIC54E1 cepillado en calidad 70A y 90B	

ANEXO 2: PLANOS DE GÁLIBO

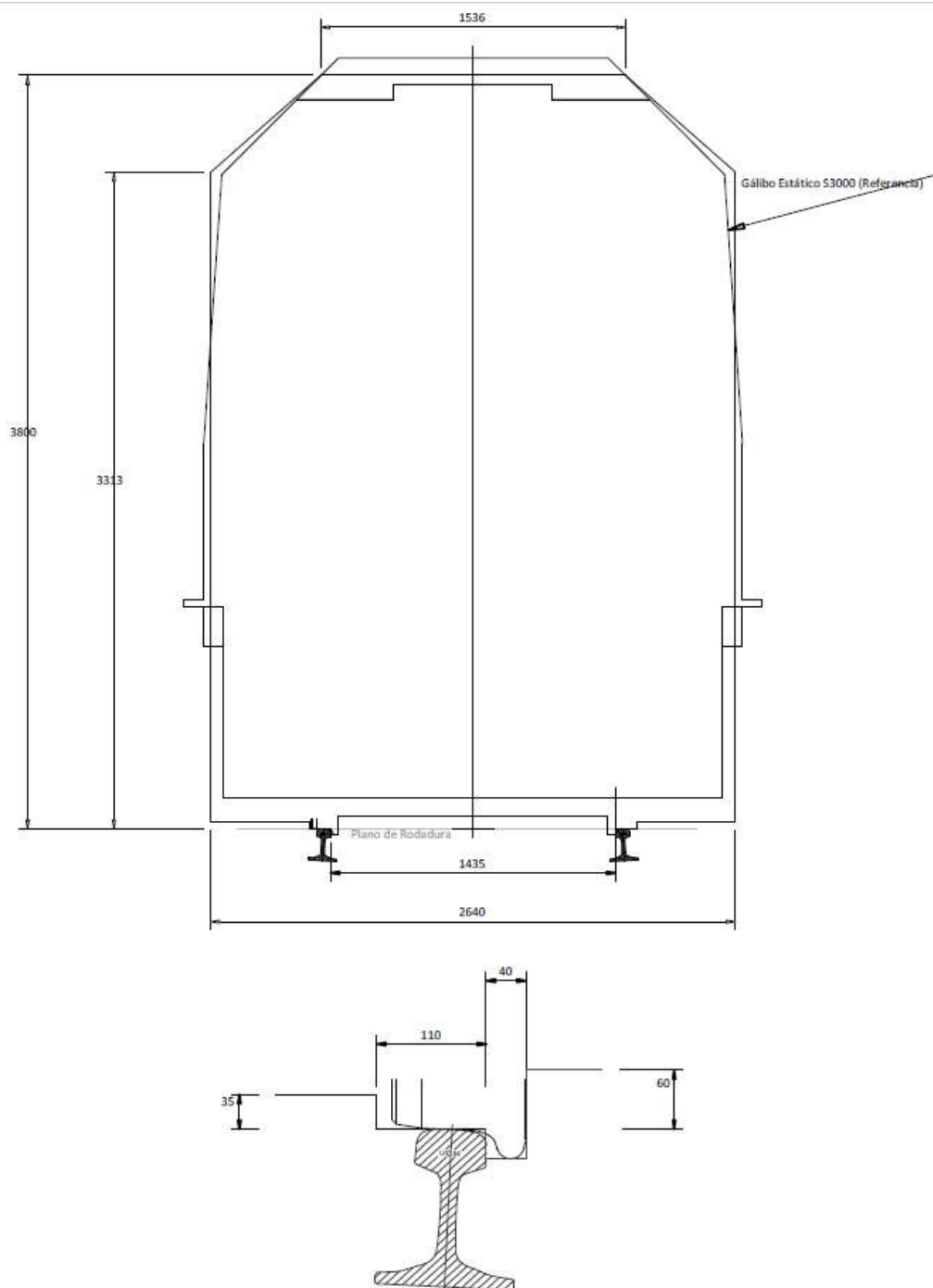
L1: 1.674 mm



Válido para vehículos con:

- Distancia entre pivotes de bogie < 10400 mm
- Distancia entre el eje extremo y el extremo del vehículo < 3445 mm
- Distancia entre ejes < 5500 mm

L2, L3, L4, L5, L9, L11: 1.435 mm



Válido para vehículos con:

- Distancia entre pivotes de bogie < 10400 mm
- Distancia entre el eje extremo y el extremo del vehículo < 3445 mm
- Distancia entre ejes < 5500 mm

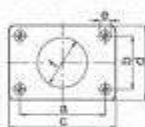
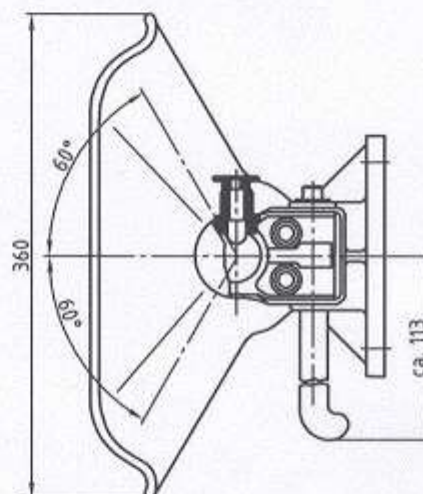
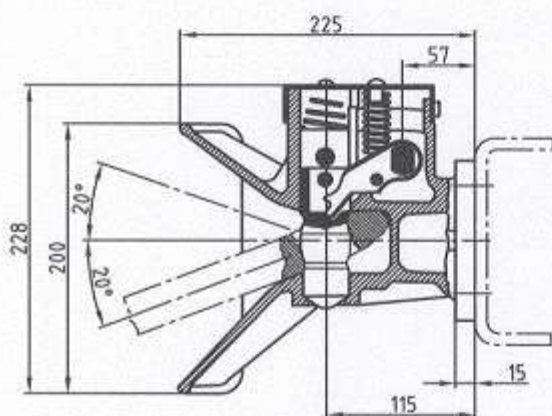
ANEXO 4: ENGANCHE ROCKINGER RO*290

RO*290 - 40 mm

- D** Kupplung für schienengebundene Arbeitsmaschinen
- GB** Hitch for rail vehicles
- F** Crochet pour machines-outils sur rails
- I** Gancio per macchine di lavoro su rotaia
- E** Enganche para máquinas de trabajo sobre carriles



a = 40 mm
DIN 74054



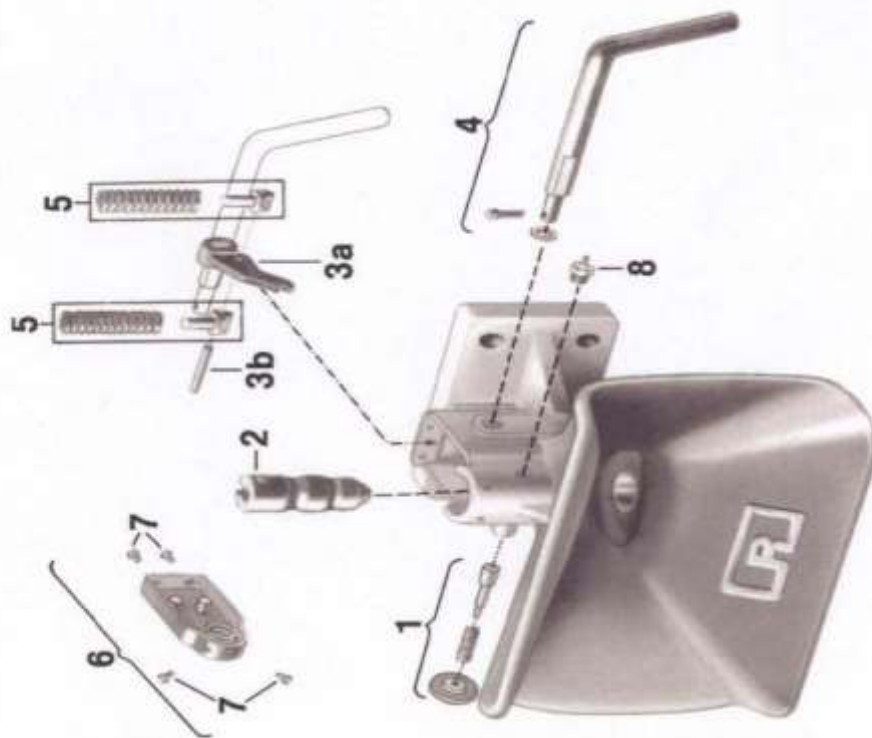
	a (mm)	b (mm)	c (mm)	d (mm)	e (mm)
145	140,0	80,0	180,0	120,0	17,0

Technische Daten • Technical data • Données technique • Dati tecnici • Datos técnicos

