

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

**SUMINISTRO DE 24 UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL
AUXILIAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LÍNEA AÉREA Y
LA INFRAESTRUCTURA EN LA RED DE METRO DE
MADRID**



ÍNDICE

1. OBJETO	17
2. ALCANCE	17
3. NORMAS Y DISPOSICIONES LEGALES REQUERIDAS	18
3.1 NORMAS ESPECÍFICAS DE ESTE PLIEGO	19
3.2 NORMATIVA LEGAL APLICABLE.....	19
3.3 NORMATIVA INTERNA APLICABLE	22
3.4 CONDICIONES GENERALES EXIGIDAS PARA EL CUMPLIMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE	23
4. PLAN DE CALIDAD	23
5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	24
6. CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE METRO	26
6.1 CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERESTRUCTURA DE VÍA	26
6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA AÉREA.....	30
6.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES. GÁLIBO	30
6.2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES. SISTEMA DE ELECTRIFICACIÓN.....	30
6.2.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	31
7. USO PRINCIPAL PREVISTO	39
7.1 OBJETO Y ALCANCE DEL APARTADO.....	39
7.2 VIDA ÚTIL	39
7.3 USO GENERAL.....	39
7.4 ACTUACIONES PARTICULARES DE LAS UNIDADES PARA MANTENIMIENTO DE LÍNEA AÉREA	40
7.4.1 REVISIÓN DE HILO DE CONTACTO Y ESTADO GENERAL DE LA CATENARIA	40
7.4.2 REVISIÓN DE FRONTERAS ELÉCTRICAS	41
7.4.3 REPARACIÓN O SUSTITUCIÓN PROGRAMADA DE ELEMENTO O TRAMO DE CONDUCTOR	41
7.4.4 REVISIÓN Y REPARACIÓN DE DEFECTO DETECTADO	42

7.4.5	REPARACIÓN POR INCIDENCIA EN HORARIO DE SERVICIO DE VIAJEROS..	43
7.5	ACTUACIONES PARTICULARES DE LAS UNIDADES PARA MANTENIMIENTO DE VÍA	44
7.5.1	MANTENIMIENTO DE ENGRASE DE CARRIL	44
7.5.2	AUSCULTACIÓN ULTRASÓNICA DE CARRIL.	46
7.5.3	CORRECTIVOS DE INCIDENCIAS	48
7.5.4	TRANSPORTE DE CARRIL 18 M	49
8.	ACTIVIDADES DE SEGURIDAD	51
8.1	ANÁLISIS DE RIESGOS, MEDIDAS MITIGADORAS Y OPERATIVIDAD.....	52
8.2	PLAN DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD.....	53
8.3	PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS	53
8.4	ENTIDAD DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD.....	54
8.4.1	CONTRATACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA DE LA ENTIDAD DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD	58
9.	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES DE LAS UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR	60
9.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS UNIDADES.....	60
9.1.1	UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR TIPO I	60
9.1.2	UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR TIPO II	61
9.1.3	UNIDAD DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR TIPO III	61
9.2	GÁLIBO.....	62
9.2.1	GENERALIDADES	62
9.2.2	DEMOSTRACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITO DE GÁLIBO EN FASE DE OFERTA.....	63
9.2.2.1	Generalidades	63
9.2.2.2	Método 1. Cumplimiento de condiciones dimensionales	63
9.2.2.3	Método 2. En base al gálibo de la infraestructura	64
9.3	VELOCIDADES	64
9.3.1	VELOCIDAD EN CIRCULACIÓN	64
9.3.2	VELOCIDAD DURANTE EL TRABAJO.....	64
9.4	DECELERACIONES	64

9.5	ADHERENCIA	65
9.6	PESO Y CARGA POR EJE.....	65
9.7	CONDICIONES DE UTILIZACIÓN ATMOSFÉRICAS Y AMBIENTALES	65
9.8	CONDICIONES DE ACOPLAMIENTO	67
9.8.1	GENERALIDADES	67
9.8.2	ACOPLAMIENTO DE SOCORRO	67
9.8.2.1	Acoplamiento mediante gancho automático	68
9.8.2.2	Acoplamiento mediante barrón.....	70
9.9	MANIOBRAS Y LEVANTE EN TALLERES O EN CASO DE DESCARRILAMIENTO....	71
9.10	MANTENIMIENTO.....	71
10.	BASTIDOR Y CAJA	72
10.1	BASTIDOR.....	72
10.1.1	ESTRUCTURA DEL BASTIDOR.....	72
10.1.2	ACOPLAMIENTOS, ENGANCHES Y TOPES.....	72
10.1.2.1	Enganches automáticos	72
10.1.2.2	Topes y remolque mediante barrón	73
10.2	ESTRUCTURA DE CAJA	73
10.3	CABINAS.....	73
10.3.1	GENERALIDADES	73
10.3.2	DIMENSIONES	74
10.3.3	ACCESOS.....	74
10.3.4	PUERTAS.....	74
10.3.5	VENTANAS.....	75
10.3.5.1	Ventana frontal.....	75
10.3.5.2	Limpiaparabrisas	75
10.3.5.3	Ventanas laterales	76
10.3.6	CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y VENTILACIÓN	76
10.3.7	ILUMINACIÓN INTERIOR	77
10.3.8	PUPITRES DE CONDUCCIÓN	78
10.3.8.1	Características generales	78

10.3.8.2	Distribución y características de los controles e indicadores	78
10.3.9	ASIENTOS	83
10.3.9.1	Asiento del conductor	83
10.3.9.2	Asiento para acompañante	84
10.3.10	EXTINTORES	84
10.3.11	RUIDO EN CABINA	84
10.3.12	ENCHUFES	84
10.3.13	BOTIQUÍN	84
10.4	SEÑALIZACIÓN Y ALUMBRADO EXTERIOR	85
10.4.1	BOCINAS DE AVISO	85
10.4.2	FAROS Y PILOTOS	85
10.4.3	ILUMINACIÓN DE TRABAJO	86
10.4.4	“SIRENAS ÓPTICAS”	86
10.5	PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN FRENTE AL FUEGO	86
10.5.1	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	86
10.5.2	PRUEBAS DE REACCIÓN FRENTE AL FUEGO	87
10.5.3	ELEMENTOS FOTOLUMINISCENTES	88
10.6	ESTANQUEIDAD. VIERTEAGUAS	88
10.7	RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	88
10.8	RECUBRIMIENTO Y PINTURA	89
10.9	INSCRIPCIONES EXTERIORES E INTERIORES	89
10.10	DISPOSITIVOS VARIOS	90
10.10.1	CERRAJERÍA	90
10.10.2	SOPORTES DE APARATOS Y EQUIPOS	91
10.10.3	ARMARIOS DE HERRAMIENTAS	91
11.	TRACCIÓN Y FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA	91
11.1	GENERALIDADES	91
11.2	PRESTACIONES	92
11.3	SISTEMA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO DE TRACCIÓN	93

11.3.1	BATERÍAS DE TRACCIÓN	93
11.3.2	GENERADOR TRIFÁSICO ACOPLADO AL MOTOR DIÉSEL.....	94
11.3.3	ESTUDIO ENERGÉTICO	94
11.3.4	RECARGA EXTERNA	95
11.4	MOTOR DIÉSEL	95
11.4.1	REFRIGERACIÓN DEL MOTOR DIÉSEL.....	96
11.4.2	EMISIÓN DE PARTÍCULAS, GASES Y RUIDOS	96
11.4.3	TRANSMISIÓN	96
11.4.4	DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE	96
11.4.5	COMBUSTIBLE	97
11.5	EJES MOTRICES.....	97
11.6	REDUCTOR	97
11.7	ARENEROS.....	98
12.	SISTEMA DE RODADURA	98
12.1	GENERALIDADES.....	98
12.2	PARÁMETROS DE LA RODADURA.....	98
12.3	EJES MONTADOS	99
12.3.1	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.....	99
12.3.2	PRESCRIPCIONES, CALIFICACIÓN Y SUMINISTRO.....	99
12.3.3	CUERPO DE EJE.....	99
12.3.4	RUEDAS	100
12.3.5	CAJAS DE GRASA	100
12.4	DISPOSITIVO DE RETORNO DE CORRIENTE	101
12.5	SUSPENSIÓN.....	101
12.6	ENGASADORES DE PESTAÑA DE RUEDA	102
13.	EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.....	102
13.1	ASPECTOS GENERALES	102
13.2	COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	103

13.3	SEGURIDAD ELÉCTRICA	104
13.3.1	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA	104
13.4	CONFIGURACIÓN GENERAL DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.....	105
13.5	EQUIPO ELÉCTRICO DE TRACCIÓN.....	106
13.5.1	ASPECTOS GENERALES	106
13.5.2	FILTRO DE ENTRADA	106
13.5.2.1	Condensadores	107
13.5.2.2	Reactancias	107
13.5.3	CONVERTIDOR DE TRACCIÓN	108
13.5.3.1	Características generales	108
13.5.3.2	Semiconductores	108
13.5.3.3	Refrigeración.....	109
13.5.4	MOTORES.....	110
13.5.4.1	Rodamientos	110
13.5.4.2	Ventilación	111
13.5.4.3	Rotor	111
13.5.4.4	Sensores de velocidad.....	111
13.5.4.5	Sensores de temperatura	111
13.5.4.6	Datos y curvas a entregar en el proyecto de diseño.....	112
13.5.5	RESISTENCIA DE FRENO	112
13.6	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AUXILIAR	113
13.6.1	REQUISITOS GENERALES SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AUXILIAR	114
13.6.2	ENTREGABLES EN FASE DE DISEÑO ALIMENTACIÓN AUXILIAR	115
13.6.3	CONVERTIDORES AUXILIARES	115
13.6.4	BATERÍA AUXILIAR.....	117
13.7	DISPOSITIVOS DE EMERGENCIA / SITUACIONES DEGRADADAS	118
13.8	SISTEMA DE CONTROL DE LA UNIDAD.....	119
13.8.1	PROTECCIONES DEL SISTEMA DE TRACCIÓN, SUMINISTRO DE ENERGÍA Y CONVERTIDORES DE AUXILIARES.....	119
13.8.2	CONTROL DEL FRENO ELÉCTRICO	120
13.8.3	PROTECCIÓN CONTRA EL DESLIZAMIENTO Y PATINAJE DE LAS RUEDAS	120
13.9	FAROS Y PILOTOS	121

13.10 ALUMBRADO INTERIOR DE CABINA	121
13.11 ALUMBRADO DE TRABAJO.....	121
13.12 ENCHUFES EXTERIORES.....	121
13.13 AVISADORES ACÚSTICOS (BOCINAS)	122
13.14 DISPOSITIVO DE HOMBRE MUERTO	122
13.15 EQUIPOS DE COMUNICACIONES	123
13.15.1 MISIÓN	123
13.15.2 ARQUITECTURA Y ELEMENTOS DEL SISTEMA	124
13.15.3 REQUISITOS FUNCIONALES	124
13.15.4 REQUISITOS DE INSTALACIÓN	126
13.16 REGISTRADOR	126
13.17 CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y VENTILACIÓN	127
13.18 MANDO DE LOS DISPOSITIVOS OPERACIONALES	127
13.19 ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPAMIENTOS INFORMÁTICOS	127
13.20 PULSADORES, RELÉS Y MAGNETOTÉRMICOS.....	128
13.21 NUMERACIÓN DEL CABLEADO	129
14. EQUIPOS NEUMÁTICOS Y DE FRENO.....	129
14.1 EQUIPO DE FRENO. GENERALIDADES	129
14.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS FRENOS	130
14.3 FRENO CONTINUO Y AUTOMÁTICO UIC	130
14.4 FRENO DIRECTO.....	131
14.5 FRENO DE ESTACIONAMIENTO	132
14.6 FRENO DE EMERGENCIA	132
14.7 FRENO ELECTRODINÁMICO.....	132
14.8 COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LOS FRENOS.....	133
14.9 EQUIPO NEUMÁTICO. GENERALIDADES	133
14.10 ALMACENAMIENTO Y PRODUCCIÓN DE AIRE.....	134
14.10.1 DEPÓSITOS DE AIRE	134

14.10.2 COMPRESORES	134
14.10.2.1 Motor de compresor neumático	135
14.10.3 REGULACIÓN Y PROTECCIÓN	135
14.10.4 TRANSDUCTORES Y PRESOSTATOS.....	136
15. EQUIPOS HIDRÁULICOS	136
15.1 ASPECTOS GENERALES	136
15.1.1SISTEMAS AUXILIARES.....	137
15.2 BOMBAS HIDRÁULICAS.....	137
15.3 MOTORES HIDRÁULICOS.....	137
16. EQUIPAMIENTO DE TRABAJO	137
16.1 EQUIPAMIENTO DE TRABAJO DE VEHÍCULOS DE LÍNEA AÉREA.....	137
16.1.1PLATAFORMA AÉREA DE TRABAJO	137
16.1.1.1 Generalidades	137
16.1.1.2 Normativa	138
16.1.1.3 Dimensiones.....	138
16.1.1.4 Capacidad de carga	139
16.1.1.5 Traslación	139
16.1.1.6 Alcance o área de trabajo	140
16.1.1.7 Equipamiento.....	145
16.1.1.8 Mando.....	146
16.1.1.9 Configuración de circulación.....	146
16.1.2PORTABOBINAS.....	147
16.1.2.1 Dispositivo de guiado de hilo/cable.....	148
16.1.3PANTÓGRAFOS DE MEDIDA.....	148
16.1.3.1 Cámaras en pantógrafos de medida	150
16.1.4SISTEMA DE ALMACENAJE Y TRANSPORTE DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES	151
16.1.4.1 Generalidades	151
16.1.4.2 Herramienta accesible desde plataforma aérea.....	151
16.1.4.3 Herramienta accesible desde plataforma de vía	152
16.1.4.4 Herramienta accesible desde cabina	153
16.1.4.5 Otros materiales	153
16.2 EQUIPAMIENTO DE TRABAJO DE VEHÍCULOS DE VÍA	154
16.2.1PLATAFORMA DE CARGA CON POLIPASTO	154