					
RO290A45020	A	145	140 x 80	14	15,4

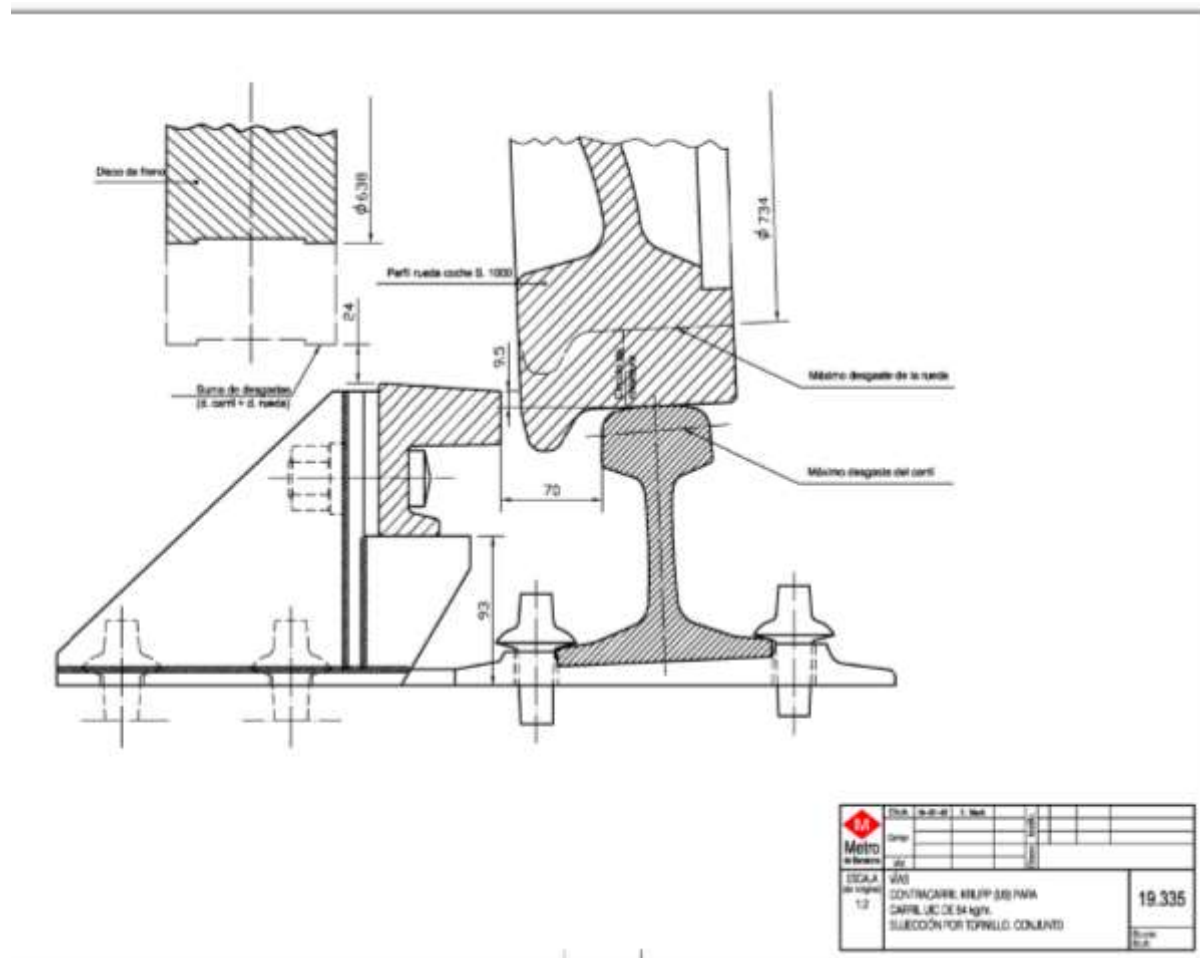
RO*290

Ersatzteile • Spare parts • Pièces de rechange • Ricambi • Piezas de recambio



Pos.	01	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Pos.	01	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Pos.	01	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Pos.	01	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

ANEXO 5: CONTRACARRIL KRUPP U-69 PARA CARRIL UIC DE 54 Kg/m



ANEXO 6: CARACTERISTICAS EQUIPO DE COMUNICACIONES

DMR: EQUIPOS DE RADIO PARA VEHÍCULO MD785 Y MD785G

Datos Técnicos

Datos generales	
Rango de frecuencia	VHF: 136 – 174 MHz / UHF: 400 – 470 MHz
Modos de funcionamiento compatibles	- DMR Tier II conforme a ETSI TS 102 361-1/2/3 - Simulcast - XPT Digital Trunking - DMR Tier III conforme a ETSI TS 102 361-1/2/3/4 - analógico, MPT 1327
Cantidad de canales	1024
Capacidad de zonas	64 (con máx. 16 canales respectivamente)
Separación entre canales	12,5 / 20 / 25 kHz (analógico) 12,5 kHz (digital)
Tensión de funcionamiento	13,6 ± 15% V _{cc}
máx. consumo eléctrico (en caso de operación)	≤ 0,6 A
máx. consumo eléctrico (en caso de recepción)	≤ 2,0 A
máx. consumo eléctrico (en caso de transmisión)	5 W: ≤ 5 A 25 W: ≤ 8 A 45 W / 50 W: ≤ 12 A
Estabilidad frecuencial	± 1,5 ppm
Impedancia de antena	50 Ω
Dimensiones (An x Al x L)	174 x 60 x 200 mm
Peso	1,7 kg
Pantalla LCD	220 x 176 píxeles, 262.000 Colores, 2,0 pulgadas, 4 filas
Condiciones medioambientales	
Rango de temperatura de funcionamiento	- 30 °C a + 60 °C
Rango de temperatura de almacenamiento	- 40 °C a + 85 °C
Protección contra el polvo y la humedad	IP54
Resistencia contra golpes y vibraciones	MIL-STD-810 C/D/E/F/G
Humedad relativa del aire	MIL-STD-810 C/D/E/F/G
GPS (MD785G)	
Tiempo hasta la primera detección de posición (TTFF), posicionamiento inicial en frío	< 1 minuto
Tiempo hasta la primera detección de posición (TTFF), posicionamiento inicial en caliente	< 10 segundos
Precisión horizontal	< 10 metros

Emisor	
Potencia de emisión (ajustable)	VHF: 1 – 25 W / 5 – 25 W / 5 – 50 W UHF: 5 – 25 W / 5 – 45 W
Modulación	11 K0F3E para 12,5 kHz 14 K0F3E para 20 kHz 16 K0F3E para 25 kHz
Modulación digital 4FSK	12,5 kHz (solo datos): 7K60FXD 12,5 kHz (datos y voz): 7K60FXW
Interferencias y ondas armónicas	- 36 dBm (< 1 GHz) - 30 dBm (> 1 GHz)
Límite de modulación	± 2,5 kHz para 12,5 kHz ± 4,0 kHz para 20 kHz ± 5,0 kHz para 25 kHz
Distancia de tensión de ruido	40 dB para 12,5 kHz 43 dB para 20 kHz 45 dB para 25 kHz
Atenuación del canal adyacente	60 dB para 12,5 kHz 70 dB para 20 / 25 KHz
Sensibilidad audio	+ 1 a - 3 dB
Coefficiente de distorsión no lineal de audio	≤ 3 %
Tipo de vocoder digital	AMBE +2™
Receptor	
Sensibilidad (analógica)	0,3 µV (12 dB SINAD) 0,22 µV (típica) (12 dB SINAD) 0,4 µV (20 dB SINAD)
Sensibilidad (digital)	0,3 µV / BER 5 %
Atenuación del canal adyacente TIA-603 ETSI	65 dB para 12,5 kHz / 75 dB para 20 / 25 kHz 60 dB para 12,5 kHz / 70 dB para 20 / 25 kHz
Supresión de la señal interferente TIA-603 ETSI	75 dB para 12,5 / 20 / 25 kHz 75 dB para 12,5 / 20 / 25 kHz
Razón señal a ruido (S/N)	40 dB para 12,5 kHz 43 dB para 20 / KHz 45 dB para 25 kHz
Potencia de salida de audio nominal	interno 3 W para 20 Ω, externo 7,5 W para 8 Ω
Coefficiente de distorsión no lineal de audio	≤ 3 %
Sensibilidad audio	+ 1 a - 3 dB
Emisión perturbadora conducida	- 57 dBm

Todos los datos técnicos han sido probados conforme a los correspondientes estándares. Debido a los continuos desarrollos, nos reservamos el derecho a realizar modificaciones

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

Ràdio embarcada DMR

1. Ràdio del fabricant HYTERA MD785iG(L). 1-25 W. Banda 136-174MHz (mode treball Tier 2, Tier 3 i analògic). Ha d'incloure:
 - MD785iG(L)
 - MicroPTT SM16A1
 - Kit de subjecció
 - Cable alimentació 3 metres amb fusible 15A.
 - Altaveu extern SM09D2 amb 5 metres de cable i connector DB26.
 - Llicència DMR Tier III SW00029
 - Llicència encriptació 256 SW00017H
 - Programació inclosa segons paràmetres definits per TMB
2. Conversor de tensió DC/DC de 24Vcc a 12Vcc. 100W
3. Antena VHF. BP-0270. Banda 167-174MHz. Amb 5 metres de cable i connector BNC.



ANEXO 7: LA ARENA UTILIZADA. SILICATO VÍTREO CON NOMBRE COMERCIAL PROMINET GRIT

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	De acuerdo con el Reglamento (CE) No 1907/2006	
PROMINET GRIT	1.0 / 20220102 FR-CLI-Ped-hds	

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA/PREPARADO Y DE LA COMPAÑÍA

1.1 Identificación de la sustancia/preparado

Nombre: Prominent Grit (Silicato de Calcio)
Descripción del producto: Abrasivo universal
No. De Registro REACH: Esta sustancia está exenta de registro de acuerdo con el
Reglamento EU 1907/2006 (REACH)

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia/preparado y usos desaconsejados

Uso de la Sustancia/ Preparado: Abrasivo en grano, granallado, chorreado, árido de
construcción, agregado para hormigones interiores y
exteriores, de uso en construcción de carreteras, relleno,
drenajes, ...

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Nombre: ACOMET METALES Y MINERALES S.L.
Detalles del contacto: Calle Mayor, nº 10, 5º, 48930 Getxo, Spain
Tel: +34.944 362030 Fax: +34.944 362030
E-mail: info@acomet.es
Website: www.acomet.es

1.4 Teléfono de emergencia

En horario de oficina (8:30-17:00): +34.944 362030

Fuera del horario de oficina (sólo servicios profesionales): +34.620508702

2. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o la mezcla

De acuerdo al Reglamento (CE) 1272/2008 esta sustancia no está registrada como peligrosa:

Peligros físicos y químicos: no clasificado

Salud humana: no clasificado

Medio ambiente: no clasificado

Efectos irritantes. La sustancia tiene efectos irritantes en los ojos y el sistema respiratorio

En caso de exposición prolongada y repetida, existe un riesgo de enfermedad pulmonar. Evitar la formación
de polvo.

En contacto con la piel húmeda o con líquido ocular el valor del pH alcanza $\geq 11,5$. Durante el uso con agua, el
contacto con la piel puede causar irritación, dermatitis y enrojecimiento. La escoria molida reacciona
lentamente con la humedad de la piel.