16.2.2GRÚA	155
16.3 CÁMARAS DE VISUALIZACIÓN.....	155
17. LUBRICANTES Y ACEITES	156
18. SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO DE TALLER O UTILLAJE	156
19. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	156
19.1 NORMATIVA DE REFERENCIA.....	156
19.2 CORRESPONDENCIA Y GESTIÓN DE DOCUMENTACIÓN	157
19.3 REQUISITOS GENERALES	158
19.4 SOPORTE, FORMATOS Y CARACTERÍSTICAS.....	159
19.5 DETALLE DE LOS PLANOS Y LA DOCUMENTACIÓN	161
19.5.1DETALLE DE LOS PLANOS	161
19.5.2DOCUMENTACIÓN DE COMPONENTES Y EQUIPOS	161
19.6 PROPIEDAD Y UTILIZACIÓN DE LOS PLANOS, DOCUMENTACIÓN Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS	162
19.7 PROYECTO DEFINITIVO	163
19.8 CARPETAS DE CONSTRUCCIÓN.....	164
19.9 DOCUMENTACIÓN PARA EL MANEJO Y MANTENIMIENTO DE USUARIO Y PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE 1º Y 2º NIVEL (TALLER)	165
19.9.1DOCUMENTACIÓN DESCRIPTIVA DE LA UNIDAD Y EQUIPOS	165
19.9.2PLAN DE MANTENIMIENTO	165
19.9.3NORMAS DE MANEJO Y MANTENIMIENTO DE USUARIO	166
19.9.4NORMAS DE MANTENIMIENTO	166
19.10 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN PARA EL SOCORRO	167
19.11 NORMATIVA APLICABLE	167
19.12 CERTIFICADOS	167
20. CONDICIONES DE ENTREGA DE LAS UNIDADES	168
21. SEGUIMIENTO DE LA FABRICACIÓN	168
21.1 INFORMACIÓN PERIÓDICA DEL ESTADO DE LOS TRABAJOS.....	168
21.2 ACCESO A LOS LUGARES DE CONSTRUCCIÓN	168

21.3	VIGENCIA DE MATERIALES	169
21.4	LABORATORIOS HOMOLOGADOS	169
21.5	DAÑOS DURANTE LA FABRICACIÓN	169
21.6	CONTRATACIÓN DE UNA ENTIDAD INSPECTORA.....	170
21.6.1	DE NATURALEZA GENERAL	170
21.6.2	DE NATURALEZA ESPECÍFICA	170
21.6.3	GESTIÓN DOCUMENTAL	171
21.6.4	PROCEDIMIENTOS.....	172
21.6.5	HOMOLOGACIONES	172
22.	PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE LAS UNIDADES Y EQUIPOS.....	173
22.1	GENERALIDADES.....	173
22.1.1	GESTIÓN DE LA VERIFICACIÓN Y PRUEBAS	174
22.1.2	PLAN DE VERIFICACIÓN Y PRUEBAS.....	175
22.1.3	PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN Y PRUEBAS.....	176
22.2	PRUEBAS DE EQUIPOS Y MATERIALES.....	176
22.2.1	CONCEPTOS GENERALES.....	176
22.2.2	RECEPCIÓN DE PRIMEROS EQUIPOS EN LAS FACTORÍAS DEL FABRICANTE 178	
22.2.3	PANTÓGRAFO DE MEDIDA.....	179
22.2.4	DISYUNTOR / CONTACTORES – ENLACE DC.....	179
22.2.5	PARARRAYOS.....	179
22.2.6	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA	179
22.2.7	REACTANCIAS.....	179
22.2.8	CONVERTIDOR DE TRACCIÓN	179
22.2.9	BATERÍA DE TRACCIÓN.....	179
22.2.10	MOTORES ELÉCTRICOS DE TRACCIÓN	180
22.2.11	RESISTENCIA DE FRENO	180
22.2.12	ELECTRÓNICA DE CONTROL, SISTEMAS INFORMÁTICOS Y COMUNICACIONES.....	180

22.2.13	DISPOSITIVOS PARA LA TRANSMISIÓN DE ÓRDENES DE MARCHA Y FRENO	
	181	
22.2.14	CONVERTIDORES, FUENTES DE ALIMENTACIÓN, ARRANCADORES, ETC.	
	181	
22.2.15	BATERÍAS AUXILIARES	182
22.2.16	FRENO, EQUIPOS NEUMÁTICOS Y PRODUCCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO	
	183	
22.2.17	ACOPLAMIENTOS SCHARFENBERG DE GÁLIBO ESTRECHO Y ADAPTADORES	184
22.2.18	MOTOR DIÉSEL-GENERADOR	185
22.3	PRUEBAS DE SISTEMA.....	185
22.4	VIGILANCIA Y COMPROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	186
22.5	PRUEBAS A UNIDAD MONTADA Y RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	186
22.5.1	PRUEBAS EN FACTORÍA.....	186
22.5.2	PRUEBAS EN METRO – RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	187
22.5.3	CONTENIDO DE LAS PRUEBAS.....	187
22.6	PRUEBAS DE ACOPLABILIDAD – RESCATE DE SOCORRO	191
22.6.1	PRUEBAS DE ACOPLABILIDAD CON OTROS VEHÍCULOS DE METRO:	191
22.6.2	PRUEBAS DE ACOPLABILIDAD ENTRE UNIDADES OBJETO DE ESTE PPT: .	191
23.	GARANTÍA.....	192
23.1	OBJETO.....	192
23.2	OBLIGACIONES DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LAS UNIDADES CUBIERTO POR LA GARANTÍA	192
23.3	REFORMAS Y MODIFICACIONES EN LAS UNIDADES	193
23.4	GARANTÍA DE LOS SUMINISTROS DISTINTOS A LAS UNIDADES ENTREGADAS	194
23.5	RELACIONES CON PROVEEDORES A EFECTOS DE LA GARANTÍA	194
24.	FORMACIÓN	194
24.1	GENERALIDADES Y PLAN DE FORMACIÓN	194
24.2	FORMACIÓN INICIAL.....	196

24.3 FORMACIÓN PARA EL MANEJO Y MANTENIMIENTO DE USUARIO.....	197
24.3.1OBJETIVO.....	197
24.3.2Nº DE ASISTENTES Y GRUPOS, Y DURACIÓN MÍNIMA	197
24.3.3REQUISITO PREVIO DE HABILITACIÓN PARA CONDUCIR DE LOS FORMADORES	197
24.3.4CONTENIDO MÍNIMO.....	197
24.3.4.1 Descripción general de la unidad.....	197
24.3.4.2 Portabobinas de tipo II-A	197
24.3.4.3 Pantógrafos de medida de unidades de tipo I-A	197
24.3.4.4 Plataforma aérea de personal de unidades de tipo I-A y de tipo II-A	198
24.3.4.5 Grúa de unidades de tipo I-B	198
24.3.4.6 Unidades de tipo II-B y III.....	198
24.3.4.7 Preparación para el trabajo	198
24.3.4.8 Resolución de averías en línea.....	198
24.3.4.9 Necesidad de rescate	198
24.3.5ACEPTACIÓN DEL SERVICIO.....	198
24.4 FORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO BÁSICO POR PARTE DE LOS TALLERES DE METRO	199
24.4.1OBJETIVO.....	199
24.4.2Nº DE ASISTENTES Y GRUPOS, Y DURACIÓN MÍNIMA	199
24.4.3ACEPTACIÓN DEL SERVICIO.....	199
24.5 FORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO AVANZADO POR PARTE DE LOS TALLERES DE METRO	199
24.5.1MANTENIMIENTO DE 1º NIVEL	199
24.5.1.1 Objetivo.....	199
24.5.1.2 Contenido y duración mínima.....	199
24.5.1.3 Aceptación del servicio	201
24.5.2MANTENIMIENTO DE 2º NIVEL	201
24.5.2.1 Objetivo.....	201
24.5.2.2 Contenido y duración mínima.....	201
24.5.2.3 Aceptación del servicio	201
25. SOPORTE TÉCNICO	201
25.1 GENERALIDADES.....	201
25.2 CONDICIONES MÍNIMAS DEL SOPORTE TÉCNICO	202

25.3	MEDIOS TÉCNICOS.....	202
25.4	MEDIOS HUMANOS	203
25.5	GESTIÓN DE RESIDUOS	203
25.6	MANIPULACIÓN DE LAS UNIDADES POR PARTE DEL CONTRATISTA	203
26.	REPUESTOS	204
26.1	INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS	204
26.2	CATÁLOGO COMPLETO DE REPUESTOS	204
26.3	SUMINISTRO DE REPUESTOS FUNGIBLES E INMOVILIZADOS EN STOCK	204
26.3.1	OBJETO	204
26.3.2	DETERMINACIÓN DE REPUESTOS EN STOCK	205
26.3.3	MOMENTO DE ENTREGA Y RECEPCIÓN	206
26.3.4	LUGAR DE ENTREGA Y RECEPCIÓN	206
26.3.5	RECEPCIÓN	206
26.4	POLÍTICA DE REPUESTOS Y GESTIÓN DE LA OBSOLESCENCIA	206
27.	PLANIFICACIÓN	207
27.1	PLAN DE CALIDAD, PLAN DE VERIFICACIÓN Y PRUEBAS, CONTRATACIÓN DE LA ENTIDAD DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD, PROGRAMACIÓN Y SEGUIMIENTO	208
27.2	SUMINISTRO DE LAS UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR.....	208
27.2.1	DISEÑO, FABRICACIÓN, DOCUMENTACIÓN, PUESTA A PUNTO Y ENSAYOS EN FACTORÍA.....	208
27.2.1.1	Aprobación del proyecto constructivo	208
27.2.1.2	Recepción equipos principales.....	209
27.2.1.3	Aprobación de documentación.....	209
27.2.2	ENTREGA EN DESTINO	210
27.2.3	RECEPCIÓN PROVISIONAL	210
27.2.4	GARANTÍA	211
27.3	REPUESTOS.....	211
27.3.1	SUMINISTRO DE REPUESTOS FUNGIBLES E INMOVILIZADOS EN STOCK .	211
27.3.1.1	Lista de repuestos en stock.....	211
27.3.1.2	Repuestos.....	211

27.4	SERVICIO DE SOPORTE TÉCNICO	212
27.5	FORMACIÓN.....	212
27.5.1	PLAN DE FORMACIÓN	212
27.5.2	FORMACIÓN PARA EL MANEJO Y MANTENIMIENTO DE USUARIO	212
27.5.3	FORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO BÁSICO POR PARTE DE LOS TALLERES DE METRO.....	212
27.5.4	FORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO AVANZADO POR PARTE DE LOS TALLERES DE METRO.....	212
27.6	RECEPCIÓN DEFINITIVA	213

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Términos, abreviaturas y definiciones.....	24
Tabla 2: Datos de vía principal	26
Tabla 3: Datos de vía secundaria.....	28
Tabla 4: Ancho nominal de vía en curva	29
Tabla 5: Distancias carril-contracarril en curva	29
Tabla 6: Alturas y zigzag del hilo de trabajo de la red de METRO.....	30
Tabla 7: Principales distancias elementos línea aérea en exterior gálibo ancho - Vía Principal.	33
Tabla 8: Principales distancias elementos de línea aérea en exterior gálibo ancho - Vía Secundaria	34
Tabla 9: Parámetros de uso, para revisión de hilo de contacto y estado general de catenaria .	40
Tabla 10: Parámetros de uso, para revisión de fronteras eléctricas.....	41
Tabla 11: Parámetros de uso, para reparación/sustitución programada de elemento o tramo de conductor	42
Tabla 12: Parámetros de uso, para revisión y reparación de defecto detectado	42
Tabla 13: Parámetros de uso, para reparación por incidencia en horario de servicio de viajeros (I)	43
Tabla 14: Parámetros de uso, para reparación por incidencia en horario de servicio de viajeros (II)	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Catenaria CR 140-160	32
Figura 2: Distancias correspondientes al atirantado	33
Figura 3: Pórticos funiculares en vías secundarias	34
Figura 4: Disposición alimentaciones de catenaria en túnel	37
Figura 5: Situación general. Área de trabajo mínima requerida por lado y restricciones	142
Figura 6: Situación en espacios limitados. Área de trabajo mínima requerida por lado y restricciones	144
Figura 7: Marcas y divisiones de la regla	149
Figura 8: Polipasto	154
Figura 9: Grúa	155

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS:

Foto 1: L10 zona Casa de Campo	31
Foto 2: Vía Secundaria (pórticos funiculares)	35
Foto 3: Vía Secundaria (pórticos funiculares)	35
Foto 4: Vía Secundaria (pórticos funiculares)	35
Foto 5: Vía Secundaria (pórticos funiculares)	36
Foto 6: Vía Secundaria (pórticos funiculares)	36
Foto 7: Vía Secundaria (pórticos funiculares) Acceso a zona de entrevía en túnel	36
Foto 8: Elementos de línea aérea en túnel	38
Foto 9: Elementos de línea aérea en túnel	38
Foto 10: Regla para comprobar el descentramiento de hilo de contacto instalada en vehículos de METRO	149
Foto 11: Herramientas accesibles desde la plataforma elevadora	152
Foto 12: Herramientas accesibles desde la plataforma de vía	153

LISTADO DE ANEXOS

1. Plano Gálibo estático en alineación recta (Plano n.º 13794)
2. Perfil rodadura (Plano n.º 18610)
3. Plano Gancho gálibo estrecho tipo 35 plano 36471
4. Plano Gancho gálibo estrecho tipo 35 plano 36571
5. IG-08 Manipulación Manual de Cargas REV 1
6. NOP-02_Habilitación de conductores de empresas externas Rev3 (marzo 2023)
7. NOP-08_Utilización barrones para remolcar vehículos
8. Información para empresas externas: identificación general de peligros y acciones preventivas en los lugares de trabajo de Metro de Madrid (Rev. junio 2023)
9. Plano del pantógrafo de coches 2000 – referencia 32498
10. Plano del pantógrafo de coches 5000 – referencia 27618

1. OBJETO

Adquisición de 24 (VENTICUATRO) unidades de Material Móvil Auxiliar, de tracción híbrida diésel - eléctrica así como remolcadas, para el mantenimiento de la línea aérea y la infraestructura (en adelante, unidades), en la red de Metro de Madrid (en adelante, METRO):

- Tipo I:
 - I-A: 10 (DIEZ) unidades de Material Móvil Auxiliar de tracción híbrida diésel – eléctrica para el mantenimiento de la línea aérea
 - I-B: 4 (CUATRO) unidades de Material Móvil Auxiliar de tracción híbrida diésel – eléctrica con plataforma de carga con polipasto para el mantenimiento de la infraestructura
 - I-C: 2 (DOS) unidades de Material Móvil Auxiliar de tracción híbrida diésel – eléctrica con grúa para el mantenimiento de la infraestructura
- Tipo II:
 - II-A: 4 (CUATRO) unidades de Material Móvil Auxiliar remolcadas para el mantenimiento de la línea aérea
 - II-B: 3 (TRES) unidades de Material Móvil Auxiliar remolcadas para el mantenimiento de la infraestructura
- Tipo III:
 - 1 (UNA) unidad de Material Móvil Auxiliar Portacarril para el mantenimiento de la infraestructura

2. ALCANCE

El alcance del presente Pliego de Prescripciones Técnicas (en adelante, PPT) es exponer las especificaciones técnicas que han de ser tenidas en cuenta en el diseño, fabricación, suministro, pruebas de recepción y puesta en servicio de las unidades, así como los siguientes bienes y servicios asociados, para garantizar la eficacia y eficiencia del servicio prestado y la integración en la explotación:

- Repuestos.
- Documentación.
- Formación.

Dichas unidades estarán destinadas a circular, desplazarse y trabajar en las vías principales y secundarias de la red de metro pesado de METRO. En adelante, cuando se haga referencia a la red de METRO, se referirá a dicha red de Metro pesado, no incluyéndose la red de metro ligero o línea de Metro Ligero 1 (ML1) que también opera actualmente la compañía METRO.

Su diseño permitirá el traslado hasta las zonas de trabajo lo más ágilmente posible, así como la ejecución, rápida y eficaz, de los trabajos que le sean encomendados, en las condiciones adecuadas de seguridad y salud para sus operadores y la infraestructura de METRO, con unos mínimos costes de mantenimiento de máquina.

Tras la adjudicación, todas aquellas modificaciones que hubieran sido aceptadas se recogerán en un documento que formará parte constitutiva del Contrato, y tendrán por tanto carácter vinculante.

En cualquier caso, las soluciones adoptadas no podrán generar problemas en la funcionalidad de las unidades ni causar riesgos en la infraestructura, los usuarios y/o los mantenedores.

METRO pretende adquirir el conjunto completo de unidades y no equipos o aparatos sueltos, por lo que cada unidad debe plantearse como un conjunto integrado, homogéneo y funcional, a lo largo de su ciclo de vida.

Cualquier tipo de variación en las características técnicas de las unidades respecto a lo indicado en este PPT deberá contar con la aprobación expresa de METRO.

3. NORMAS Y DISPOSICIONES LEGALES REQUERIDAS

El Proyecto deberá reunir todos los requisitos expuestos en este Pliego y sus Anexos, tanto en las condiciones técnicas y funcionales de las unidades, sus equipos y repuestos, como en los requerimientos relativos a documentación, formación, garantía y gestión de Proyecto. El diseño de las unidades, sus equipos y circuitos deberán cumplir las normas requeridas en este Pliego, en su edición vigente a la fecha de firma del Contrato, salvo cuando se especifique una edición concreta. También serán aplicables cualquier normativa ferroviaria internacional, y normas, directivas o decretos de ámbito local de obligado cumplimiento vigentes en la fecha de firma del Contrato. En caso de conflicto entre normativas, se respetará la norma más restrictiva. Todas las prescripciones y especificaciones técnicas que se formulen en el presente Pliego por referencia a cualesquiera de las tipologías normativas recogidas por el artículo 60.3 b) de la Directiva 2014/25/UE, de 26 de febrero, habrán de entenderse hechas también a sus equivalentes, correspondiendo al licitador acreditar dicha equivalencia en la forma establecida en el artículo 60.5 de la mencionada Directiva.

En caso de que el Oferente utilice normas diferentes a las especificadas en el presente pliego, deberá justificar cada caso concreto mediante:

- **Evaluación de Riesgos:** Se debe realizar un análisis detallado para garantizar que la máquina cumple con los requisitos funcionales y de seguridad ferroviaria específicos.

- **Justificación de la integración de equipos/sistemas en vehículos de diseño no estándar**, que no estén sujetos a las mismas exigencias de interoperabilidad que los trenes de alta velocidad o los principales corredores ferroviarios.
- **Ensayos adicionales**: Las máquinas deben someterse a pruebas específicas para asegurar que cumplen con las condiciones dinámicas y ambientales del entorno ferroviario.
- **Realización de evaluaciones exhaustivas** que garanticen que se cumplen los principios de diseño y condiciones de las normas establecidas.

Cuando en algunas disposiciones legales se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

3.1 NORMAS ESPECÍFICAS DE ESTE PLIEGO

Además de la legislación aplicable (ver apartado 3.2), las unidades deberán cumplir la siguiente normativa principal, así como la especificada en cada uno de los apartados que forman este PPT:

- **UNE-EN 14033** (todas sus partes) (o su equivalente) para categorías 6 y 7 salvo aquellos requisitos del presente PPT que sean contrarios o incompatibles, considerando las características de la infraestructura de la red definidas en el apartado 6.
- **UNE-EN 62864-1** (o su equivalente) para vehículos híbridos (motor diésel y batería de tracción).
- **UNE-EN 280** (o su equivalente)
- **UNE-EN 12999** (o su equivalente)
- Normativa interna aplicable (ver apartado 3.3).
- Condiciones generales exigidas para el cumplimiento en materia de medio ambiente (ver apartado 3.4).

Para las normas IEC referenciadas dentro de las normas indicadas en este PPT, se usará preferentemente su norma UNE-EN equivalente.

Para las normas de referencia, cuando en éstas aparece fecha, sólo se aplica la edición citada, y para referencia sin fecha se aplica la última edición (incluida cualquier modificación de esta).

3.2 NORMATIVA LEGAL APLICABLE

El CONTRATISTA deberá tener en cuenta todas las leyes vigentes aplicables al objeto del contrato.

Sin ánimo de ser exhaustivo, a continuación, se listan normas legales que deberán tener en consideración, junto con sus posteriores modificaciones:

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- 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 487/1997 de 14 de abril, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- 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.
- ORDEN de 7 de diciembre de 2001 por la que se modifica el anexo I 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.
- 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 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Real Decreto 1311/2005 de 4 de noviembre, 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.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos (transposición al derecho español de la Directiva 2006/66/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativa a las pilas

y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores y por la que se deroga la Directiva 91/157/CEE).

- 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).
- Reglamento (UE) 2023/1230, de 14 de junio de 2023, relativo a las máquinas.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida. Estas unidades de medida se deberán utilizar en el objeto de este pliego, incluyendo, claro está, todos los planos y documentación técnica.
- Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.
- Directiva 2014/35/UE, de 26 de febrero, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión, considerando lo indicado en el Anexo II de dicha Directiva.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos (transposición al derecho español de la 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)).
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión (transposición al derecho español de la Directiva 2014/35/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 comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión).
- Real Decreto 188/2016, de 6 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento por el que se establecen los requisitos para la comercialización, puesta en servicio y uso de equipos radioeléctricos, y se regula el procedimiento para la evaluación de la conformidad, la vigilancia del mercado y el régimen sancionador de los equipos de telecomunicación (transposición al derecho español de la Directiva 2014/53/UE del parlamento europeo y del consejo, de 16 de abril de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos radioeléctricos, y por la que se deroga la Directiva 1999/5/CE).
- Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos (transposición al derecho español de la Directiva 2013/35/UE, relativa a las disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos)).

- Reglamento (UE) 2016/1628, de 14 de septiembre, 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.
- Real Decreto 27/2021, de 19 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, y el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 427/2021, de 15 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (transposición al derecho español de la Directiva (UE) 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).
- Recomendación comunitaria 1999/519/CE, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos.
- Ley 11/2022, de 28 de junio, General de Telecomunicaciones (transpone al derecho español: la Directiva 2014/53/UE del parlamento europeo y del consejo, de 16 de abril de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos radioeléctricos, y por la que se deroga la Directiva 1999/5/CE, y la 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)).

3.3 NORMATIVA INTERNA APLICABLE

Se deben tener en cuenta las siguientes normas internas de METRO:

- IG-08 Manipulación Manual de Cargas REV 1, ver anexo.
- NIC 2013. Normativa Interna de Circulación de Metro de Madrid. Edición de 2013 con sus actualizaciones.
- Condiciones vigentes para la autorización de vehículos auxiliares propiedad de empresas contratistas publicada en www.metromadrid.es.
- NOP-02_Habilitación de conductores de empresas externas Rev3, ver anexo
- NOP-08_Utilización de barrones para remolcar vehículos, ver anexo
- Información para empresas externas: identificación general de peligros y acciones preventivas en los lugares de trabajo de Metro de Madrid (Revisión junio 2023), ver anexo.
- IG-15 TRABAJOS CON PRESENCIA DE EMISIONES DE MOTORES DIESEL EN METRO DE MADRID Rev. 4, ver anexo

3.4 CONDICIONES GENERALES EXIGIDAS PARA EL CUMPLIMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE

Con el fin de minimizar el impacto medioambiental, no sólo se tendrá en cuenta la explotación y mantenimiento de los equipos, sino también su diseño, fabricación, selección y manipulaciones de materiales, promoviendo un modelo de Economía Circular. Se considerará la afección al medio ambiente desde el origen del Proyecto, y toda solución técnica o estética será precedida de un riguroso análisis para la integración de los siguientes aspectos:

- Siempre que sea viable, se presentará la alternativa de diseño que genere menos emisiones, ruidos, vibraciones y/o radiaciones electromagnéticas; así como el menor consumo de agua y energético posible.
- Se proyectarán las instalaciones y metodologías necesarias para la correcta gestión de los residuos que se vayan a generar.
- Se proyectarán e implantarán las medidas oportunas para evitar cualquier vertido de sustancias peligrosas.
- Se cumplirá con lo establecido en el reglamento REACH de la Comunidad Europea. Deben declararse aquellos materiales que estén en la tabla “Lista de sustancias candidatas extremadamente preocupantes en procedimiento de autorización” (publicada de conformidad con el artículo 59, apartado 10, del Reglamento REACH), de manera que estén identificados y definida su ubicación en cada unidad.

4. PLAN DE CALIDAD

Lo contratado se realizará siguiendo un plan de calidad conforme a la norma UNE-EN ISO 9001 o equivalente.

El CONTRATISTA entregará a METRO dicho plan de calidad para su visto bueno, al comienzo del contrato.

Deberá quedar reflejado, en las diversas fases del proyecto, la intervención, medios, criterios, documentos, etc. de los departamentos de calidad.

El contratista entregará a METRO, el manual de calidad, los procedimientos internos establecidos, con carácter general o específico, para el adecuado seguimiento y cumplimiento de la misma, sobre todo en los aspectos de revisión de proyecto, control de modificaciones o acciones correctivas, control de rechazos, registros y revisión del sistema y aprobación de proveedores.

Asimismo, también hará entrega de todas las instrucciones de trabajo de las actividades importantes o de interés en el proceso de fabricación, montaje y aquellas otras que resulten importantes por su influencia en la explotación o mantenimiento. Para ello se establecerán programas y auditorías para constatar el cumplimiento y trazabilidad de los procesos de trabajo.

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A continuación, se desarrolla un glosario de términos que aparece a lo largo de este PPT con el objetivo de ayudar a comprender al lector terminologías utilizadas en el presente documento.

Tabla 1: Términos, abreviaturas y definiciones

Término o Acrónimo	Significado
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación. Entidad dedicada al desarrollo de la normalización y la certificación en todos los sectores industriales y de servicios.
AsBo	Risk Assessment Body Organismo de evaluación de riesgos
CCS	Componentes Críticos para la Seguridad
Configuración de circulación	Configuración de una máquina que permite su circulación en vía, con todas sus partes móviles plegadas de forma que no sobresalgan de su gálibo aplicables y con la máquina interactuando con los sistemas de señalización y control.
Configuración de desplazamiento	Configuración de una máquina que permite que se desplace por una zona de trabajo, con todas sus partes móviles plegadas (pero no fijas) de forma que no sobresalgan de su gálibo aplicable.
Configuración de trabajo	Configuración en la que se utiliza la máquina para realizar cualquiera de las tareas de trabajo para las que ha sido diseñada.
CONTRATISTA	Adjudicatario con quien ha de suscribirse el Contrato
CSS	Coordinadores de Seguridad y Salud
DeBo	Designated Body Organismo de evaluación de la conformidad - Organismo Designado.
EN	European Norm (Norma europea)
FABRICANTE o PROVEEDOR	Es quien fabrica o suministra un equipo o aparato, siendo éste diferente del Adjudicatario.
FAT	Pruebas de Recepción de Fábrica
IEC	International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)

Término o Acrónimo	Significado
ISO	International Standardization Organization (Organización Internacional de Normalización). Organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación (tanto de productos como de servicios), comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones (públicas o privadas) a nivel internacional.
Marcado CE	Marca establecida por la Comunidad Europea para testimoniar, por parte del fabricante, que su producto cumple con los mínimos requisitos legales y técnicos en materia de seguridad de los Estados miembros de la Unión Europea
MCS	Método Común de Seguridad
METRO	Metro de Madrid, S.A.
NoBo	Notified Body Organismo de evaluación de la conformidad - Organismo Notificado.
Norma Armonizada	Toda norma europea aprobada por un organismo de normalización europeo en el marco de un mandato de la Comisión y que, sola o en combinación con otras normas, constituya una solución para el cumplimiento de una disposición legal.
PCP	Pliego de condiciones particulares
PLC	Programmable Logic Controller (Controlador de Lógica Programable)
PPT	Pliego de Prescripciones Técnicas. Conjunto de documentos que define las características generales de un producto, obra, instalación servicio o software.
PRL	Prevención de Riesgos Laborales
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability and Safety (Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad)
TFA	Tubería que contiene aire, a presión regulable desde cabina, que acciona los dispositivos de freno de la unidad, obteniendo un freno continuo comandado por el operador, o provocado automáticamente por ruptura de dicha tubería (freno automático).
UIC	Unión Internacional de Ferrocarriles. Asociación mundial para la cooperación entre los principales actores del sector ferroviario internacional
UNE- ISO	Una Norma Española. Normas AENOR que son estándares europeos e internacionales.
Unidad	Formación operacional mínima que consta de una o más máquinas/vehículos.
Vías principales (o generales)	Son aquellas destinadas a la circulación de trenes con viajeros
Vías secundarias	Son todas aquellas que no son vías principales: vías de enlace entre líneas, vías de enlace entre líneas y cocheras o depósitos, saco de maniobras, cocheras y depósitos (incluyendo vías de pruebas, de estacionamiento, de mantenimiento, etc.), etc.

6. CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE METRO

Se pretende describir, de forma general, las instalaciones e infraestructura que se va a mantener con las unidades y a la vez contra la que deberá interactuar el/los pantógrafos de medida activos de las unidades y equipamiento de trabajo.

En este apartado se ha considerado sólo la red de Metro Pesado, y no la red de Metro Ligero.

La red de Metro Pesado que opera METRO, está formada por las vías principales (o generales) que son las líneas de la 1 a la 12 y el ramal, incluyendo TFM (o línea 9b) y por las vías secundarias.

Existen dos subredes en función del gálibo: gálibo estrecho (líneas de la 1 a la 5, incluido el ramal) y gálibo ancho (líneas 6 a 12). Las vías secundarias podrán ser del gálibo estrecho o gálibo ancho en función de la línea con la que enlaza.

La mayoría de la red es subterránea, pero también hay red en superficie.

La mayoría de la red es de doble vía, pero también existen túneles de vía única.

El sentido de circulación normal es por la izquierda.

La velocidad máxima comercial de los trenes de viajeros con los que podrá compartir línea es de: 110 km/h para gálibo ancho y 70 km/h para gálibo estrecho. En los siguientes apartados de facilita información de mayor detalle de la superestructura de vía y de la línea aérea. Los datos de línea aérea se deberán tener en cuenta, al menos, por el riesgo eléctrico. En caso de que el LICITADOR requiriese datos adicionales para la redacción de la oferta, éstos podrán ser solicitados a METRO. En caso que METRO no dispusiera de esos datos, se permitirá al LICITADOR el acceso a las instalaciones de la red de explotación para la obtención de los mismos, siempre previa autorización de METRO.

6.1 CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERESTRUCTURA DE VÍA

Dependiendo del gálibo de la línea, los valores nominales de los parámetros de vía para las vías principales son:

Tabla 2: Datos de vía principal

Parámetro	Dato gálibo ancho	Dato gálibo estrecho
Masa máxima por eje [t].	18	18
Radio mínimo de curva en vía principal [m]	146	60
Radio de diagonales en vía general [m]	80, 100 y 140	32, 60 ,80, 100 y 140
Radio mínimo de acuerdo vertical[m]	2.000	500

SUMINISTRO 24 DE UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LÍNEA AÉREA Y LA INFRAESTRUCTURA EN LA RED DE METRO DE MADRID

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL

Parámetro	Dato gálibo ancho	Dato gálibo estrecho
Rampa de peralte máxima nominal [mm/m]	3	3
Tangente de diagonales y “bretelles” en vía general	0,125; 0,14 y 0,2	0,125; 0,14; 0,15; 0,17; 0,2 y 0,24
Peralte máximo [mm]	150	150
Peralte máximo en aparatos de vía [mm]	0	0
Alabeo base 3 m máximo [mm]	±7,0	±7,0
Alabeo base 11 m máximo [mm]	±4,8	±4,8
Alineación valor medio a pico 3-25 m máximo [mm]	22	22
Nivelación valor medio a pico 3-25 m máximo [mm]	28	28
Gradiente máximo de peralte [mm/m]	4	4
Longitud mínima de recta entre transiciones [m]	0	0
Longitud mínima de curva circular entre transiciones [m]	0	0
Longitud mínima de curva vertical [m]	0	0
Radio mínimo de curva vertical [m]	1.000	1.000
Rampa máxima [%]	4,71	5,2
Ángulo máximo de desviación en los aparatos de vía [°]	7,96	10,92
Tipo de acuerdo horizontal	Clotoide	Aproximación a clotoide
Tipo de acuerdo vertical	Parábola	Aproximación a parábola
Ancho nominal de vía en recta [mm]	1.445	1.445
Ancho nominal de vía en curva [mm]	Ver Tabla 4	Ver Tabla 4
Tolerancia admisible de ancho de vía [mm]	-11 / +35	-11 / +35
Inclinación de carriles [-]	1/20	1/20
Inclinación de carriles en aparatos de vía [-]	0	0
Tipo de carril	UIC 54 (mayoritariamente) y UIC 60	UIC 54 (mayoritariamente) y UIC 60
Rigidez vertical estática de sistema de vía [kN/mm]	6,0 – 61,9	6,0 – 61,9

SUMINISTRO 24 DE UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LÍNEA AÉREA Y LA INFRAESTRUCTURA EN LA RED DE METRO DE MADRID

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL

Parámetro	Dato gálibo ancho	Dato gálibo estrecho
Rigidez vertical dinámica de sistema de vía [kN/mm]	7,0 – 82,4	7,0 – 82,4
Rigidez lateral estática de sistema de vía [kN/mm]	5,5 – 33,0	5,5 – 33,0
Altura nominal de los andenes sobre nivel de carriles [mm]	1.050 mm	1.020 mm
Distancia nominal del borde del andén en recta al plano vertical de simetría de la vía [mm]	1.462,5 mm	1.250 mm
Distancia mínima entre ejes de vía [mm]	3.385	2.885

Y los parámetros de vía para las vías secundarias:

Tabla 3: Datos de vía secundaria

Parámetro	Dato gálibo ancho	Dato gálibo estrecho
Masa máxima por eje en playa de vías [t]	18	18
Masa máxima por eje en vías de estacionamiento y mantenimiento [t]	18	18
Ancho nominal de vía en recta [mm]	1.445	1.445
Ancho nominal de vía en curva [mm]	Ver Tabla 4	Ver Tabla 4
Tolerancia admisible de ancho de vía [mm]	-11 / +35	-11 / +35
Radio mínimo de curva en vía secundarias [m]	45	30
Radio de diagonales o bretelles y desvíos en cocheras y playas[m]	80, 100 y 140	32, 60 ,80, 100 y 140
Tangentes de diagonales y “bretelles” en playas	0,17 y 0,2	0,125; 0,14; 0,15; 0,17; 0,2 y 0,24
Peralte máximo	150	150
Peralte máximo en depósitos y cocheras [mm]	0	0
Longitud máxima de vía de pruebas en depósito [m]	1.000	480
Longitud mínima de recta entre transiciones [m]	0	0
Longitud mínima de curva circular entre transiciones [m]	0	0
Longitud mínima de curva vertical [m]	0	0
Ángulo máximo de desviación en los aparatos de vía [°]	7, 96º	13.50º

Parámetro	Dato gálibo ancho	Dato gálibo estrecho
Tipo de acuerdo horizontal	Clotoide	Aproximación a clotoide
Tipo de acuerdo vertical	Parábola	Aproximación a parábola
Ancho nominal de vía en recta [mm]	1.445	1.445
Inclinación de carriles en plena vía [-]	1/20	1/20
Inclinación de carriles en aparatos de vía [-]	0	0
Altura de topera (punto medio) [mm]	860	527
Tipo de carril (según UNE-EN 13674-1)	UIC 60; UIC 54	UIC 60, UIC 54 y UIC45
Grado del acero del carril (según UNE-EN 13674-1)	R260	R260

En función del radio de curva, los valores nominales de ancho de vía vienen definidos en la siguiente tabla:

Tabla 4: Ancho nominal de vía en curva

Radio de curva (R) [m]	Ancho de vía [mm]
$R > 300$	1445
$250 < R \leq 300$	1450
$175 < R \leq 250$	1455
$150 < R \leq 175$	1460
$R \leq 150$	1465

Los contracarriles en plena vía se encuentran instalados mayoritariamente en curvas de pequeño radio, pero a veces están instaladas en recta. La distancia horizontal de separación entre el contracarril y el carril (entrecalle) vienen definidos en la siguiente tabla en función del radio de curva:

Tabla 5: Distancias carril-contracarril en curva

Radio de curva (R) [m]	Separación entre carril y contracarril [mm]
$R > 300$	40
$250 < R \leq 300$	50
$175 < R \leq 250$	55
$R \leq 175$	60

En aparatos de vía, la distancia horizontal de separación entre el contracarril y el carril (entrecalle) es de 40 mm.

La altura del contracarril respecto de la cabeza de carril, el valor nominal es de 19 mm, pudiendo alcanzar por desgaste de carril los 34 mm de distancia entre ambas superficies.

Los sistemas de vía instalados en la red son: placa de fijación directa, taco elástico, traviesa de madera, traviesa de hormigón y carril embebido.

Existen engrasadores de vía distribuidos por toda la red, excepto en la línea 9b.

6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA AÉREA

La red electrificada de METRO cuenta con 294 km de vía principal (294 km de vía doble, 588 km de vía sencilla) y aprox. 139 km adicionales de vías secundarias (depósitos, cocheras y túneles de enlace).

6.2.1 Características generales. Gálbo

La red (tanto vía principal como secundaria) está dividida en dos gálbos (gálbo ancho y gálbo estrecho), con alturas de hilo de contacto y descentramientos diferentes:

Tabla 6: Alturas y zigzag del hilo de trabajo de la red de METRO

	Altura nominal(mm)	Altura mínima (mm)	Altura máxima (mm)	Descentramiento hilo de contacto (mm)
Gálbo estrecho	3.800	3.580*	4.100	±100 ordinario ±150 excepcional
Gálbo ancho	4100*	3.900	4.300	±200 ordinario ±250 excepcional

*3.580 mm, singularidad de L2 en Retiro-Banco de España, resto 3620 mm.

6.2.2 Características generales. Sistema de electrificación

Atendiendo a las características constructivas del sistema de electrificación, en METRO, se establece la siguiente clasificación:

- Sistemas de catenaria rígida: Carril continuo de Aluminio con un hilo de contacto de Cu y 150mm² de sección. En METRO hay 488 km electrificados con catenaria rígida. Todos ellos en túnel.

- Sistemas de catenaria flexible:
 - Sistema tranviario, con un hilo de contacto de 107 mm² de sección. Sistema de bajas prestaciones instalado de forma generalizada en la vía secundaria.
 - Sistema de catenaria convencional. Un sustentador con dos hilos de contacto de 107 mm² de sección. Equivalente a una catenaria CR160 de Renfe//Adif. Casi 85km en vía principal, incluyendo todos los que discurren por zonas de intemperie.

6.2.3 Características particulares. Elementos constructivos

Las estructuras de suspensión y diferentes secciones conductoras, de los diferentes sistemas de catenaria, se pretende que sean accesibles desde las plataformas de trabajo.

Se enumeran a continuación diferentes equipamientos que condicionan el acceso a las zonas más complicadas o dificultan de alguna forma el movimiento de los equipos de trabajo.

- Acceso a ménsulas de celosía sobre postes de vía general. Acceso a sección de acompañamiento.



Foto 1: L10 zona Casa de Campo

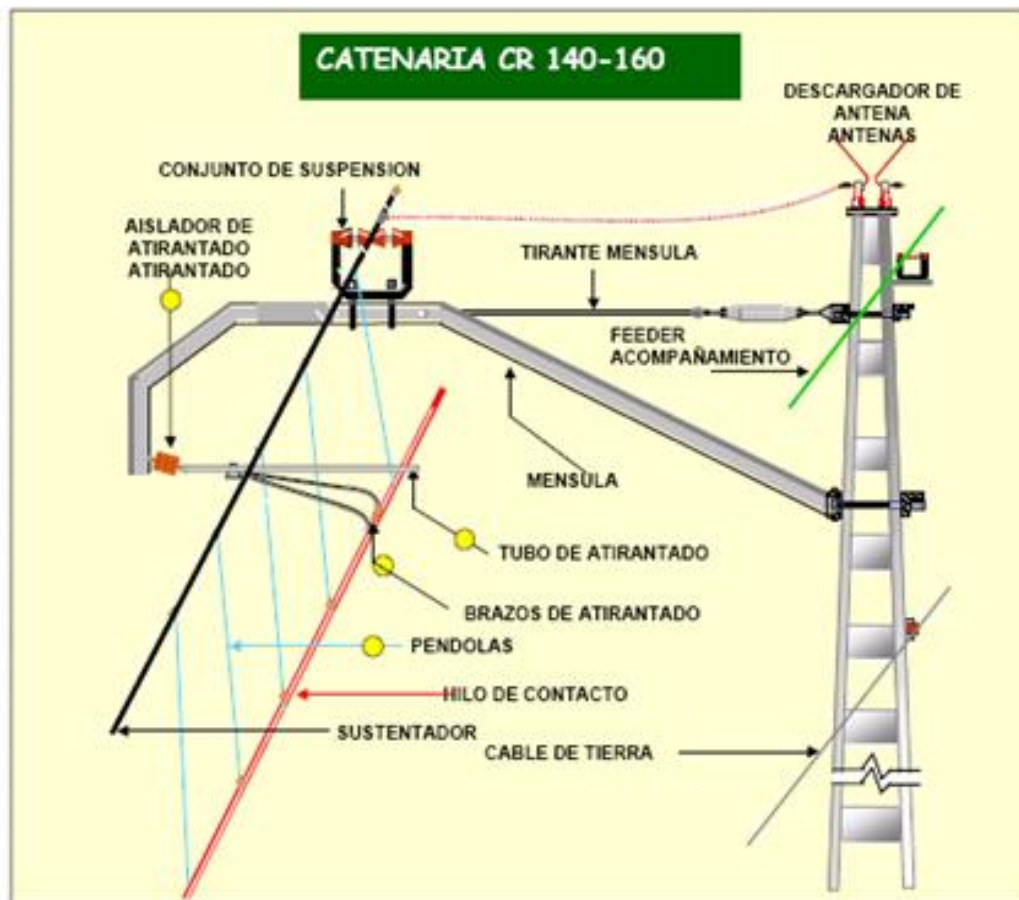


Figura 1: Catenaria CR 140-160

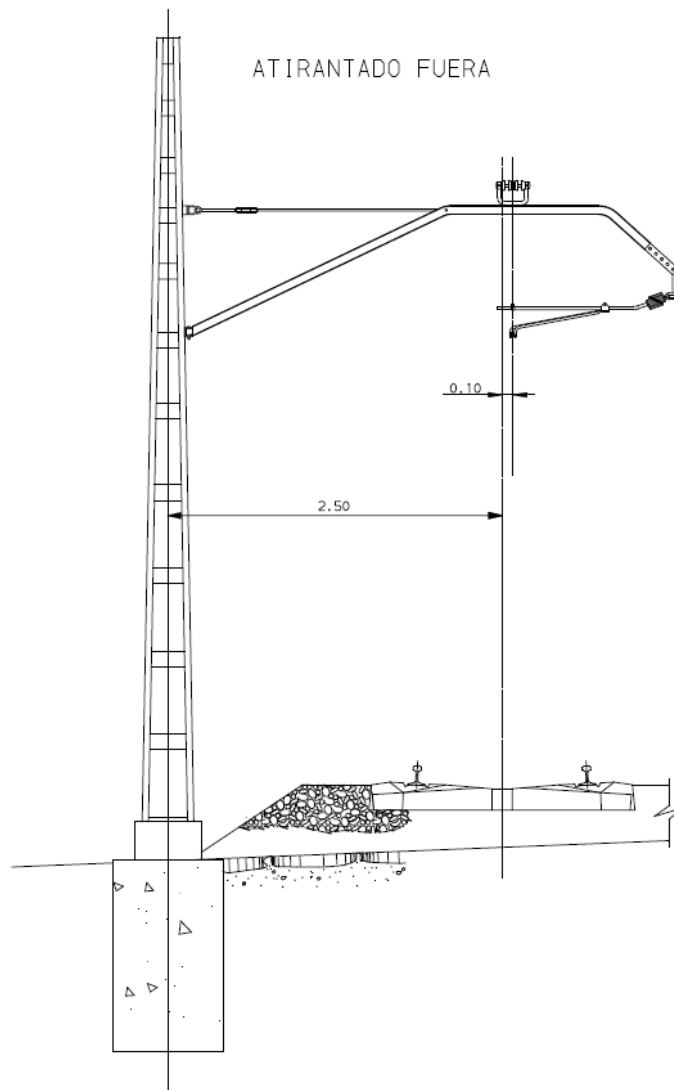


Figura 2: Distancias correspondientes al atirantado

Tabla 7: Principales distancias elementos línea aérea en exterior gálibo ancho - Vía Principal