2.2 Elementos de la etiqueta

Ninguno

2.3 Otros peligros

No se conocen

La información anteriormente expuesta se considera preloca y representa la mejor información accesible actualmente para la compañía. Sin embargo, no asumimos ninguna garantía de reposición o reembolso u otro tipo de garantía, explícita o implícita, derivada de esta información, y no asumimos ninguna responsabilidad por el uso incorrecto de esta información. El usuario debe realizar su propia investigación para determinar la información que más se adapta al uso particular que hagan de la sustancia/preparado. El único propósito es la descripción del producto al respecto de los requisitos de seguridad. No se debe considerar ninguna información como una garantía a exigir a las propiedades de esta sustancia/preparado.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

De acuerdo con el
Reglamento (CE)
No 1907/2006



PROMINENT GRIT

1.0 / 20220102
FR-CLI-Ped-hds

3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN DE LAS SUSTANCIAS

3.1 Componente principal

Producto	% Peso Aprox.	Nr. CAS	Nr. EC	Clasificación
Escorias	Mayoritario	65996-69-2	266-002-0	-

La sustancia es una sustancia UVCB compuesta por material vítreo/amorfo y fases minerales. La composición química es preferiblemente analizada como elementos y comunicada como el porcentaje en masa de sus óxidos equivalentes, por ejemplo, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO.

4. PRIMEROS AUXILIOS

4.1 Descripción de las medidas de primeros auxilios:

Contacto con los ojos:	En caso de irritación asegúrese de quitar las lentes de contacto. Lavar con abundantes cantidades de agua y consultar con el médico si la irritación persiste.
Inhalación:	Trasladar a la persona al aire libre. Beber agua y limpiar con abundante agua las fosas nasales. Si la molestia continua contactar con el médico.
Ingestión:	Lavar la boca con abundante agua y escupirla. En estado de tranquilidad beber agua en abundancia. No forzar a la persona afectada a vomitar y requerir rápida atención de un médico. Nunca dar de beber a un afectado en estado de inconsciencia. Aflojar la ropa ajustada como la camisa, corbata o cinturón.
Contacto con la piel:	Eliminar mecánicamente. En caso de irritación de la piel, aclarar las zonas afectadas con agua (y jabón), lavar suavemente. Aplicar cuidadosamente la crema sobre la piel limpia. No frotar ni rascar la piel expuesta.

4.2 Síntomas más importantes agudos y tardíos

Esta información se basa principalmente en las partículas de este material.

Contacto con los ojos:	Las partículas de polvo pueden causar lesiones físicas en los ojos. En contacto con ojos, la fricción puede provocar daños en la córnea, causando irritación, enrojecimiento, hinchazón o dolor inmediatos o retardados. Irritación inmediata o retardada, enrojecimiento, hinchazón o dolor. El contacto directo o prolongado con grandes cantidades de escoria granulada de alto horno (seca o húmeda) puede causar irritación ocular leve (conjuntivitis o blefaritis).
Inhalación:	La inhalación de polvo puede causar irritación respiratoria. Dolor de garganta, tos, estornudos, dificultad para respirar. La exposición puede causar una reacción asmática. Riesgo de trastornos pulmonares.
Ingestión:	Puede causar irritación en el sistema digestivo.
Contacto con la piel:	No irritante. Ligera irritación de la piel y/o dermatitis por acción mecánica. Puede producirse sensibilización como resultado de un contacto repetido o prolongado con el polvo.

4.3 Indicación de atención médica especial o necesidad de tratamiento específico

Tratar de acuerdo a los síntomas. No son necesarias

La información anteriormente expuesta se considera precisa y representa la mejor información accesible actualmente para la compañía. Sin embargo, no asumimos ninguna garantía de reposición o reembolso u otro tipo de garantía, explícita o implícita, derivada de esta información, y no asumimos ninguna responsabilidad por el uso incorrecto de esta información. El usuario debe realizar su propia investigación para determinar la información que más se adapta al uso particular que hagan de la sustancia/preparado. El único propósito es la descripción del producto al respecto de los requisitos de seguridad. No se debe considerar ninguna información como una garantía a exigir a las propiedades de esta sustancia/preparado.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	De acuerdo con el Reglamento (CE) No 1907/2006	
PROMINENT GRIT	1.0 / 20220102 FR-CLI-Ped-hds	

5. MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

5.1 Medios de extinción

El producto no es inflamable. Utilizar las agentes de extinción apropiados al área adyacente y la atmosfera del local.

5.2 Peligros especiales derivados de la sustancia

No hay riesgos específicos de incendio. La sustancia no es inflamable y no contribuye a la propagación de las llamas

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

En caso de incendio, úsese equipo de respiración autónoma e indumentaria protectora adecuada, incluidos guantes y protección para los ojos/cara.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

6.1 Precauciones personales, equipo de protección personal y procedimientos de emergencia

Evitar la generación de polvo a la atmosfera, por ejemplo, humedeciendo el área o cubriendo el producto. En caso de formación de polvo proveer a los empleados de equipo de protección personal de acuerdo con la legislación nacional. Asegurar una ventilación adecuada. Los gránulos en el suelo provocan un mayor riesgo de deslizamiento.

6.2 Precauciones medioambientales

Evitar la dispersión por el viento. No verter la sustancia derramada en aguas superficiales, subterráneas o desagües. El producto no debe ser vertido a la naturaleza, en caso de producirse, recoger y depositar de acuerdo a las autoridades locales.

6.3 Métodos y materiales para limpieza y contención

Barrer mecánicamente (en seco). No utilice aire comprimido para la limpieza. Para recoger el polvo utilice una aspiradora con filtro de aire de alta eficiencia (HEPA). La zona en cuestión debe humedecerse primero antes de ser limpiar con un cepillo

6.4 Referencias a otras secciones

Para equipos de protección individual ver subsección 8.5. Para consideraciones sobre eliminación ver sección 13. Para información de contacto en caso de emergencia ver sección 1.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAJE

7.1 Precaución para manejo seguro

Medidas para evitar fuego o explosiones: No se requieren precauciones especiales.

Medidas requeridas para proteger el medio ambiente: No se requieren precauciones especiales.

Recomendaciones para la higiene en el lugar de trabajo: Evitar la formación de polvo debido al manejo. Proveer de una apropiada ventilación de los lugares donde se produzca polvo atmosférico. El producto en la medida de lo posible, debe ser utilizado en condiciones controladas. Un lugar limpio y ordenado contribuye al

La información anteriormente expuesta se considera precisa y representa la mejor información accesible actualmente para la compañía. Sin embargo, no asumimos ninguna garantía de reposición o reembolso u otro tipo de garantía, explícita o implícita, derivada de esta información, y no asumimos ninguna responsabilidad por el uso incorrecto de esta información. El usuario debe realizar su propia investigación para determinar la información que más se adapta al uso particular que hagan de la sustancia/preparado. El único propósito es la descripción del producto al respecto de los requisitos de seguridad. No se debe considerar ninguna información como una garantía a exigir a las propiedades de esta sustancia/preparado.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	De acuerdo con el Reglamento (CE) No 1907/2006	
PROMINENT GRIT	1.0 / 20220102 FR-CLJ-Ped-hds	

control del polvo. Comer, beber y fumar está prohibido en las zonas donde se maneja, almacena y procesa el material. Los trabajadores deben lavarse las manos y cara antes de comer, beber o fumar.

7.2 Las condiciones para almacenamiento seguro incluyendo posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar seco. Minimizar la generación de polvo atmosférico y prevenir la dispersión aérea durante la carga y la descarga. Mantener en contenedor original. Embalajes o bolsas que puedan contener residuos, deben de limpiarse antes de ser reutilizadas o retiradas. Los envases vacíos que aún puedan contener residuos deben limpiarse antes de ser desechados o reutilizados.

7.3 Uso específico final

Para uso específico, por favor contactar con el proveedor.

8. CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

8.1 Parámetros de control:

Valores límites de exposición:

TLV- TWA: Threshold Limit Value - Time Weighted Average (ACGIH)

VLA-ED: Valor Límite Ambiental de Exposición diaria (INSST)

Nombre	TWA / VLA-ED - 8 horas	Notas
Escorias	(EH40-2005) 10 mg/ m ³ polvo fracción inhalable 4 mg/ m ³ polvo fracción respirable	Fuente: HSE guidance "Health Service Executive"

Para conocer los límites equivalentes en otros países, consulte a la persona laboral competente o a la autoridad reguladora local.

8.2 Comentarios generales

Los límites de exposición mencionados arriba están basados en la inhalación de polvo, prevenir cualquier respiración de polvo.

8.3 Límites de salud y protecciones:

Las normas de protección personal y límites de exposición en el puesto de trabajo pueden variar según el país. Debe mantener los límites aplicables en su país.

8.4 Protecciones técnicas:

Las plantas de producción que almacenen o utilicen este material deben estar equipadas con un lavador de ojos y una ducha de seguridad. Revisar las aplicaciones para identificar potenciales fuentes de polvo. Se pueden utilizar sistemas de ventilación local, y colectores de polvo. Por ejemplo, mesas de aspiración inferiores, herramientas de control de emisiones y equipamiento de manejo de materiales. Mantener el lugar de trabajo limpio. Utilizar una aspiradora equipada con filtro HEPA (High Efficiency Particle Air), evitar limpiar con aire comprimido.

La información anteriormente expuesta se considera precisa y representa la mejor información accesible actualmente para la compañía. Sin embargo, no asumimos ninguna garantía de reposición o reembolso u otro tipo de garantía, explícita o implícita, derivada de esta información, y no asumimos ninguna responsabilidad por el uso incorrecto de esta información. El usuario debe realizar su propia investigación para determinar la información que más se adapta al uso particular que hacen de la sustancia/preparado. El único propósito es la descripción del producto al respecto de los requisitos de seguridad. No se debe considerar ninguna información como una garantía o según a las propiedades de esta sustancia/preparado.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	De acuerdo con el Reglamento (CE) No 1907/2006	
PROMINENT GRIT	1.0 / 20220102 FR-CLJ-Ped-Ida	

8.5 Controles de exposición:

Medidas respiratorias:	No existe recomendación específica, pero habrá que utilizar protección respiratoria si los niveles de polvo sobrepasan los límites de exposición. Llevar mascarar en zonas polvorientas. Comer, beber y fumar está prohibido en las zonas donde se maneja, almacena y procesa el material. Para valores de concentración menores no es requerido equipo de protección, pero se puede utilizar una máscara FFP2 (de acuerdo con la norma EN 149:2001) de manera voluntaria. Para operaciones puntuales donde los tiempos de exposición son 10 veces menores el límite, utilizar FFP1. En caso de concentraciones mayores, o donde la concentración no es conocida o dependiendo de la superficie a tratar, llevar un respirador FFP3 o equipo de respiración autónoma.
Protección de piel:	Utilizar indumentaria protectora adecuada (preferiblemente algodón). La ropa sucia se debe de limpiar para eliminar el polvo de material antes de quitársela. Mantener la ropa de trabajo separada.
Protección ocular:	Utilizar gafas de protección ocular (resistentes al impacto, escudo facial completo, en combinación con un respirador) durante el chorreado.
Protección de manos:	Lavar las manos antes de los descansos y al finalizar la jornada laboral. Los guantes de protección se deben llevar cuando se maneje el producto o haya posibilidad de contacto con la piel. Para un manejo prolongado o repetido utilizar guantes finos (por ejemplo de cuero o caucho nitrilo >0.11 mm)- Protección preventiva de las manos por medio del uso de crema.
Protección de oídos:	Llevar protección durante las operaciones de chorreado.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas. La información se refiere al producto, a no ser que se especifique que se listan datos relativos a sustancia:

Apariencia:	Sólido, granos
Color:	Grisáceo, hasta marrón oscuro-negro
Olor:	Inodoro
PH:	< 12
Punto de ebullición:	No aplicable
Punto de fusión:	>1250 °C
Densidad:	2.2 - 2.9 g/cm³
Densidad aparente:	1.0 - 1.6 g/cm³
Inflamabilidad:	No inflamable
Temperatura de Descomposición:	No aplicable
Angulo de caída:	No aplicable
Factor de acumulación:	No aplicable
Viscosidad:	No aplicable
Presión de Vapor:	No aplicable
Solubilidad en agua:	1 g/L
Solubilidad en otros líquidos:	No soluble
Dureza:	7 Mohs

La información anteriormente expuesta se considera precisa y representa la mejor información accesible actualmente para la compañía, sin embargo, no asumimos ninguna garantía de reposición o reembolso u otro tipo de garantía, explícita o implícita, derivada de esta información, y no asumimos ninguna responsabilidad por el uso incorrecto de esta información. El usuario debe realizar su propia investigación para determinar la información que más se adapta al uso particular que haga de la sustancia/preparado. El único propósito es la descripción del producto al respecto de los requisitos de seguridad. No se debe considerar ninguna información como una garantía o endigar a las propiedades de esta sustancia/preparado.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	De acuerdo con el Reglamento (CE) No 1907/2006	
PROMINENT GRIT	1.0 / 20220102 FR-CLI-Ped-hds	

10. ESTABILIDAD Y RECTIVIDAD

10.1 Reactividad

No reactivo para el uso previsto.

10.2 Estabilidad

Este producto es estable

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Reacciona con aleaciones ligeras en presencia de humedad para formar hidrógeno. Reacciones con ácidos.

10.4 Condiciones que deben evitarse

Evitar la formación de polvo y el contacto con el agua. El contacto con la humedad durante el almacenamiento puede provocar la formación de grumos y la pérdida de calidad.

10.5 Incompatibilidades

Evitar el contacto incontrolado del polvo de aluminio con la escoria de alto horno granulada y húmeda. Escoria granulada de alto horno. Esto provoca la liberación de hidrógeno.

10.6 Productos de descomposición peligrosos

No se conocen

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

11.1 Información sobre efectos toxicológicos

a) Toxicidad aguda:

DL50 oral (rata, OECD 401): > 2.000 mg/kg

CL50 inhalada, 6h (rata, OECD 403): > 230.1 mg/m³

DL50 dermal (rata, OECD 402): > 4000 mg/kg

b) Corrosión / irritación:

Irritación mecánica leve.

c) Lesiones oculares graves / irritación ocular:

Posible irritación severa a causa de las partículas de polvo.

d) Sensibilización respiratoria o cutánea:

No se conocen, N/A

e) Mutagenicidad en células germinales:

No se conocen, N/A

f) Carcinogenicidad:

Dióxido de Titanio (TiO₂) - Posible carcinógeno

g) Toxicidad para la reproducción:

No se conocen, N/A

h) Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) - exposición única:

No se conocen, N/A

i) Para la toxicidad específica en determinados órganos (STOT) - exposición repetida:

No se conocen, N/A

j) Riesgo de aspiración:

No se conocen, N/A

La información anteriormente expuesta se considera precisa y representa la mejor información accesible actualmente para la compañía. Sin embargo, no asumimos ninguna garantía de reposición o reembolso u otro tipo de garantía, explícita o implícita, derivada de esta información, y no asumimos ninguna responsabilidad por el uso incorrecto de esta información. El usuario debe realizar su propia investigación para determinar la información que más se adapte al uso particular que hagan de la sustancia/preparado. El único propósito es la descripción del producto al respecto de los requisitos de seguridad. No se debe considerar ninguna información como una garantía o seguir a las propiedades de esta sustancia/preparado.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	De acuerdo con el Reglamento (CE) No 1907/2006	
PROMINENT GRIT	1.0 / 20220102 FR-CLJ-Ped-Ida	

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

12.1 Ecotoxicidad

LC50: Concentración letal 50

EC50: Concentración media efectiva 50

Valores LC50/EC50 para su clasificación:

LC50 pez (*leuciscus idus*, OECD 203): > 100 mg/l, 96h

EC10 Daphnia (*desmodesmus subspicatus*, OECD 201): > 100 mg/l, 72h

EC50 bacteria (*vibrio fischeri*, ISO 11348-2): > 100 mg/l, 15m

12.2 Persistencia y degradabilidad

No aplica ya que es un producto inorgánico.

12.3 Potencial de bioacumulación

No se genera bioacumulación

12.4 Movilidad en tierra y agua

No aplicable en tierra. Insoluble en agua.

12.5 Resultados de PBT y vPvB

Este producto no contiene sustancias PBT o mPvB

12.6 Otros efectos adversos

El material se deshace en el agua y no es fácil de eliminar. El producto contiene sustancias que provocan un fuerte enturbiamiento en el agua. El producto provoca un cambio de pH significativo. Neutralizar antes de su eliminación.

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

13.1 Métodos de tratamiento de residuos

Los residuos deben ser eliminados según las regulaciones nacionales para residuos no peligrosos. No son necesarios métodos de tratamiento especiales.

13.2 Código Eural de residuo (después de uso)

12 01 17 RESIDUOS DE LA CONFORMACION Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL FISICO Y MECANICO DE METALES Y PLASTICOS, residuo de material de granallado aparte de los mencionados en 12 01 15.

13.3 Contenedores vacíos:

Eliminar los residuos del producto de la pared del contenedor antes de reutilizarlo.

La información anteriormente expuesta se considera precisa y representa la mejor información accesible actualmente para la compañía. Sin embargo, no asumimos ninguna garantía de reposición o reembolso u otro tipo de garantía, explícita o implícita, derivada de esta información, y no asumimos ninguna responsabilidad por el uso incorrecto de esta información. El usuario debe realizar su propia investigación para determinar la información que más se adapte al uso particular que haga de la sustancia/preparado. El único propósito es la descripción del producto al respecto de los requisitos de seguridad. No se debe considerar ninguna información como una garantía o según a las propiedades de esta sustancia/preparado.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	De acuerdo con el Reglamento (CE) No 1907/2006	
PROMINENT GRIT	1.0 / 20220102 FR-CLI-Ped-hds	

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

El producto no está cubierto por la normativa internacional sobre el transporte de mercancías peligrosas:
Transporte terrestre (ADR/RID), Transporte marítimo (IMDG), Transporte aéreo (OACI-TI/IATA-DGR)

15. INFORMACION REGLAMENTARIA

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la
sustancia o la mezcla

Directiva sobre sustancias peligrosas 67/548/CEE

Directiva sobre Preparaciones Peligrosas 1999/45/CE

Reglamento (CE) no 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de Diciembre de 2006, relativo
al Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de sustancias químicas (REACH).

La Directiva 2000/39/CE de la Comisión del 8 de Junio de 2000 establece una primera lista de valores límite
de exposición profesional indicativos en aplicación de la Directiva 98/24/CE del Consejo relativa a la
protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes
químicos durante el trabajo (modificada).

Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de Diciembre de 2008 sobre
clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (modificada).

Reglamento (UE) nº 453/2010 de 20 de Mayo de 2010.

Directiva 96/29/EURATOM

16. OTRA INFORMACIÓN

Versión:

Revisión:

Nr 1.00 de 02/01/2022

Cambios por sección respecto a versiones anteriores:

No aplicable

Nombre del responsable y ficha de impresión:

Sr. Patxi Ruiz 02/01/2022

*La información dada en este documento está basada en el conocimiento actual y en la experiencia. El
propósito de esta Ficha de Datos de Seguridad es el de describir los productos en términos de sus requisitos de
seguridad. Esta información no significa ninguna garantía en lo que se refiere a las propiedades del producto y
no se establece un compromiso legal. Es siempre responsabilidad de consumidor determinar la aplicabilidad
de esta información, las recomendaciones, y la idoneidad de los productos para su propósito particular.*

La información anteriormente expuesta se considera precisa y representa la mejor información accesible actualmente para la compañía. Sin embargo, no asumimos ninguna garantía de reposición o reembolso u otro tipo de garantía, explícita o implícita, derivada de esta información, y no asumimos ninguna responsabilidad por el uso incorrecto de esta información. El usuario debe realizar su propia investigación para determinar la información que más se adapta al uso particular que hagan de la sustancia/preparado. El único propósito es la descripción del producto al respecto de los requisitos de seguridad. No se debe considerar ninguna información como una garantía a exigir a las propiedades de esta sustancia/preparado.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--------------------------------------

ANEXO 8: ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD FERROVIARIA

1. Introducción

En materia de Seguridad Ferroviaria (ligado a los peligros de la circulación ferroviaria), se hace necesario por parte de FMB establecer las condiciones mínimas a satisfacer por el sistema objeto del presente pliego. Con la finalidad de cumplir con los requisitos establecidos en el SGSF de FMB y garantizar así la Seguridad Ferroviaria y la no regresión en Seguridad Operacional, el adjudicatario será responsable de cumplir con las exigencias especificadas en el siguiente documento.

El proceso de Gestión del Riesgo seguido por el sistema, para adquisición de nuevos sistemas técnicos, deberá cumplir con:

- Las exigencias de la norma UNE-EN 50126-1:2018. Aplicaciones Ferroviarias, Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS).
- Las exigencias de la norma UNE EN 50126-2:2018. Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 2: Aproximación sistemática para la seguridad.

En función del sistema, serán de aplicación o referencia las siguientes normas:

- UNE EN 50128. Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.
- UNE EN 50129 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.

Todas las Normas serán considerados en la versión vigente, en su última publicación a la fecha de adjudicación del contrato.