Principales distancias:

- Altura hilo/s contacto: 3800-4200 mm
- Separación eje de vía-eje de poste: 2500-3000 mm
- Altura sustentador sobre hilos de contacto: 1400-1600 mm
- Altura feeder acompañamiento: 6000-6500 mm (cara opuesta a la vía)
- Altura cable guarda: 5000-6000 mm (cara opuesta a la vía)
- Altura cabeza poste: 7000-7400 mm

- Acceso a pórticos funiculares

Los pórticos funiculares son habituales en las playas de vías. Se detallan algunas características e imágenes descriptivas.

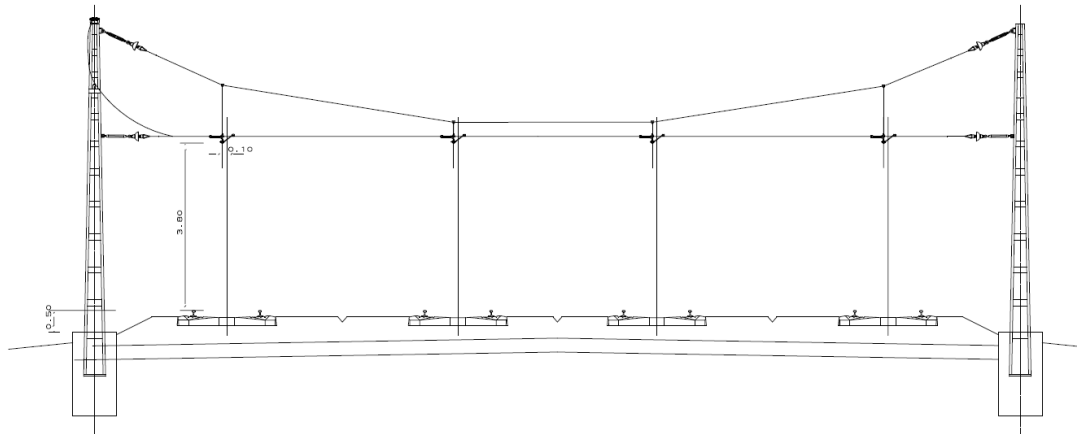


Figura 3: Pórticos funiculares en vías secundarias

Tabla 8: Principales distancias elementos de línea aérea en exterior gálibo ancho - Vía Secundaria

Principales distancias:
<ul style="list-style-type: none"> • Altura hilo/s contacto: 3800-4200 mm • Separación eje de vía-eje de poste: 2500-3000 mm • Altura transversal inferior: 3800-4200 mm • Altura cabeza poste: 7000-10250 mm • Separación longitudinal entre pórticos: 7,5-18 m • Altura cable guarda: 5000-7000 mm (cara opuesta a la vía)

**SUMINISTRO 24 DE UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LÍNEA
AÉREA Y LA INFRAESTRUCTURA EN LA RED DE METRO DE MADRID**

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL



Foto 2: Vía Secundaria (pórticos funiculares)



Foto 3: Vía Secundaria (pórticos funiculares)



Foto 4: Vía Secundaria (pórticos funiculares)

**SUMINISTRO 24 DE UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LÍNEA
AÉREA Y LA INFRAESTRUCTURA EN LA RED DE METRO DE MADRID**

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL



Foto 5: Vía Secundaria (pórticos funiculares)



Foto 6: Vía Secundaria (pórticos funiculares)



Foto 7: Vía Secundaria (pórticos funiculares) Acceso a zona de entrevía en túnel

SUMINISTRO 24 DE UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LÍNEA AÉREA Y LA INFRAESTRUCTURA EN LA RED DE METRO DE MADRID

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL

En este subapartado se indica la disposición principal de elementos de línea aérea en túnel, a tener en cuenta para posicionar la plataforma entre las catenarias de cada vía.

La separación mínima entre catenarias varía, siendo lo más restrictivo 2600 mm (gálibo estrecho). En esa posición de entrevía se precisaría poder llegar a una altura de trabajo, 1500 mm por encima del hilo de contacto.

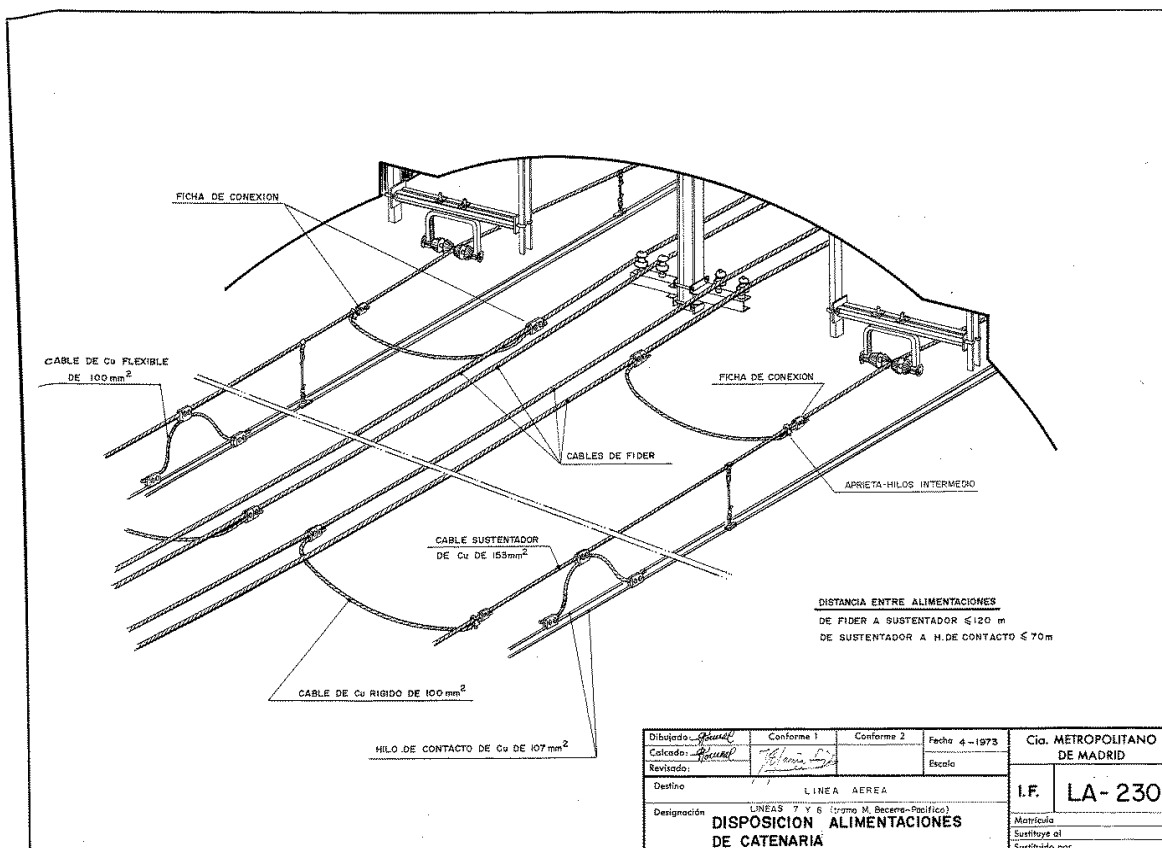


Figura 4: Disposición alimentaciones de catenaria en túnel

**SUMINISTRO 24 DE UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LÍNEA
AÉREA Y LA INFRAESTRUCTURA EN LA RED DE METRO DE MADRID**

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL



Foto 8: Elementos de línea aérea en túnel



Foto 9: Elementos de línea aérea en túnel

7. USO PRINCIPAL PREVISTO

7.1 OBJETO Y ALCANCE DEL APARTADO

A continuación, se describe de manera general el uso principal previsto de las unidades, no con el objeto de ser limitativo, sino al objeto de que se tenga en consideración desde el punto de vista:

- RAMS (conforme al apartado 8)
- lo óptima, útil u operativa que debe ser la máquina

Y, en particular, con relación a lo primero: la evaluación de riesgos, el dimensionamiento de la batería principal o de tracción, la selección de componentes con vida esperada adecuada, el plan de mantenimiento, etc.

Aclarar que la descripción se limita al uso de las unidades por parte del usuario (operario) y no a otras labores como el mantenimiento por especialistas.

7.2 VIDA ÚTIL

La vida prevista de las unidades debe ser de, al menos, 40 años.

7.3 USO GENERAL

La utilización prevista de las unidades se puede clasificar en tres clases:

- Durante las jornadas de trabajos de mantenimiento programado, eso es normalmente las noches de lunes a jueves de 1:30 y las 5:30 aproximadamente. Este será el uso más habitual. Se estima que cada unidad se utilizará por este motivo entre 50 y 200 jornadas/año aproximadamente, siendo más intensivo en los primeros años de vida.
- Como uso extraordinario de la unidad, de manera imprevista, para atender incidencias o averías, las cuales pueden producirse cualquier día del año, a cualquier hora y en cualquier lugar. El tiempo de trabajo necesario es indeterminado, pudiendo haber casos de más de 7 horas.
- Como uso extraordinario de la unidad, de manera imprevista, en cualquier momento, podrá tener que auxiliar y remolcar a otro vehículo auxiliar que hubiera sufrido una avería en cualquier punto de la red. El vehículo auxiliar a remolcar podrá ser una unidad del mismo tipo o no. La unidad podrá encontrar estacionada o en alguna fase de su jornada laboral. En general, en cada jornada las unidades irán desde la zona donde estén estacionadas hasta la zona donde realicen el trabajo correspondiente (conforme a los tipos de actuación descritos en los siguientes apartados), y volverán a una zona de estacionamiento.

7.4 ACTUACIONES PARTICULARES DE LAS UNIDADES PARA MANTENIMIENTO DE LÍNEA AÉREA

7.4.1 Revisión de hilo de contacto y estado general de la catenaria

Este es el uso más habitual de las unidades de subtipo I-A y II-A, representa el 30 % de las jornadas.

Se caracteriza por recorrer mucha distancia a baja velocidad, haciendo alguna detención puntual y realizar pocos movimientos de plataforma de trabajo.

2 o 3 personas se encuentran en la plataforma elevadora, mientras otras 2 se encuentran en sendas cabinas. Una de las personas en la plataforma maneja la misma, incluido la traslación de la unidad a lo largo de la vía, y el resto de personas en la plataforma inspeccionan visualmente el estado del hilo de contacto a lo largo de un determinado tramo. Si bien la inspección se centra fundamentalmente en el hilo de contacto, también se observa el estado de otros elementos que conforman la línea aérea. Normalmente, se utiliza también el correspondiente pantógrafo de medida para comprobar la altura del hilo y el descentramiento. El tramo inspeccionado podrá ser a lo largo de una sola vía, o en una vía y luego la vía del sentido contrario de un tramo de línea.

Los parámetros que definen esta actividad son:

Tabla 9: Parámetros de uso, para revisión de hilo de contacto y estado general de catenaria

Parámetro	Valor
Distancia recorrida [km]	5
Velocidad [km/h]	5
N.º de paradas y arranques	20
N.º de movimientos de la plataforma	4
N.º de movimientos del portabobinas	0
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0
Duración total de la actividad [h]	2,5

7.4.2 Revisión de fronteras eléctricas

Representa el 20 % de las jornadas de servicio.

Consiste en la inspección, ajuste y comprobación de seccionamientos, desvíos, diagonales o bretelles. Tras la parte estática, de inspección y ajuste, se realiza una comprobación dinámica pasando 2 o 4 veces con la unidad, con el pantógrafo correspondiente subido, a una velocidad de entre 15 y 20 km/h.

En el caso de revisión de diagonales, la revisión estática lleva unos 45 minutos, y en el caso de los seccionamientos 20 minutos.

Estos elementos se encuentran en puntos concretos, en las entradas de las estaciones, de manera que se revisan los elementos de dos estaciones contiguas. Para ir de un elemento a otro, se realizan las correspondientes maniobras de cambio de vía y se desplaza la unidad marcha a la vista. Por la gran longitud y buena visibilidad de algunas interestaciones, como en TFM (línea 9b) se podría demandar a la unidad elevadas prestaciones de tracción.

Los parámetros que definen esta actividad son:

Tabla 10: Parámetros de uso, para revisión de fronteras eléctricas

Parámetro	Valor
Distancia recorrida [km]	6
Velocidad [km/h]	40
N.º de paradas y arranques	25
N.º de movimientos de la plataforma	8
N.º de movimientos del portabobinas	0
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0,5
Duración total de la actividad [h]	2,5

7.4.3 Reparación o sustitución programada de elemento o tramo de conductor

Representa el 30 % de las jornadas de servicio.

Se caracteriza por recorrer poca distancia y utilizar de manera intensiva el equipamiento de trabajo.