El proceso a realizar aplica a todo el sistema en su conjunto (todos los subsistemas que integran el sistema, los interfaces entre los distintos subsistemas, etc.) y los interfaces que resulten aplicables entre el sistema licitado y el Sistema Ferroviario de FMB.

Se deberá además considerar su ciclo de vida completo, como se define en la norma UNE-EN 50126 (diseño, fabricación, validación, operación, mantenimiento, etc.).

Asimismo, en el caso de que el sistema técnico implemente funciones de seguridad superiores al SIL0, se deberá aportar el correspondiente ISA. En el caso que el sistema técnico licitado integre distintas funciones avaladas por los distintos subsistemas, deberá entregarse, a parte de cada uno de los ISA's de Subsistema, un ISA global que avale la integración del sistema.

FMB deberá aceptar al Organismo de Evaluación Independiente de Seguridad (ISA y/o ASBO según aplique) propuesto por el adjudicatario. Asimismo, el Organismo de Evaluación Independiente de Seguridad deberá ser un Organismo Acreditado a tal efecto.

2. Objetivos de Seguridad Ferroviaria y aceptación de los riesgos

El proceso para la evaluación de riesgos será el identificado en la norma UNE EN 50126-1:2018.

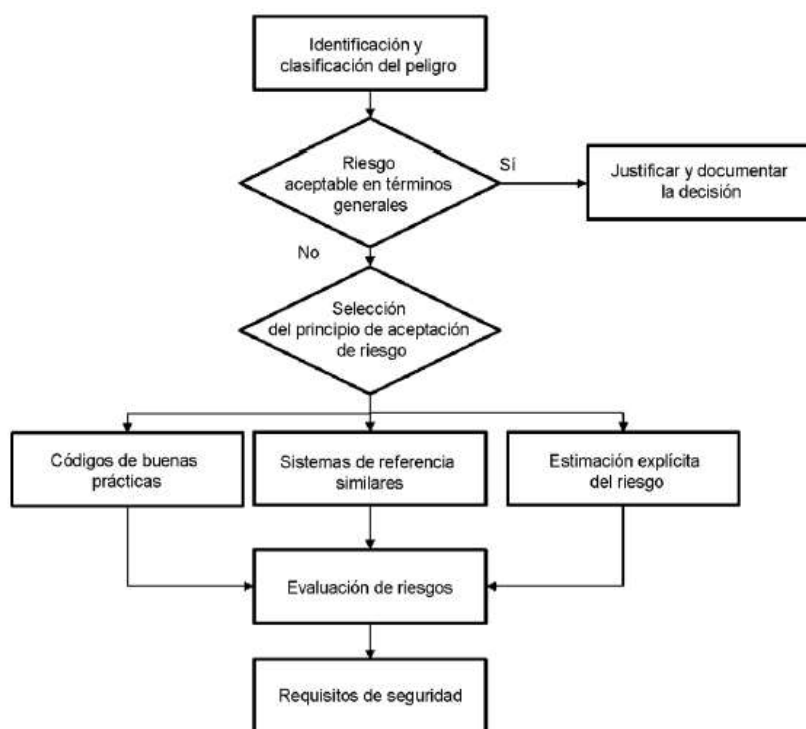


Figura 1: Proceso para la evaluación de riesgos

Este proceso se realizará en conformidad con las prescripciones definidas en los siguientes apartados.

2.1. Clasificación de los Riesgos

La clasificación de los riesgos se realizará según lo establece norma UNE EN 50126-1:2018, por la combinación de dos criterios:

- La probabilidad de ocurrencia de un suceso o una combinación de sucesos que conduzcan a un peligro, o la frecuencia de tal ocurrencia.
- La consecuencia del peligro, es decir su gravedad.

Una vez identificado un riesgo debe evaluarse su frecuencia de ocurrencia. A modo de ejemplo, las técnicas a utilizar para conseguir una buena aproximación son:

- Datos procedentes de los incidentes acaecidos históricamente en el sector ferroviario, en explotaciones metropolitanas. A partir de los registros disponibles, se establecen, cuantitativamente, tasas de frecuencia para un determinado peligro.
- Análisis por árbol de fallos o eventos. Este tipo de aproximación permite establecer una aproximación cuantitativa de peligros para los que no se dispone de datos históricos.
- Juicio experto. No siempre será posible establecer criterios cuantitativos a la hora de clasificar la frecuencia de un peligro. Cuando se aplican valoraciones basadas en la opinión experta, se tendrá en cuenta bien de manera informal o mediante sesiones de brainstorming la opinión de varios expertos.

A continuación, se definen los criterios cualitativos y cuantitativos para la estimación de frecuencia.

Análisis cualitativos. Se establecen seis categorías de frecuencia que son las siguientes:

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

Tabla 1: Niveles de frecuencia

Análisis cuantitativos. En aquellos casos que se disponga de datos históricos del adjudicatario o provenientes de otras fuentes que permitan una clasificación cuantitativa se toman en consideración los siguientes rangos (las fuentes deberán ser justificadas y evidenciadas para la aceptación por parte de FMB):

Nivel de frecuencia	Gama de frecuencias para funcionamiento 24 h/día	Gama de frecuencias para una vida útil de 30 años y funcionamiento 5.000 h/año
Frecuente	más de una vez en un período de aproximadamente 6 semanas	más de 150 veces
Probable	aproximadamente de una vez cada 6 semanas a una vez al año	aproximadamente de 15 a 150 veces
Ocasionalmente	aproximadamente de una vez al año a una vez cada 10 años	aproximadamente de 2 a 15 veces
Infrecuente	aproximadamente una vez cada 10 años o una vez cada 1 000 años	puede que una vez como máximo
Improbable	aproximadamente de una vez cada 1.000 años a una vez cada 100 000 años	no se espera que suceda en el curso de la vida útil
Extremadamente improbable	una vez en un período de aproximadamente 100 000 años o más	es extremadamente improbable que ocurra en el curso de la vida útil

Tabla 2: Rangos cuantitativos de frecuencia

Gravedad de las consecuencias

El segundo parámetro para evaluar un riesgo es la estimación de las consecuencias derivadas del mismo. Las cuatro categorías serán las siguientes:

Categoría de gravedad	Consecuencias para las personas o el entorno	Consecuencias para el servicio / bienes materiales
Catastrófico	Afecta a un gran número de personas y tiene como resultado múltiples víctimas mortales, y/o Daña al entorno de forma extrema.	Cualquiera de las consecuencias que se describen a continuación para las personas o el entorno
Crítico	Afecta a un número muy pequeño de personas y resulta en al menos una víctima mortal, y/o Se produce un gran daño al entorno	Pérdida de un sistema importante
Marginal	No hay posibilidad de que se produzcan víctimas mortales, solo lesiones graves o leves, y/o Daños menores al entorno	Daños graves en el sistema o sistemas.
Insignificante	Posible lesión leve	Daños menores al sistema

Tabla 3: Categorías de gravedad de incidentes

Se tomarán en consideración las consecuencias para el servicio para poder establecer requisitos de fiabilidad/disponibilidad para subsistemas que, si bien no afectan a la seguridad Ferroviaria, si alteran las condiciones del servicio de forma significativa.

Matriz para la clasificación de riesgos

Para cada peligro identificado y en función de su probabilidad de ocurrencia y las consecuencias derivadas del mismo, se establece la siguiente matriz de riesgos:

Frecuencia de ocurrencia de un accidente (causado por un peligro)	Categorías de aceptación del riesgo			
Frecuente	No deseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
Probable	Tolerable	No deseable	Intolerable	Intolerable
Ocasional	Tolerable	No deseable	No deseable	Intolerable
Infrecuente	Despreciable	Tolerable	No deseable	No deseable
Improbable	Despreciable	Despreciable	Tolerable	No deseable
Extremadamente improbable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Tolerable
	Insignificante	Marginal	Crítico	Catastrófico
	Gravedad de un accidente (causado por un peligro)			

Tabla 4: Matriz de clasificación de riesgos

Determinación del nivel de riesgo

Una vez que se hayan categorizado los riesgos según la matriz anterior, se ha de proceder según la tabla siguiente:

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 del servicio ferroviario o con la autoridad en materia de seguridad responsable.
Tolerable	El riesgo puede tolerarse y aceptarse con un control adecuado (por ejemplo, procedimientos o normas de mantenimiento) y previo acuerdo con los responsables del servicio ferroviario.
Despreciable	El riesgo es aceptable sin acuerdo previo con los responsables del servicio ferroviario.

Tabla 5: Categorías de aceptación de riesgos

FMB no aceptará ningún riesgo con clasificación FINAL superior a tolerable

2.2. Aceptación de la Seguridad Ferroviaria

Los principios de aceptación aplicables a la evaluación de riesgos para justificar la reducción de riesgos a niveles tolerables serán los siguientes:

Códigos prácticos

La normativa o buenas prácticas utilizadas para justificar que los peligros están debidamente mitigados, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser aplicable explícita (normativa CENELEC para aplicaciones ferroviarias o fichas UIC, por ejemplo) o implícitamente al ámbito ferroviario.
- Ser pertinente para el control de los peligros considerados en el sistema objeto de evaluación
- Estar disponible públicamente para todos los interesados en su empleo.

Cuando se utilice este principio, se considerará que los peligros asociados tienen un nivel de riesgo residual “Tolerable”, sin necesidad de realizar estudios adicionales relativos al peligro, y se dejará constancia en el Registro de Peligros que el código práctico utilizado es un requisito de Seguridad Ferroviaria.

Para estos peligros, se deberá evidenciar suficientemente el cumplimiento del código práctico utilizado y dejar constancia de ello en el Registro de Peligros.

Comparación con sistemas similares

Este criterio supone utilizar otro sistema en explotación como referencia para justificar el nivel de riesgo final.

El sistema de referencia deberá cumplir los siguientes requisitos:

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

- Haber acreditado un nivel aceptable de seguridad.
- Tener funciones e interfaces equivalentes al sistema evaluado.
- Utilizarse en condiciones de explotación y ambientales equiparables.

Al igual que en el caso anterior, cuando se utilice este criterio se considerará que los peligros asociados tienen un nivel de riesgo “Tolerable” sin necesidad de realizar estudios adicionales. Los requisitos de Seguridad Ferroviaria podrán quedar fijados a partir de los requisitos de seguridad del sistema de referencia y quedarán registrados en el Registro de Peligros.