Los parámetros que definen esta actividad son:

Tabla 11: Parámetros de uso, para reparación/sustitución programada de elemento o tramo de conductor

Parámetro	Valor
Distancia recorrida [km]	1,5
Velocidad [km/h]	5
N.º de paradas y arranques	20
N.º de movimientos de la plataforma	10
N.º de movimientos del portabobinas	2
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0,5
Duración total de la actividad [h]	2,5

7.4.4 Revisión y reparación de defecto detectado

Representa el 20 % de las jornadas de servicio.

Se trata de la situación en la cual, durante una revisión, como las definidas en los apartados 7.4.1 y 7.4.2, se detecta un defecto y se decide llevar a cabo su reparación en la misma jornada.

Se caracteriza por recorrer una media o larga distancia y utilizar de manera intensiva el equipamiento de trabajo.

Los parámetros que definen esta actividad son:

Tabla 12: Parámetros de uso, para revisión y reparación de defecto detectado

Parámetro	Valor
Distancia recorrida [km]	6

Parámetro	Valor
Velocidad [km/h]	5
N.º de paradas y arranques	20
N.º de movimientos de la plataforma	10
N.º de movimientos del portabobinas	2
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0,5
Duración total de la actividad [h]	2,5

7.4.5 Reparación por incidencia en horario de servicio de viajeros

Se caracteriza por recorrer de manera previa una distancia corta pero rápidamente desde el comienzo de la zona de trabajo (zona sin tensión) hasta la zona de actuación, y después utilizar de manera intensiva el equipamiento de trabajo y desplazamientos desde la plataforma. De este modo, se puede considerar que esta actividad está dividida en dos etapas.

En la primera etapa, los parámetros que la definen son:

Tabla 13: Parámetros de uso, para reparación por incidencia en horario de servicio de viajeros (I)

Parámetro	Valor
Distancia recorrida [km]	Hasta 6
Velocidad media [km/h]	30
N.º de paradas y arranques	2
N.º de movimientos de la plataforma	0
N.º de movimientos del portabobinas	0

Parámetro	Valor
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0

En la segunda etapa, los parámetros que la definen son:

Tabla 14: Parámetros de uso, para reparación por incidencia en horario de servicio de viajeros (II)

Parámetro	Valor
Distancia recorrida [km]	0,5
Velocidad [km/h]	5
N.º de paradas y arranques	20
N.º de movimientos de la plataforma	14
N.º de movimientos del portabobinas	2.8
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0,7
Duración total de la actividad [h]	Indeterminada, pero se deberá cubrir un mínimo de 3,5 h

7.5 ACTUACIONES PARTICULARES DE LAS UNIDADES PARA MANTENIMIENTO DE VÍA

7.5.1 Mantenimiento de engrase de carril

Este es el uso más habitual de estas unidades, se programan una media de 3 servicios el 100 % de las jornadas laborales del año.

El trabajo se caracteriza por recorrer distancias cortas a baja velocidad (paso de Hombre), realizando detecciones puntuales en cada equipo de engrase para su mantenimiento. Los trabajos son itinerantes llegando hasta 9 km.

Para el llenado del depósito de grasa de los equipos de engrase de vía, es necesario disponer de presión neumática mantenida de al menos 5 bares para el funcionamiento de la bomba de engrase.

El trabajo preventivo de engrase de carril se realiza con unidad tractora, y brigada formada por tres agentes incluido el conductor. La carga y descarga del material necesario generalmente se realizan a mano por su bajo peso. En La plataforma de carga de la unidad se deposita el material necesario para realizar el trabajo, habitualmente es donde transportamos botellas de nitrógeno, diverso material de limpieza, bidón de engrase y bomba de engrase.

A continuación, se muestra en la tabla los parámetros de uso más exigentes que se pueden presentar en esta actividad:

Tabla 15: Parámetros de uso, para **mantenimiento preventivo** de engrase de carril

Parámetro	Valor
Distancia en trabajo recorrido [km]	9
Velocidad [km/h]	5
N.º de paradas y arranques	10
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0.5
Duración total de la actividad [h]	2,5

El trabajo correctivo de engrase de carril se realiza con una composición unidad tractora - vagón y brigada formada por hasta seis agentes incluido el conductor. La carga y descarga del material necesario puede requerir la necesidad de grúa por su peso. En La plataforma de carga del vagón se deposita el material necesario para realizar el trabajo, habitualmente es donde transportamos armarios de engrase y demás materiales que requieren de dispositivos de elevación para la carga y descarga.

A continuación, se muestra en la tabla los parámetros de uso más exigentes que se pueden presentar en esta actividad:

Tabla 16: Parámetros de uso, para mantenimiento correctivo de engrase de carril

Parámetro	Valor
Distancia en trabajo recorrido [km]	4
Velocidad [km/h]	5
N.º de paradas y arranques	4
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0.5
Duración total de la actividad [h]	2,5

7.5.2 Auscultación Ultrasónica de carril.

Se programa un servicio el 60 % de las jornadas laborales del año, es un trabajo preventivo. Se utiliza unidad tipo I-B.

Auscultación ultrasónica con carro embarcado, se caracteriza por recorrer mucha distancia a baja velocidad 5 km/h, recorriendo en modo trabajo hasta 10 kilómetros por jornada, haciendo alguna detención puntual durante el mismo en caso de necesidad de ajuste en el equipo embarcado o en caso de necesidad de inspección visual de una indicación localizada durante la auscultación. Se utilizará el polipasto al inicio de los trabajos para el posicionamiento del equipo de auscultación en la vía y su carga en el vehículo al final de estos.

Los trabajos de auscultación de carril se realizan con un mínimo de 3 personas en el vehículo. Uno de ellos será el conductor, que en determinados momentos ayudará a las otras 2 personas a montar el equipo y manejo del polipasto para carga y descarga del carro de auscultación y su posicionamiento en la vía. Una vez colocado el equipo delante del vehículo y enganchado mediante barrón de seguridad, los agentes harán las comprobaciones necesarias para poder iniciar los trabajos con seguridad.

Una vez iniciados los trabajos, irán todos los operarios en la cabina: el conductor, un operario revisando el funcionamiento del equipo mediante ordenador portátil en el pupitre del vehículo y un tercer operario que deberá tener perfecta visibilidad del equipo para revisar que está bien posicionado en todo momento, ajustar los puntos kilométricos y revisar que no se levanta grasa sobre la pisa del carril.

Los tramos inspeccionados están calculados hasta 10 km de longitud, de forma que de tiempo a realizarlos en una ventana de trabajo de 2,5 horas y a una velocidad de hasta 5 km/h, pudiendo ser por una única vía o ida y vuelta por ambas vías. En los trabajos que requieran realizarse a

mayor velocidad de auscultación por la longitud del recorrido, la velocidad de inspección podrá aumentar a 15 km/h.

Los parámetros que definen esta actividad son:

Tabla 17: Parámetros de uso para auscultación ultrasónica con carro embarcado

Parámetro	Valor
Distancia recorrida [km]	10
Velocidad [km/h]	De 5 a 15
N.º de paradas y arranques	10
N.º de movimientos del polipasto	4
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0,10
Duración total de la actividad [h]	2,5

Auscultación ultrasónica con equipo manual, se realiza con unidad tractora y brigada formada por tres agentes incluido el conductor, el trabajo se caracteriza por recorrer distancias cortas a baja velocidad (paso de Hombre), realizando detecciones puntuales para la auscultación manual del carril. Los trabajos son itinerantes llegando hasta 6 km.

Los parámetros que definen esta actividad son:

Tabla 18: Parámetros de uso para auscultación ultrasónica con carro embarcado

Parámetro	Valor
Distancia recorrida [km]	6
Velocidad [km/h]	5
N.º de paradas y arranques	10
N.º de movimientos del polipasto	0

Parámetro	Valor
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0,10
Duración total de la actividad [h]	2,5

7.5.3 Correctivos de incidencias

Esta actividad consiste en atender los trabajos correctivos sobrevenidos en avisos por incidencia en la explotación que requieran de transporte de materiales pesados o correctivos itinerantes.

Correctivo con necesidad de transporte de materiales pesados, se realiza mediante composición unidad tipo I-B o tipo I-C (unidad tractora con polipasto o con grúa) con vagón o diplotry según el caso, la brigada está formada por hasta seis agentes incluido el conductor. En La plataforma de carga del vagón se deposita el material necesario para realizar el trabajo, habitualmente se transportan cupones de carril de no menos de 6 metros y demás materiales que requieren de dispositivos de elevación para la carga y descarga. La intervención más común es cuponar tras rotura de carril.

En función de los trabajos a realizar, será necesario el vehículo con grúa o con polipasto y podrán ser programados por una única vía o por ambas. Por ello, los polipastos o grúas deberán ser operativos desde ambos lados del vehículo.

Para ciertos trabajos, resultará necesaria la utilización del sistema neumático del vehículo para el uso de herramienta neumática o de impacto, así como tomas auxiliares para la conexión de herramientas eléctricas.

A continuación, se muestra en la tabla los parámetros de uso más exigentes que se pueden presentar en esta actividad:

Tabla 19: Parámetros de uso, para **Correctivo con necesidad de transporte de materiales pesados**

Parámetro	Valor
Distancia recorrida [km]	2
Velocidad [km/h]	Trabajo estático mayoritariamente
N.º de paradas y arranques	6

Parámetro	Valor
Tiempo de uso continuo de dispositivo de elevación Grúa/polipasto [h]	1,5
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0,5
Duración total de la actividad [h]	2,5

Correctivo itinerante, se realiza mediante unidad tractora y brigada de hasta 6 agentes incluido el conductor. El trabajo es itinerante y se caracteriza por recorrer distancias cortas a baja velocidad (paso de Hombre), facilitando la inspección de amplias distancias y actuar puntualmente donde allí se requiera el correctivo.

La intervención más común es por aviso de rebases y embalamientos del material móvil, realizando detecciones puntuales en las zonas que requieran de limpieza de carril. Los trabajos correctivos itinerantes pueden tener hasta 9 km de distancia.

A continuación, se muestra en la tabla los parámetros de uso más exigentes que se pueden presentar en esta actividad:

Tabla 20: Parámetros de uso, para **Correctivo itinerante** de engrase de carril

Parámetro	Valor
Distancia en trabajo recorrido [km]	9
Velocidad [km/h]	5
N.º de paradas y arranques	20
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0.5
Duración total de la actividad [h]	2,5

7.5.4 Transporte de carril 18 m

Esta actividad cubre las necesidades de transporte de carril con personal propio, las jornadas de actividad al año son según necesidad.

SUMINISTRO 24 DE UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LÍNEA AÉREA Y LA INFRAESTRUCTURA EN LA RED DE METRO DE MADRID

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL

Se caracteriza por un uso de Porta carril tipo diplory con acople mediante lanza a la unidad tipo I-C(unidad tractora con grúa), con capacidad de transporte de doce barras de hasta 18 metros de longitud.

La carga y descarga de carriles se realiza mediante grúa, la brigada de la composición está formada por 5 agentes incluido el conductor.

Tabla 21: Parámetros de uso para transporte de carril

Parámetro	Valor
Distancia recorrida [km]	2
Velocidad [km/h]	Trabajo en estático
N.º de paradas y arranques	10
Tiempo de uso continuo de dispositivo de elevación Grúa/polipasto [h]	1,5
Tiempo de uso de herramientas manuales eléctricas y neumáticas [h]	0,5
Duración total de la actividad [h]	2,5

8. ACTIVIDADES DE SEGURIDAD

Las actividades relacionadas con la seguridad deberán contemplar todos los sistemas de las unidades, todos los puestos y lugares de trabajo, incluidas las cabinas de conducción.

El proceso de gestión de RAMS, requisitos de seguridad, evaluación de riesgos, etc. durante el ciclo de vida de cada una de las unidades será conforme a lo especificado en los Reglamentos de ejecución (UE) nº 402/2013 y nº 2015/1136, las normas UNE-EN 14033 (todas las partes), UNE-EN 61508 (todas las partes), UNE-EN ISO 13849-1 y UNE-EN ISO 12100 (o equivalentes). En la medida de lo posible se tendrá en cuenta la normativa de seguridad CENELEC UNE-EN 50126-1 y 2 (o equivalentes).

Para cada una de las fases del ciclo de vida, el CONTRATISTA deberá realizar las tareas y entrega documental según lo especificado en dichas normas (o equivalentes).

El CONTRATISTA identificará y analizará las posibles situaciones de inseguridad provocadas por las unidades, en funcionamiento normal o degradado, así como las posibles disfunciones que puedan conducir a la generación no deseada de situaciones contrarias a la seguridad. Se entiende por seguridad en este apartado, a aquella que deben garantizar las unidades en cuanto a la seguridad de circulación, desplazamiento, trabajo y mantenimiento de las mismas.

El CONTRATISTA efectuará, con carácter no limitativo, los estudios, ensayos y pruebas definidos en el apartado 22, así como todos los que METRO estime necesarios con el objeto de demostrar la seguridad de las unidades, así como todos los necesarios para evidenciar el cumplimiento de los requisitos de seguridad identificados por éste durante el proceso de gestión de riesgos según las normas arriba indicadas.

El CONTRATISTA deberá cumplir con los requisitos de seguridad relativos a la legislación vigente y que sean de aplicación. El CONTRATISTA especificará los criterios de diseño en lo relativo a la elección de una apropiada categoría de severidad para la aceptación de riesgos, debiendo soportar estos criterios de diseño con leyes, normativas o estándares que demuestren su idoneidad en entornos de transporte metropolitano. Se requiere disponer de esta información lo antes posible y en cualquier caso antes de aprobar cada correspondiente fase del proyecto.

El CONTRATISTA pondrá a disposición de METRO durante el Proyecto, el nivel de seguridad SIL o Nivel de prestaciones PL de los distintos software y hardware de las unidades, que deberán disponer de sus certificados correspondientes, de acuerdo con lo indicado en apartado 8.1 de este PPT y en apartado 5 de la UNE-EN 14033-3:2018.

El CONTRATISTA colaborará con las partes implicadas (METRO, organismos de evaluación de conformidad, proveedores, etc.) en una correcta aplicación del método común de seguridad según el Reglamento de Ejecución n.º 402/2013 de la Unión Europea para la evaluación y valoraciones de los riesgos del Proyecto, así como los posibles cambios derivados de la integración de estos vehículos en la red de METRO.

El CONTRATISTA identificará los componentes críticos (o fundamentales) para la seguridad (en adelante CCS) en las unidades atendiendo a la “RECOMENDACIÓN TÉCNICA 2/2022 DE LA AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD FERROVIARIA SOBRE LA GESTIÓN DE LOS COMPONENTES CRÍTICOS PARA LA SEGURIDAD DE LOS VEHÍCULOS FERROVIARIOS” de la Agencia Estatal Ferroviaria.

Igualmente, elaborará, atendiendo a las características organizativas de METRO y en colaboración con este, el plan para una correcta gestión de los CCS a lo largo del ciclo de vida de las unidades, creando las guías, procedimientos y documentación pertinente.

8.1 ANÁLISIS DE RIESGOS, MEDIDAS MITIGADORAS Y OPERATIVIDAD

En base al análisis de riesgos conforme a las normas indicadas en este apartado 8, se estudiarán en detalle las soluciones técnicas más seguras y operativas.

Las funciones de seguridad deberán ser de Nivel de Prestaciones PL c como mínimo y siempre estarán formados por componentes de seguridad conforme al Reglamento (UE) 2023/1230 y considerando lo indicado en este PPT, en la Tabla 1 de la UNE-EN 14033-3:2018 y apartado 5.15 de dicha norma o equivalentes (en caso de duda, se aplicará el criterio más restrictivo).

Se clasificarán los peligros y riesgos asociados según la Tabla A.1 de la norma UNE-EN 14033-3:2018 o equivalente (listado no exhaustivo).

Se considerará que hay riesgo de caída cuando haya un salto superior a 50 cm, y por tanto se adoptarán siempre que sea posible técnicamente barreras fijas o móviles.

Dado que la catenaria podrá estar en tensión (600Vcc o 1500Vcc), se incorporarán en las unidades techo / cubierta / barreras fijas y móviles necesarias para evitar el contacto con la catenaria, según se indica en apartado 10.3.3 y apartado 16.

En cuanto a las fuentes de alimentación y equipos de potencia, se estudiarán en profundidad todos los modos de fallo y alternativas posibles, garantizando la seguridad.

Se incorporará en las unidades el software / hardware necesario para garantizar que el pantógrafo de medida de gálibo ancho/estrecho corresponda al gálibo en el que la unidad se encuentre situado (ver apartado 10.3.8.2.1).

Deberá tenerse la aprobación de METRO en la fase de Diseño.

Independientemente de la aprobación del diseño por parte de METRO, si posteriormente en cualquier equipo/sistema/funcionalidad se detectara alguna anomalía que genere un riesgo, el CONTRATISTA deberá proceder a su evaluación, corrección y actuaciones mitigadoras en las unidades, que eviten, o al menos minimicen todo lo posible, el riesgo, previa aceptación por parte de METRO.

8.2 PLAN DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD

El CONTRATISTA desarrollará, implementará y mantendrá para todas las actividades del Proyecto, en toda su duración, actualizado el Plan de Gestión de Seguridad que describa, como mínimo:

- Cómo cumplirá con los requisitos de seguridad relativos a la legislación vigente.
- Cómo cumplirá con los requisitos de seguridad de las normas UNE-EN 14033 (todas las partes) (o equivalentes).
- Cómo distribuirá los requisitos de seguridad del Proyecto en las unidades y sus subsistemas.
- Los procesos usados para garantizar la seguridad de las unidades y sus sistemas en su vida útil.
- Cómo se integrarán las fases y procesos del ciclo de vida indicado en la norma UNE-EN 50126-1 (o equivalente) con las fases y procesos de la planificación y desarrollo.
- Cómo se gestionará y se evaluará el impacto en la seguridad de las unidades de los errores derivados de la actividad de verificación.
- Cómo se reducirán la probabilidad y las consecuencias del error humano en las operaciones realizadas a lo largo del Proyecto.

En relación con 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 deberán estar en consonancia con los estudios RAMS. Las instrucciones de trabajo, que conformen el Plan de Mantenimiento y que se suministren deberán contener los requerimientos de seguridad que se identifiquen.

El Plan de Seguridad deberá detectar las operaciones críticas en el mantenimiento preventivo y correctivo considerando los siguientes modos de fallo:

- a) La operación de mantenimiento no se realiza.
- b) La operación de mantenimiento se realiza erróneamente (fallo humano y/o fallo técnico).
- c) La operación de mantenimiento se realiza fuera del intervalo de mantenimiento preventivo.

8.3 PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

En relación con la gestión de los riesgos detectados, el CONTRATISTA deberá cumplir con lo indicado en las normas mencionadas en este apartado 8 y, así mismo, el CONTRATISTA se asegurará de que cualquier riesgo que se transfiera a otras entidades se evalúe y se informe convenientemente:

- El CONTRATISTA desarrollará e implementará un Plan de Gestión de Riesgos, que deberá estar autorizado por METRO, y que describa, como mínimo:

- Cómo cumplirá con lo reflejado en las normas indicadas.
 - Cómo identificará las fuentes y los tipos de riesgos.
 - Cómo reportará e informará de los riesgos.
- El Plan de Gestión de Riesgos describirá los procesos y los tiempos para realizar revisiones y actualizaciones del registro de riesgos del Proyecto (Hazard Log).
- El CONTRATISTA desarrollará e implementará un registro de riesgos del Proyecto (Hazard Log) que garantizará, según las normas indicadas en este apartado 8:
 - La identificación de todos los riesgos de seguridad.
 - Un análisis de todos los riesgos.
 - Una evaluación de todos los riesgos.
 - Un control de todos los riesgos.
 - Una trazabilidad de las actividades de monitorización para demostrar que se han implementado controles.
 - Para los riesgos de seguridad residuales, la trazabilidad para evidenciar de que las actividades de control han sido asignada y aceptadas por la parte responsable del mantenimiento continuo de esas actividades de control.
 - Para posibles medidas de control rechazadas por el CONTRATISTA, se aportará la trazabilidad a la evidencia que demuestre que las posibles medidas de control no son realizables.
 - La trazabilidad para evidenciar que cada riesgo de seguridad ha sido comunicado y aceptado por el propietario del riesgo.
- Cuando en los requisitos del presente PPT o en las normas técnicas que se citen en él recomienden una medida de control para unos determinados riesgos (sin exigirlo), el CONTRATISTA lo considerará como un control de riesgo durante las actividades de gestión de la seguridad, y deberá implementar esa medida de control si fuera necesario. La evidencia de esta consideración se documentará en el registro de riesgos del Proyecto.

Para identificar las posibles consecuencias de los modos de fallo indicados anteriormente, se emplearán los resultados obtenidos del Informe de Análisis de los Modos de Fallo, Efectos y Criticidad (AMFEC) conforme a la norma UNE EN IEC 60812 (o equivalente).

8.4 ENTIDAD DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD

El CONTRATISTA contratará una entidad independiente que reúna las características y realice las actividades especificadas en este subapartado (en adelante se referirá a ella como la Entidad de evaluación de seguridad o, simplemente, la Entidad).

La evaluación de seguridad de las unidades y su integración segura en la explotación y entorno de METRO será efectuada bajo la supervisión de la Entidad, con la cual colaborará el CONTRATISTA y METRO para certificar que las unidades disponen de las medidas de seguridad requeridas por las condiciones de explotación presentes (Material Rodante, Infraestructura, Energía, Control Mando y Señalización, gestión de la Operación y Tráfico, Mantenimiento, etc.),

las normativas arriba citadas, así como aquellas otras exigidas por la reglamentación vigente aplicable.

La entidad realizará, entre otras, las actividades propias de un Organismo de evaluación (AsBo) conforme al Reglamento de ejecución (UE) nº 402/2013 y sus modificaciones, Reglamento de ejecución (UE) nº 2015/1136. Además, dicha entidad cumplirá las recomendaciones publicadas por la European Union Agency for Railways (ERA), especialmente lo indicado en el documento: Recommendation For Use 01 for AsBos: Working method of the Assessment Body, version 1.1, con fecha de decisión 5 de noviembre de 2020.

Antes de la Recepción Provisional de la primera unidad, el CONTRATISTA dispondrá del informe de seguridad de las unidades, y lo facilitará a METRO para que éste proceda a su consideración y gestiones correspondientes. Este informe tendrá como objetivo principal recapitular las acciones que demuestren que se ha alcanzado el nivel de seguridad requerido y que todos los riesgos están debidamente controlados.

La Entidad revisará y dará conformidad al listado y plan de gestión de los CCS.

La Entidad cumplirá, dispondrá de acreditaciones (cuando aplique), y sus procesos y metodologías de gestión de servicios de ingeniería estarán alineados conforme a los siguientes estándares:

- De forma deseable, UNE-ISO 55000 Gestión de activos. Aspectos generales, principios y terminología (o equivalente).
- De forma deseable, la UNE-ISO 55001 Gestión de activos. Sistemas de gestión. Requisitos (o equivalente).
- UNE-EN ISO 9001 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (o equivalente).
- UNE-EN ISO 17020 Evaluación de la conformidad. Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección (o equivalente), en inspecciones del sector ferroviario relacionadas con la aplicación común de seguridad según el REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) Nº 402/2013 para, al menos, los subsistemas de Material Rodante, Control Mando y Señalización, e integración segura.
- Anexo II del REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) Nº 402/2013.

La Entidad estará acreditada por la ENAC u otro organismo europeo equivalente.

La Entidad velará por un correcto uso de los estándares, en todo lo concerniente a seguridad, que tienen aplicación en este PPT.

La Entidad tendrá capacidades para la gestión de los requisitos que existan y se desarrollen a lo largo del ciclo de vida del Proyecto.

La Entidad debe tener la capacidad a lo largo del Proyecto para construir argumentos que garanticen la seguridad, en la medida en que sea razonablemente posible, para cada sistema durante su ciclo de vida y dentro de la operativa prevista.

La Entidad demostrará un alto nivel de competencia y capacidad dentro en las siguientes áreas:

- Aseguramiento de Seguridad de Sistemas (SSA - System Safety Assurance).
- Ingeniería de la seguridad.
- Gestión de los riesgos relativos a la seguridad.
- Estudios de seguridad (Safety Arguments/Safety Cases).

La Entidad deberá tener medios internos para mantener la competencia en las disciplinas de seguridad e ingeniería de sistemas.

La Entidad debe mantener la capacidad para desarrollar, aplicar y manejar las técnicas de evaluación de riesgos y seguridad, como, por ejemplo:

- Argumentario de seguridad basado en GSN (notación de estructuración de objetivos).
- Análisis preliminar de riesgos.
- Análisis de árbol de fallos (FTA).
- Análisis de modo de fallo, efectos y criticidad (FMECA).
- Estudios de peligros y operatividad (HAZOP).
- Análisis del árbol de eventos (ETA).
- Análisis de causas y efectos.

Dentro del equipo que integrará la Entidad, las funciones y la responsabilidad de cada miembro del equipo y la estructura de interna del equipo deberán de estar claras.

En este sentido, la Entidad contará con un proceso para la asignación de funciones y responsabilidades de los distintos intervinientes, con criterios de capacidades técnicas y competencias definidos para cada rol, los cuales se referenciarán en un marco de competencia.

Dentro de los roles de la Entidad, uno será el Asesor Principal, el cual poseerá aptitudes técnicas y experiencia acordes al cargo de al menos 10 años en un puesto de responsabilidad relacionado con la evaluación de la seguridad en la ingeniería de sistemas y la evaluación de la seguridad dentro del entorno ferroviario, preferentemente de transporte metropolitano.

La Entidad dispondrá un procedimiento para reunir un equipo que cubra todas las disciplinas relevantes asociadas con el alcance exigido y que su capacidad se mantenga en los campos de especialización de cada materia con respecto a los compromisos de sus funciones. Las lagunas en la capacidad debido a los nuevos proyectos o la rotación de personal se gestionarán de forma proactiva. Estas lagunas se identificarán y revisarán, restableciendo las carencias detectadas.

La Entidad deberá contar con procesos de gestión para poder realizar una planificación del trabajo que permita la identificación de los riesgos principales, las soluciones de compromiso en los diseños y las tecnologías clave a utilizar. Esto permitirá ajustar las aptitudes de los expertos en las distintas materias al ámbito específico de las funciones de la Entidad y poner de relieve

los principales riesgos, de modo que puedan identificarse pronto y plantearse con carácter prioritario.

La Entidad dispondrá de procedimientos para realizar una correcta planificación de programas de evaluación o auditorías haciendo uso de las herramientas apropiadas de análisis, auditoría, evaluación de seguridad, etc., a lo largo del ciclo de vida del Proyecto.

La Entidad utilizará un enfoque basado en el riesgo para determinar las áreas de mayor atención dentro del ámbito de la evaluación. En el proceso de auditoría se identificará y se registrará:

- La forma en que el evaluador examina el objeto de la revisión.
- En cómo se identifican los aspectos clave dentro de las actividades objeto de evaluación.
- Los trabajos que se recomiendan realizar.

El resultado de este proceso será trazable y se incluirá en los informes pertinentes.

La Entidad deberá adoptar un enfoque proactivo de la evaluación, no basado únicamente en la revisión de documentos. Una cultura del cuestionamiento ayudará a destacar los temas relacionados con el conocimiento y la experiencia de las evaluaciones de seguridad. Igualmente, la colaboración con la dirección de Proyecto ayudará a comprender mejor los problemas y a resolverlos con rapidez.

La Entidad incluirá dentro de su ámbito de evaluación y competencias, al menos:

- Las unidades objeto de este Pliego.
- El mantenimiento de las unidades y todos sus sistemas.
- La operación de las unidades.
- Consistencia general entre sistemas.
- Las interfaces con otros sistemas.
- Disciplinas específicas de ingeniería como telecomunicaciones, hardware, software, factores humanos...
- Actividades RAM (fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad).
- Actividades de verificación y validación.
- Riesgos de compatibilidad electromagnética (EMC) relevantes para la seguridad (donde sea aplicable).
- Aspectos técnicos en materia de seguridad de los distintos sistemas, actividades y sus aplicaciones que se darán durante el ciclo de vida del Proyecto (por ejemplo, gestión de requisitos, identificación de riesgos, evaluación de riesgos para la seguridad, análisis de riesgos, verificación y validación de sistemas, pruebas, preparación operativa, argumentos de seguridad, etc.).

La Entidad dispondrá de procedimientos de gestión para asegurar que el trabajo realizado durante su asistencia dará como resultado una recomendación y/o un juicio final basado en

argumentos y pruebas. Dichos resultados se concluirán con independencia de las organizaciones sujetas a evaluación.