En caso de existir diferencias entre el sistema objeto de la evaluación y el sistema de referencia, se deberá justificar que el sistema evaluado ofrece, al menos, el mismo nivel de seguridad, para lo cual se usará alguno de los otros dos principios de aceptación del riesgo.

Estimación explícita del riesgo

En los casos en que no sea aplicable ninguno de los dos criterios anteriores, se llevará a cabo una valoración explícita (cualitativa o cuantitativa) del riesgo, para lo cual se cumplirán los siguientes requisitos:

- Los métodos utilizados deberán reflejar correctamente el sistema evaluado y sus parámetros, considerando todos los modos de explotación.
- Los resultados deberán ser suficientemente precisos para justificar la decisión, esto es, no es admisible que, pequeños cambios en las hipótesis, alteren significativamente los resultados.

Estos criterios serán sometidos a revisión por parte de FMB cuando se considere oportuno.

2.3. Listado de accidentes potenciales

El adjudicatario deberá contemplar, como mínimo, en su análisis de riesgos, los peligros siguientes referidos a la circulación ferroviaria:

- Colisión entre vehículos ferroviarios o de éstos con la infraestructura.
- Descarrilo de vehículos ferroviarios.
- Atropello a personas.
- Incendio/Explosión originados en elementos de la infraestructura o en vehículos ferroviarios.
- Atrapamientos y arrastres
- Electrocución, radiación y otras situaciones ligadas a subsistemas eléctricos.
- Inundaciones.
- Otros daños a las personas.

En caso de identificarse/considerarse otros accidentes potenciales aplicables al sistema objeto del presente pliego, el Adjudicatario será responsable de completar la presente lista. Del mismo modo, en caso de considerar que alguno de estos peligros no aplica al sistema en objeto del presente pliego, el adjudicatario deberá comunicarlo a al interlocutor designado por FMB para su aceptación.

3. Organización del equipo Safety

La organización del Adjudicatario deberá incluir un Responsable de Seguridad ferroviaria del proyecto, que deberá poder justificar una experiencia previa suficiente en materia de gestión de la seguridad ferroviaria en el sector ferroviario. El Responsable de Seguridad Ferroviaria del Adjudicatario será el interlocutor con el

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

interlocutor designado por FMB para los aspectos relacionados con la seguridad ferroviaria. Idealmente este interlocutor será único para facilitar los flujos de información. Dicho interlocutor deberá ser aceptado por FMB.

En caso de que por necesidades del proyecto se requiriese cambiar de interlocutor o incrementar el número de interlocutores, el adjudicatario deberá informar a FMB para su aceptación.

El Responsable de Seguridad Ferroviaria deberá ser independiente de los equipos a cargo del Diseño, de la Fabricación y de las Pruebas. Asimismo, la organización del Adjudicatario deberá conformarse a los requisitos de independencia de la norma UNE EN 50126:2018.

Para realizar sus tareas, el Responsable de Seguridad Ferroviaria deberá contar con la autoridad y los medios suficientes. Cuando sea necesario, deberá estar apoyado por ingenieros especialistas de seguridad Ferroviaria, quienes estarán directamente bajo su cargo. En caso de realizarse reuniones de trabajo entre el equipo de seguridad Ferroviaria del adjudicatario y FMB, el Responsable de Seguridad Ferroviaria del proyecto (interlocutor válido para FMB) deberá estar presente para dar fe de los compromisos que pudiesen adquirirse por ambas partes. En caso de delegarse la interlocución, deberá comunicarse formalmente a FMB y deberá ser aceptado.

La organización del Adjudicatario para el desarrollo del proceso de seguridad Ferroviaria deberá ser descrita en su plan de gestión de la seguridad Ferroviaria (véase apartado 4.1), y asimismo deberá ser aprobada por parte de FMB.

4. Estudios y documentación de Seguridad Ferroviaria

La documentación de Safety que deberá entregar el Adjudicatario será, como mínimo, la identificada en este apartado. En caso de considerar que alguno de los siguientes documentos no aplica al proyecto, deberá ser argumentado y aceptado por FMB que dicho documento no es de aplicación.

Asimismo, todos los documentos deberán realizarse y consolidarse siguiendo el orden marcado por el ciclo de vida del proyecto, según indica la norma UNE EN 50126:2018. Los documentos consolidados deberán ser aceptados por FMB. La aceptación por parte de FMB no implica en ningún caso una validación formal o responsabilidad del contenido de dichos documentos. Por otro lado, la no aceptación de un documento implicará la reedición del documento por tal de satisfacer las necesidades de FMB. Para facilitar dicho proceso, el adjudicatario podrá solicitar reuniones de seguimiento mediante borradores que permitan la correcta evolución y asegurar que los documentos consolidados entregados sean alineados con las necesidades de FMB.

Del mismo modo, se deberá cumplir con un proceso (definido por el adjudicatario) de verificación. Dicho proceso deberá garantizar haber alcanzado los objetivos mínimos en materia de Seguridad Ferroviaria, marcados por la UNE EN 50126:2018, para cada cambio de fase en el ciclo de vida, disponiendo de los documentos consolidados y aceptados para dar cumplimiento al proceso de verificación. El cambio de fase del ciclo de vida deberá ser informado a FMB. En caso de decisión por parte de proyecto de cambiar de fase con algún pendiente en materia de Seguridad Ferroviaria, deberá argumentarse la decisión y establecer el plan de acción. FMB deberá ser conocedor de dicha situación y aceptarla.

Todos los documentos serán entregados en catalán o castellano, en formato pdf firmado y, en los casos que se requiera (como el Hazard Log) en formato editable. Asimismo, en todos los documentos de Seguridad Ferroviaria que se entreguen varias versiones del mismo documento, se deberá entregar una versión consolidada y otra con control de cambios, a fin de facilitar el análisis de los cambios entre versiones.

4.1. Plan de Seguridad Ferroviaria

El Adjudicatario deberá elaborar el plan de Seguridad Ferroviaria de acuerdo a la norma UNE EN 50126:2018.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

Dicho plan, como mínimo deberá contener y realizar especial énfasis en:

- Descripción preliminar del proyecto, estableciendo alcance y perfil de misión.
- Organización del proyecto, estableciendo los roles, responsabilidades de cada rol en relación a la Safety. También se incluirá un organigrama y justificación de que la organización cumple con los requisitos de independencia.
- Criterios para la evaluación y aceptación de riesgos.
- Identificación y Gestión de requisitos de Seguridad Ferroviaria.
- Actividades y entregables de Safety a realizar durante el proyecto. Descripción de cada uno de ellos, junto con la relación y objetivo de los mismos.
- Proceso de Verificación.
- Proceso de Validación.

El ofertante deberá entregar una primera versión en fase de oferta, comprometiéndose a su cumplimiento en caso de resultar adjudicatario del contrato.

Una vez iniciado el proyecto, el Plan de Seguridad Ferroviaria entregado en fase de oferta, deberá ser actualizado para establecerse como plan específico del proyecto.

El tiempo estimado de revisión por parte de FMB para la aceptación de este documento es de, como mínimo, 1 semana. El adjudicatario deberá contemplar dicho tiempo de revisión en la planificación de proyecto.

Una vez aceptado el Plan de Seguridad Ferroviaria, no se modificará más salvo modificación sustancial de la estrategia de Seguridad Ferroviaria, que justifique dicha actualización. Asimismo, previo a la actualización, deberá comunicarse el motivo del cambio a FMB para su aceptación.

4.2. Análisis Preliminar de Riesgos

Al inicio de la fase de diseño del sistema, el adjudicatario deberá realizar un Análisis Preliminar de Riesgos (APR).

El APR deberá identificar los riesgos del sistema objeto del presente pliego siguiendo una estrategia “top-down” con el objetivo de identificar las situaciones peligrosas que puedan ocasionar un accidente. Para ello el adjudicatario deberá utilizar las metodologías a su alcance (Lista preliminar de Riesgos, proyectos de referencia, Brain Storming, etc). Los riesgos deberán identificar la metodología utilizada y, en caso de utilizarse una base de datos, identificar dicha fuente.

La identificación de riesgos deberá consignar toda la información posible para el riesgo sea claro. Se deberá identificar las situaciones que pueden conducir al accidente, así como las causas potenciales y el modo de operación.

La evaluación de riesgos deberá realizarse siguiendo la clasificación de riesgos consignada en el presente pliego. El APR deberá contener la clasificación inicial sin contemplar ninguna mitigación.

Finalmente, para cada riesgo deberán identificarse los requisitos de Seguridad Ferroviaria que mitigan el riesgo. Dichos requisitos deberán definirse en función de la clasificación inicial del riesgo y con el objeto de que la clasificación final del riesgo (tras aplicar mitigaciones) quede en un nivel de aceptabilidad suficiente. Del mismo modo, los requisitos deberán orientarse inicialmente a requisitos de diseño, evitando, siempre que sea posible, las exportaciones a Operación y Mantenimiento.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

La plantilla del APR, así como las metodologías de análisis deberán ser presentados a y aceptados por FMB previo al inicio del análisis.

El ofertante deberá entregar un APR en fase de oferta. Dicho APR será de alto nivel y se aceptará en oferta sin requisitos de Seguridad Ferroviaria. Dicho APR deberá contener la evaluación inicial de Amenazas.

En caso de ser adjudicatario del contrato, se deberá entregar una actualización del APR profundizando en amenazas de bajo nivel y estableciendo los requisitos de Seguridad Ferroviaria iniciales.

El tiempo estimado de revisión por parte de de FMB para la aceptación de este documento es de, como mínimo, 2 semanas. El adjudicatario deberá contemplar dicho tiempo de revisión en la planificación de proyecto.

4.3. Registro de Peligros (Hazard Log)

El adjudicatario deberá elaborar y mantener un registro de peligros durante la vigencia del contrato.

El HL deberá ser una evolución del APR dónde se consignen las evidencias de mitigación establecidas en el APR.

Una vez consolidada la primera versión del HL, el APR quedará congelado y ya no se actualizará más, siendo el HL el único documento con el registro de peligros actualizado.

De esta forma, el HL contendrá:

- Todos los riesgos identificados para el proyecto.
- Todos los requisitos establecidos como mitigación trazados con las casusas que mitigan.
- La clasificación final de los riesgos.
- El principio de aceptación utilizado en cada riesgo.
- Las evidencias de cumplimiento de cada requisito junto con una trazabilidad clara, indicando documento y apartado en el que se encuentra la evidencia.
- El estatus (abierto, pendiente, cerrado para pruebas, cerrado para PeS) de cada riesgo junto.
 - Abierto: Riesgo identificado, pendiente establecer requisitos para alcanzar una clasificación de riesgos aceptable.
 - Pendiente: Se dispone de los requisitos, pero faltan sus evidencias.
 - Cerrado para pruebas: Se dispone de evidencias suficientes para entrar a pruebas dinámicas.
 - Cerrado para PeS: Se dispone de todas las evidencias, dando el riesgo por controlado totalmente.
- Un cuadro resumen con el total de riesgos y su estado.

La plantilla del HL deberá ser aceptada por FMB previo al desarrollo del HL.

Todos los documentos referenciados como evidencia de cierre de un riesgo, deberán ser entregados a FMB por tal de poder mantener el HL vivo tras la finalización del contrato. Será responsabilidad del Adjudicatario poner a disposición de FMB dicha documentación, considerándose esta documentación incluida en la actividad del registro de peligros.

El tiempo estimado de revisión por parte de FMB para la aceptación de este documento es de, como mínimo, 3 semanas. Para la optimización del tiempo de revisión se podrá establecer una estrategia conjunta con FMB que

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

permita revisiones parciales. El adjudicatario deberá contemplar dicho tiempo de revisión en la planificación de proyecto.

4.4. Registro de Peligros (Hazard Log): Exportaciones

Cuando sea requerido, el adjudicatario podrá establecer exportaciones al Operador y Mantenedor.

Las exportaciones deberán ser recogidas en un documento a parte o como apartado específico del HL con la finalidad de poder trabajarlas de forma ágil con FMB.

Todas las exportaciones deberán identificar claramente el riesgo residual que debe ser cubierto por la SRAC. Se entenderá como riesgo residual aquella parte del riesgo que no haya podido ser mitigada por las mitigaciones bajo el control del adjudicatario y que, por lo tanto, para que el riesgo quede totalmente mitigado se verá afectado por una SRAC.

Las exportaciones deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- Que NO vaya en contra de las condiciones técnicas y/o particulares descritas en el pliego que deberían ser cubiertas por el sistema.
- Que exista una clara trazabilidad y relación entre accidente / situación de peligro / escenario / evento desencadenante / causa / riesgo inicial / SRAC.
- Si el riesgo inicial asociado a una SRAC presenta un nivel de “Intolerable o No deseable”, deberá tener asociada en sus mitigaciones una función de seguridad del sistema técnico acorde al mismo.
- El riesgo asociado a una SRAC debe presentar un nivel de riesgo “Tolerable”, con una medida de reducción técnica que complete la exportación (no se aceptarán riesgos mitigados exclusivamente con exportaciones).
- Que la definición de la SRAC sea clara y completa. Describiendo qué hay que cumplir y evitar definir qué hay que hacer. La exportación ha de ser en forma de requisito diciendo qué, pero no como.

Asimismo, las SRAC's deberán cumplir con lo prescrito en la norma UNE EN50129, apartado 5.3.13.

Las exportaciones deberán ser trabajadas conjuntamente con FMB para garantizar que se cumplen las condiciones anteriormente descritas. Finalmente, deberán ser aceptadas por FMB.

El tiempo estimado de revisión por parte de FMB para la aceptación de este documento es de 1 semana, siempre que se establezca una estrategia conjunta que permita la consolidación de cada una de las exportaciones.

El adjudicatario deberá contemplar dicho tiempo de revisión en la planificación de proyecto.

4.5. Notas Técnicas de Seguridad

Para todos aquellos riesgos en los que se utilice el principio de aceptación de riesgo de estimación explícita y por lo tanto se deba argumentar la robustez del diseño, se realizará una nota técnica de seguridad.

Esta Nota técnica de seguridad deberá incluir, como mínimo:

- Descripción funcional del subsistema afectado.
- Descripción de la implementación de la función.
- Argumentación cualitativa de la robustez del diseño.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

- Argumentación cuantitativa de la robustez del diseño (deberá acompañarse de un FTA que evidencie el cálculo cuantitativo).

El tiempo estimado de revisión por parte de FMB para la aceptación de este documento es de, como mínimo, 2 semanas por Nota Técnica. El adjudicatario deberá contemplar dicho tiempo de revisión en la planificación de proyecto.

4.6. Informe de Verificación y Validación

A la finalización de la fase 10 el adjudicatario deberá entregar el Informe de Verificación y Validación.

Dicho informe deberá evidenciar el cumplimiento de todos los requisitos de diseño con especial énfasis en los requisitos de Seguridad Ferroviaria. La trazabilidad entre requisitos de Seguridad Ferroviaria y casos de prueba deberá ser clara, incluyendo el resultado de dicha prueba.

En el supuesto que haya habido alguna prueba relacionada con algún requisito de Seguridad Ferroviaria pendiente, No OK o con comentarios, el informe deberá contener el plan de acción y la argumentación que permita justificar identificar de forma clara si el resultado de la prueba compromete o no la seguridad Ferroviaria del sistema y si condiciona la PeS.

Del mismo modo, en el caso de identificarse algún No OK en los casos de prueba relacionados con requisitos de diseño que no sean de Seguridad, deberá recogerse en el informe identificando de forma clara el impacto de incumplimiento de dicho requisito, el plan de acción y si condicionan la PeS del sistema.

El tiempo estimado de revisión por parte de FMB para la aceptación de este documento es de, como mínimo, 2 semanas. Para la optimización del tiempo de revisión se podrá establecer una estrategia conjunta con FMB que permita revisiones parciales. El adjudicatario deberá contemplar dicho tiempo de revisión en la planificación de proyecto.

4.7. Safety Case

A la finalización de la Fase 10 del ciclo de vida identificado en la norma UNE EN 50126:2018, el adjudicatario deberá elaborar el Safety Case.

Este documento deberá respetar el índice marcado por la norma UNE EN 50129:2020.

Deberá reflejar las actividades de Seguridad Ferroviaria realizadas hasta la fecha de publicación del documento, identificando claramente si hay desviaciones en la estrategia de Seguridad Ferroviaria, respecto lo definido en el plan de Seguridad Ferroviaria y el estado de madurez del sistema para la puesta en servicio cumpliendo con los requisitos de Seguridad Ferroviaria.

Asimismo, deberá identificar cualquier punto destacable en materia de Seguridad Ferroviaria (incluyendo Verificación y Validación) que afecte al proyecto.

Finalmente, las conclusiones deberán incluir una mención explícita sobre si el proyecto tiene un grado de madurez suficiente como para autorizar la Puesta en Servicio.

Asimismo, el Safety Case deberá establecer las condiciones necesarias para mantener el sistema en estado seguro tras la puesta en servicio y desde la finalización del contrato hasta la fase 13 del ciclo de vida.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rf# SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--------------------------------------

El tiempo estimado de revisión por parte de FMB para la aceptación de este documento es de, como mínimo, 1 semana. El adjudicatario deberá contemplar dicho tiempo de revisión en la planificación de proyecto.

4.8. Informe de Evaluación y Certificado ISA

Con la entrega de cada Safety Case, el adjudicatario deberá entregar un informe ISA.

Este informe ISA deberá avalar el proceso de Seguridad Ferroviaria seguido y así certificar las funciones de seguridad del sistema completo. El ISA de diseño deberá contener una conclusión clara sobre la Seguridad Ferroviaria del sistema para la realización de pruebas dinámicas. El ISA de PeS deberá contener una conclusión clara sobre la seguridad del sistema y sus funciones de seguridad para la PeS del sistema.

FMB tendrá potestad para contactar con ISA del adjudicatario siempre que lo estime oportuno. Asimismo, en caso de requerirse, tendrá acceso al registro de observaciones realizado durante el proceso de evaluación del ISA.

En el caso de que el sistema integre distintos subsistemas que dispongan de certificado propio, se considerará fuera del alcance la certificación de dichas funciones, tomando los certificados de subsistema como válidos. El adjudicatario deberá entregar el informe del sistema dónde se avalará la integración de todos los subsistemas, garantizando su integración segura y que, en su conjunto, el sistema mantiene las funciones de seguridad certificadas por los subsistemas. Por lo tanto, el informe deberá incluir TODAS las funciones de seguridad y certificarlas (sea por certificar su desarrollo con el sistema, sea por referencia a certificados de subsistema).

Asimismo, el adjudicatario deberá entregar un certificado que certifique TODAS las funciones de seguridad implementadas por el sistema. Dicho certificado deberá contener, como mínimo, las funciones de seguridad y el SIL certificado.

Puesto que una de las funciones del evaluador es acreditar el correcto proceso de Seguridad Ferroviaria seguido por el adjudicatario, el ISA deberá trabajar en paralelo al desarrollo de proyecto, debiendo entregarse el informe ISA en un plazo no superior a 3 días desde la entrega del Safety Case consolidado.

Durante la duración del contrato, el Informe ISA de PeS deberá acreditar en todo momento el sistema puesto en servicio. En caso de realizarse modificaciones del sistema durante la vigencia del contrato, el Informe deberá actualizarse para incluir dichas modificaciones.

Igual que el Safety Case, el Informe ISA deberá avalar la Seguridad Ferroviaria del sistema, tomando en consideración el cumplimiento de las exportaciones, para su uso hasta la fase 13 del ciclo de vida.

El tiempo estimado de revisión por parte de FMB para la aceptación de este documento es de, como mínimo, 3 días laborables. El adjudicatario deberá contemplar dicho tiempo de revisión en la planificación de proyecto.



ANEXO 9: NORMATIVA

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

APR	ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS.
BMS	SISTEMA DE GESTIÓN DE BATERÍAS.
BTMS	SISTEMA DE GESTIÓN TÉRMICA DE BATERÍAS.
CBM	CONDITION BASED MAINTENANCE.
CNAF	CUADRO NACIONAL DE ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS EN VIGOR.
DMR	DIGITAL MOBILE RADIO.
ENAC	ENTIDAD NACIONAL DE ACREDITACIÓN.
ESS	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (ENERGY STORAGE SYSTEM).
FMB	FERROCARRIL METROPOLITANO DE BARCELONA.
LCC	ANÁLISIS DE COSTES DE CICLO DE VIDA (LIFE CYCLE COSTING)
HL	HAZARD LOG.
HM	HOMBRE MUERTO.
HMI	INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA.
IM	INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO.
IP	PROTECCIÓN INTEMPERIE.
IS	INSPECCIÓN DE SEGURIDAD.
MTBF	TIEMPO MEDIO ENTRE AVERÍAS (MEAN TIME BETWEEN FAILURES).
NF	NORMA FRANCESA.
SGSF	SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD FERROVIARIA.
UIC	UNIÓN INTERNACIONAL DE FERROCARRILES.
VFC	VEHICULO FRESADO DE CARRIL.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

Directivas Europeas

Directiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo (sexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE del Consejo)

Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).

Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2013, sobre las disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos) (vigésima Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE), y por la que se deroga la Directiva 2004/40/CE.

Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).

Directiva europea 2019/130, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo.

Otras Norma Europas

Recomendación del Consejo 1999/519/CE, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz).

Reglamento (UE) No 1304/2014 de la Comisión de 26 de noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad aplicable al subsistema «material rodante-ruído» y por el que se modifica la Decisión 2008/232/CE y se deroga la Decisión 2011/229/UE

Reglamento (UE) 2016/1628 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de septiembre de 2016 sobre los requisitos relativos a los límites de emisiones de gases y partículas contaminantes y a la homologación de tipo para los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera, por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 1024/2012 y (UE) n.º 167/2013, y por el que se modifica y deroga la Directiva 97/68/CE.

Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.

Normativa española

Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

 Transports Metropolitans de Barcelona	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
---	---	--

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas (transposición al derecho español de la Directiva 2006/42/CE, relativa a las máquinas).

Real Decreto 330/2009 de 13 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Orden PRE/1624/2002, de 25 de junio, por la que se modifica el Anexo I del del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.

Resolución de 10 de julio de 2009, de la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias, por la que se aprueba la "Especificación Técnica de Homologación de Material Rodante Ferroviario: Material Rodante Auxiliar". BOE miércoles 19 de agosto de 2009.

Normas UNE

UNE-EN 286-3:1995. Recipientes a presión simples, no sometidos a la llama, diseñados para contener aire o nitrógeno. Parte 3: Recipientes a presión, de acero, para los equipos de frenado por aire y para equipos neumáticos auxiliares del material rodante ferroviario.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

UNE-EN 286-4:1995. Recipientes a presión simples, no sometidos a llama, diseñados para contener aire o nitrógeno. Parte 4: Recipientes a presión de aleaciones de aluminio para los equipos de frenado por aire y los equipos neumáticos auxiliares del material rodante ferroviario.

UNE-EN 12663-1:2011+A1:2015. Aplicaciones ferroviarias. Requisitos estructurales de las cajas de los vehículos ferroviarios. Parte 1: Locomotoras y material rodante de viajeros (y método alternativo para vagones de mercancías).

UNE-EN 12663-1:2018. Equipamiento para trabajos temporales de obra. Redes de seguridad. Parte 1: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.

UNE-EN 13231-2. Aplicaciones ferroviarias. Vía. Recepción de trabajos. Parte 2: Recepción de carriles reperfilados en vía plena, aparatos de vía y dispositivos de expansión.

UNE EN 13272. Aplicaciones ferroviarias. Alumbrado eléctrico para el material rodante de sistemas de transporte público.

UNE-EN 13715:2021. Aplicaciones ferroviarias. Ejes montados y bogíes. Ruedas. Perfil de rodadura. Perfil ORE S-1002.

UNE-EN 14033-1: 2018. Aplicaciones ferroviarias. Vía. Máquinas para la construcción y el mantenimiento que se desplazan exclusivamente sobre carriles. Parte 1: Requisitos técnicos para la circulación.

UNE-EN 14033-2: 2018. Aplicaciones ferroviarias. Vía. Máquinas para la construcción y el mantenimiento que se desplazan exclusivamente sobre carriles. Parte 2: Requisitos técnicos para el desplazamiento y el trabajo.

UNE-EN 14033-3: 2018. Aplicaciones ferroviarias. Vía. Máquinas para la construcción y el mantenimiento que se desplazan exclusivamente sobre carriles. Parte 3: Requisitos generales de seguridad.

UNE-EN 14033-4: 2019. Aplicaciones ferroviarias. Vía. Máquinas para la construcción y el mantenimiento que se desplazan exclusivamente sobre carriles. Parte 4: Requisitos técnicos para la circulación, el desplazamiento y el trabajo en el ferrocarril urbano.

UNE-EN 14363: 2017+A1:2019. Aplicaciones ferroviarias. Ensayos y simulaciones para la aceptación de las características dinámicas de los vehículos ferroviarios. Comportamiento dinámico y ensayos estáticos.

UNE-EN 14531-2:2016. Aplicaciones ferroviarias. Métodos para el cálculo de las distancias de frenado de parada y desaceleración e inmovilización. Parte 2: Cálculos paso a paso para composiciones de tren o vehículos aislados.

UNE-EN 15016. Dibujos técnicos. Aplicaciones ferroviarias.

UNE-EN 15085. Aplicaciones ferroviarias. Soldeo de vehículos y de componentes ferroviarios.

UNE-EN 15355:2019+A1:2023. Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Válvulas de distribuidor y dispositivos de aislamiento del distribuidor.

UNE-EN 15611:2020. Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Válvulas relé.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

UNE-EN 16729-2:2020. Aplicaciones ferroviarias. Infraestructura. Ensayos no destructivos en carriles de vía. Parte 2: Inspección por corriente de Foucault de los carriles de vía.

UNE-EN 45502-2-1: 2005. Productos sanitarios implantables activos. Parte 2-1: Requisitos particulares para los dispositivos médicos implantables activos previstos para el tratamiento de la bradiarritmia (marcapasos cardíaco).

UNE-EN 45545-1 a 6: Aplicaciones ferroviarias. Protección contra el fuego de vehículos ferroviarios.

UNE-EN 50121-3-1: 2017/a1:2019. Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 3-1: Material rodante. Tren y vehículo completo.

UNE-EN 50121-3-2: 2017/a1:2019. Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 3-2: Material rodante. Aparatos.

UNE-EN 50126-1:2018. Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Procesos RAMS genéricos.

UNE-EN 50126-2: 2018. Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 2: Aproximación sistemática para la seguridad.

UNE-EN 50128:2012/A2:2021. Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.

UNE-EN 50129:2020. Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.

UNE-EN 50155:2018. Aplicaciones ferroviarias. Equipos electrónicos utilizados sobre material rodante.

UNE-EN 50355:2013. Aplicaciones ferroviarias. Cables con comportamiento especial frente al fuego para material rodante ferroviario. Aislamiento delgado y de espesor normalizado. Guía de uso.

UNE-EN 50500:2009/A1:2015. Procedimientos de medida de los niveles de campos magnéticos generados por aparatos eléctricos y electrónicos en el entorno ferroviario en relación a la exposición humana.

UNE-EN 60300-3-3:2017. Gestión de la confiabilidad. Parte 3-3: Guía de aplicación. Cálculo del coste del ciclo de vida.

UNE-EN 61373:2011 CORR 1:2011. Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Ensayos de choque y vibración.

UNE-EN 62402:2019. Gestión de la obsolescencia.

UNE-EN IEC 62485. De 1 a 6: Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías.

UNE-EN 62625. Material electrónico ferroviario. Sistema a bordo de registro de datos de conducción.

UNE-EN IEC 62928: 2018. Aplicaciones ferroviarias. Equipo de material rodante. Baterías de propulsión de iones de litio de a bordo.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

UNE-EN ISO 8501-1:2008. Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores. (ISO 8501-1:2007).

UNE-EN ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015).

UNE-EN ISO 11688-1:2010. Acústica. Práctica recomendada para el diseño de máquinas y equipos de bajo nivel de ruido. Parte 1: Planificación. (ISO/TR 11688-1:1995).

UNE-ISO 30301: 2019. Información y documentación. Sistemas de gestión para los documentos. Requisitos.

UNE-EN ISO 80000. Magnitudes y unidades.

UNE-CEN/TR 15545:2009 IN. Guía para la utilización de la Norma EN 545.

UNE-CLC/TS 50238-2. Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad entre el material rodante y los sistemas de detección de trenes. Parte 2: Compatibilidad con los circuitos de vía (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en agosto de 2020.)

Normas UIC

UIC 54. Perfil del carril 54E1.

UIC 60. Carril 60E1

UIC 510. Equipos remolcados: Ruedas y ejes - Condiciones relativas al uso de ruedas de diferentes diámetros.

UIC 512. Material rodante - Condiciones que deben respetarse en relación con el funcionamiento de los circuitos de vía.

UIC 540. Frenos - Frenos de aire comprimido.

UIC 541. Frenos - Cilindros/unidades de freno de aire - Condiciones generales de certificación y uso.

UIC 542. Frenos - Especificación técnica para el suministro de zapatas de freno de fundición fosforada para equipos motorizados y remolcados.

UIC 543. Freno: requisitos relacionados con el equipamiento del equipo remolcado.

UIC 544. Frenos - Rendimiento de Frenado.

UIC 545. Freno - Inscripciones, marcas y señales.

UIC 546. Freno. Requisitos relativos a la construcción de los distintos componentes del freno.

	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.	Rfº SA: 14849034 Fecha: 9-ene.-25
--	---	--

UIC 547. Freno - Frenos de aire comprimido - Programa de prueba estándar.

UIC 615-1. Unidades tractoras - Bogíes y tren de rodaje - Condiciones generales aplicables a los Componentes.

UIC 812-3. Ruedas monobloque para material rodante de motor y remolcado – Tolerancias.

UIC 832. Especificación técnica para el suministro de zapatas de freno de fundición fosforada para equipos motorizados y remolcados.

UIC 860/6. Normas contables para el tráfico internacional de pasajeros.

Otras Normativas

ISO 8573-1: 2010. Aire comprimido. Parte 1: Contaminantes y clases de pureza.

Norma francesa. NF F03-402. Profil théorique de roulement.

Norma francesa. NF F 11-100:2005. Matériel Ferroviaire Roulant - Qualité de l'Air Comprimé pour l'Utilisation d'Appareils et de Circuits Pneumatiques.

383-1974 - IEEE Standard for Type Test of Class Ie Electric Cables, Field Splices, and Connections for Nuclear Power Generating Stations



Transports Metropolitans
de **Barcelona**

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICIÓN
DE UN VFC PARA LAS LINEAS DEL FERROCARRIL
METROPOLITÀ DE BARCELONA S.A.

Rfª SA: 14849034

Fecha: 9-ene.-25