El equipo que formará parte de la Entidad deberá planificar la interacción con los actores involucrados en el Proyecto durante las revisiones del mismo.

La Entidad tendrá capacidad para la gestión de proyectos y dispondrá de procedimientos documentados para gestionar sus trabajos y funciones.

La Entidad dispondrá de un procedimiento para reportar, gestionar y comunicar observaciones y cuestiones con el fin de permitir posteriormente su clara presentación en informes, mostrando una buena trazabilidad y transparencia en todas las etapas del proceso de evaluación, incluido el cierre.

La Entidad proporcionará informes sobre el progreso de los trabajos, sobre cuestiones clasificadas por su importancia y resúmenes de la situación, según sea necesario, para apoyar los principales hitos del Proyecto y facilitar la identificación temprana de los problemas y mantener una interacción regular entre los principales actores del Proyecto.

La Entidad tendrá procedimientos para la compilación, revisión y aceptación de los informes y recomendaciones realizadas. Estos procedimientos incluirán la posibilidad de revisión, al margen del equipo de asistencia, de informes de importancia alta o cuestiones de alto impacto.

La Entidad tendrá una estructura y un procedimiento para poder gestionar el compromiso con METRO y resto de intervinientes en el Proyecto. De esta forma debe poder asegurar la revisión regular del plan de la asistencia. Los procedimientos deben incluir la posibilidad de informar sobre el desempeño actual en relación con el plan de referencia de la Entidad, identificando y justificando cualquier cambio.

La Entidad tendrá un procedimiento para la creación de un marco en el que poder realizar las comunicaciones con METRO y resto de intervinientes en el Proyecto. La ruta de comunicación será preferentemente a través de un único punto de contacto, pero será posible su ampliación a medida que el Proyecto avance.

La organización de la Entidad dispondrá de un procedimiento para escalar cuestiones que no se estén resolviendo adecuadamente.

8.4.1 Contratación y propuesta técnica de la Entidad de evaluación de seguridad

Lo antes posible y como máximo en el plazo indicado en el apartado 27, el CONTRATISTA hará llegar a METRO una propuesta técnica de la Entidad seleccionada para su aprobación y formalización del contrato, con objeto que la Entidad tenga plena participación en todo el Proyecto, desde su comienzo.

Dicha propuesta técnica deberá cubrir los siguientes aspectos:

- La acreditación como AsBo conforme al Reglamento de ejecución (UE) nº 402/2013.
- Los aspectos relevantes del Proyecto: Unidades híbridas con baterías de tracción y equipamiento de trabajo y la operativa asociada para todos los modos de funcionamiento y alimentación, así como la selección de los mismos, interfaces con infraestructura...
- El enfoque general y la metodología propuesta para llevar a cabo los servicios dentro de su alcance, incluyendo la información detallada que se considere pertinente.
- Un plan general detallado de auditoría y evaluación de seguridad operacional, incluyendo cualquier otra información relevante.
- Un programa detallado de auditoría y evaluación de seguridad general y un cronograma que indique la duración y el momento de la asignación de cada personal experto en la materia u otro miembro del personal asignado al Proyecto.
- Un organigrama del equipo (personal clave) junto con una descripción de sus roles y responsabilidades.
- Curriculum Vitae de las personas clave del equipo, indicando sus cualificaciones y experiencia en proyectos similares.
- Una descripción de experiencia y proyectos similares al actual en los que se hayan desarrollado funciones AsBo por la compañía.
- Una lista completa de entregables, las fechas aproximadas alineadas con el cronograma del Proyecto, y el miembro del equipo responsable de dicha tarea.
- Contenido de plantillas o documentos base a utilizar indicando:
 - Lista de los parámetros a auditar de los distintos sistemas o subsistemas.
 - Contenido de un informe de Auditoría de Seguridad.
 - Contenido de informe periódico (trimestral).

9. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES DE LAS UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR

9.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS UNIDADES

Las unidades de Material Móvil Auxiliar objeto del contrato, se dividen en los siguientes tipos:

9.1.1 Unidades de Material Móvil Auxiliar Tipo I

Las unidades de cada subtipo serán todas idénticas y estarán dotadas de:

- Subtipo I-A:
 - Plataforma aérea de trabajo con mecanismo de tijera
 - Pantógrafos de medida
 - Sistema de almacenaje y transporte de herramientas y materiales;
- Subtipo I-B:
 - Plataforma de carga con polipasto
- Subtipo I-C:
 - Plataforma de carga con Grúa

y sus principales características serán las siguientes:

- Circulación exclusiva ferroviaria
- Autopropulsadas en circulación, desplazamiento y trabajo
- Estarán destinadas a **trabajar y circular** por la red de Metro pesado con curvas de radio mayor o igual a 30 metros (ancho de vía 1445 mm), tanto de gálibo estrecho, como de gálibo ancho, y tanto, vías principales como secundarias
- Serán conformes a la norma UNE-EN 14033 o equivalente (entre otras normas según lo indicado)
- Sistema de freno UIC
- Velocidad máxima de circulación igual o superior a 50 km/h
- Sistema de propulsión mediante sistema híbrido motor diésel y baterías de tracción
- Unidad de ejes
- Cada unidad dispondrá de una cabina de conducción.
- Podrá circular y desplazarse en cualquiera de los dos sentidos de la marcha con las mismas prestaciones
- Incorporará cámaras según normativa en el extremo de la unidad donde no esté ubicada la cabina de conducción.
- Todos los ejes de la unidad deben activar los circuitos de vía (shuntar) según la norma UNE-EN 14033-1 o equivalente.

9.1.2 Unidades de Material Móvil Auxiliar Tipo II

Las unidades de cada subtipo serán todas idénticas y estarán dotadas de:

- Subtipo II-A:
 - Plataforma aérea de trabajo con brazo articulado
 - Portabobinas
 - Sistema de almacenaje y transporte de herramientas y materiales;
- Subtipo II-B:
 - Vagón plataforma de carga
 - Posibilidad de transportar 2/3 barras de carril de 6 metros de longitud.

y sus principales características serán las siguientes:

- Circulación exclusiva ferroviaria
- Unidades remolque (no autopropulsadas) en circulación, desplazamiento y trabajo
- Estarán destinadas a **trabajar y circular** por la red de Metro pesado con curvas de radio mayor o igual a 30 metros (ancho de vía 1445 mm), tanto de gálibo estrecho, como de gálibo ancho, y tanto vías principales como secundarias
- Serán conformes a la norma UNE-EN 14033 o equivalente (entre otras normas según lo indicado)
- Sistema de freno UIC
- Velocidad máxima de circulación igual o superior a 50 km/h
- Unidad de ejes
- Cada unidad dispondrá de una cabina de conducción.
- Incorporará cámaras según normativa en el extremo de la unidad donde no esté ubicada la cabina de conducción.
- Todos los ejes de la unidad deben activar los circuitos de vía (shuntar) según la norma UNE-EN 14033-1 o equivalente.

9.1.3 Unidad de Material Móvil Auxiliar Tipo III

La unidad estará dotada de:

- Portacarriles de tipo diplory con acople mediante lanza
- Con capacidad de transporte de doce barras de hasta 18 metros de longitud

y sus principales características serán las siguientes:

- Circulación exclusiva ferroviaria
- Unidad remolque (no autopropulsada) en circulación, desplazamiento y trabajo

- Estará destinada a **trabajar y circular** por la red de Metro pesado con curvas de radio mayor o igual a 30 metros (ancho de vía 1445 mm), tanto de gálibo estrecho, como de gálibo ancho, y tanto en vías principales como secundarias
- Serán conformes a la norma UNE-EN 14033 o equivalente (entre otras normas según lo indicado)
- Sistema de freno UIC
- Incorporará cámaras IP en ambos extremos de la unidad.

9.2 GÁLIBO

9.2.1 Generalidades

Las unidades deben ser compatibles con el gálibo de todas las vías por las que se requiere su circulación (véase apartado 9.1).

Las unidades deben cumplir los requisitos de inmovilización de las partes móviles de las máquinas en configuración de circulación conforme al apartado 5.2.1 de la UNE-EN 14033-1:2018 (o equivalente). Los pantógrafos de medida deberán disponer de sistemas de bloqueo (prescripción más restrictiva respecto al apartado 5.2.2 de la UNE-EN 14033-1:2018). Si es posible, el accionamiento y la comprobación del estado de bloqueo o desbloqueo de las partes móviles se realizarán desde las cabinas, no siendo necesario bajar a la plataforma de vía.

Los condicionantes o restricciones para la superación de gálibo en configuración de trabajo son determinadas en los apartados de este PPT específicos para los equipos o herramientas de trabajo, véase apartado 16.

El LICITADOR deberá demostrar en su oferta que las unidades propuestas son compatibles con el gálibo de las vías en las que se requiere su circulación, mediante alguno de los métodos descritos en el apartado 9.2.2.f

Se utilizará el resultado del trabajo anterior para verificar que el diseño de las unidades es compatible con el gálibo. En caso de no cumplirse el gálibo por alguna parte o elemento de las unidades, el CONTRATISTA llevará a cabo el rediseño que sea necesario para que las unidades cumplan el requisito de gálibo de circulación.

En la fase de ensayos (tanto en taller de proveedores y fabricante, como en las instalaciones de METRO), se llevarán a cabo las comprobaciones y controles necesarios para garantizar la ausencia de interferencias de las unidades con la infraestructura.

9.2.2 Demostración de cumplimiento de requisito de gálibo en fase de oferta

9.2.2.1 Generalidades

El LICITADOR deberá demostrar que las unidades propuestas son compatibles con el gálibo de las vías en las que se requiere su circulación, mediante alguno de los métodos descritos en estos subapartados.

El método del apartado 9.2.2.2 es más sencillo de aplicar, pero es más conservador, de modo que podría restringir el ofertar determinados modelos de vehículo con dimensiones cercanas a dichos límites. En ese caso, se recomienda utilizar el método definido en el apartado 9.2.2.3.

9.2.2.2 Método 1. Cumplimiento de condiciones dimensionales

9.2.2.2.1 Generalidades

En caso que el LICITADOR opte por este método, debe demostrar que las unidades propuestas:

- a) o bien, cumple con los límites de dimensionales definidos en el subapartado 9.2.2.2.2;
- b) o bien, no cumple los límites de dimensiones definidos en el subapartado 9.2.2.2.2, pero, conforme a la norma UNE-EN 15273 (o equivalente), la ocupación de las unidades es menor que la de un vehículo que si cumpla estas dimensiones y no tenga suspensiones en cualquier lugar de la red ferroviaria definida en el apartado 6 y para una aceleración no compensada de, al menos, $0,85 \text{ m/s}^2$.

El LICITADOR deberá aportar en fase de oferta la información suficiente para demostrar la opción escogida para justificar que las unidades propuestas son compatibles en gálibo con la red objeto de esta Licitación. Se entiende que, al menos, debe aportarse lo siguiente en función del caso:

- En el caso a), plano de conjunto de las unidades con sus dimensiones principales acotadas, incluyendo distancia entre los ejes y longitud de cada vehículo, más, el plano de las unidades inscrito en el plano de gálibo estático de alineación recta.
- En el caso b), además de lo anterior, los planos y cálculos teóricos basados en la UNE-EN 15273.

9.2.2.2.2 Límites dimensionales

Cuando las unidades se encuentren en vía recta, el gálibo estático deberá inscribirse en el perfil de referencia especificado en el plano de METRO n.º 13.794, que se adjunta al presente PPT.

Las unidades deben inscribirse en el barrido producido por vehículos de distancia entre ejes de 3.500 mm y longitud total de estos vehículos no será superior a 7.000 mm, sin contar topes ni enganches.

9.2.2.3 Método 2. En base al gálibo de la infraestructura

Actualmente METRO dispone el escaneo las secciones de la infraestructura para varios tramos de red. Y, entre ellos, dispone las secciones de túnel de la línea 1 y algún túnel de enlace entre líneas considerando, a priori, lo más crítica en cuanto a gálibo. En caso de que el ofertante optase por este método, previa solicitud del mismo, METRO entregaría esta información para que pueda elaborar la documentación técnica a entregar con el Oferta.

A partir de esta información de referencia, el LICITADOR debería determinar el gálibo del Material Móvil conforme a la norma UNE-EN 15273 (o equivalente) y dimensionar las unidades.

9.3 VELOCIDADES

9.3.1 Velocidad en circulación

En horizontal, las unidades serán capaces de circular a una velocidad de al menos 50 km/h, en ambos sentidos.

Las prestaciones de velocidades vienen definidas en el apartado 11.2.

Las unidades circularán marcha a la vista. No obstante, estarán diseñadas para circular en curva, con una aceleración transversal no compensada máxima de, al menos, $0,85 \text{ m/s}^2$, sin afectar a la seguridad en la circulación y sin que ninguno de sus elementos se encuentre sometido a esfuerzos superiores a los nominales de cálculo, tanto en la caja y en sus elementos, como en los ejes.

9.3.2 Velocidad durante el trabajo

Las unidades deberán cumplir con lo especificado en el apartado 16.1.1.5.

9.4 DECELERACIONES

La deceleración del frenado de emergencia respetará lo establecido al respecto en la norma UNE-EN 14033 y en concreto la Tabla 1 – Valores máximos de la distancia de parada, del apartado 4.2.12 de la norma UNE-EN 14033-4:2019 o equivalente.

En caso de que las unidades no dispongan de sistema antibloqueo, en ningún instante se superará el límite de adherencia rueda-carril especificado en este pliego, con objeto de evitar la formación de planos en alguna rueda.

El tiempo de respuesta del freno de emergencia será inferior a 1,5 segundos, desde la aplicación de la orden hasta el establecimiento del 90% del esfuerzo 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.

9.5 ADHERENCIA

Para las condiciones nominales de cálculo se deberá tomar un valor de 0,14 como coeficiente de adherencia máximo.

9.6 PESO Y CARGA POR EJE

Todos los valores de peso indicados se refieren al vehículo dotado de todos sus equipamientos en condiciones de servicio y en condiciones de orden de marcha. El peso por eje máximo admisible de cada vehículo será de 18 toneladas. Excepcionalmente, se admitirá que alguno de los ejes pueda alcanzar en carga máxima un valor superior, siempre y cuando se respete lo dispuesto a este efecto en la norma UNE EN 14033-1 o equivalente. No obstante, cualquier valor superior al indicado deberá justificarse y aceptarse por parte de METRO.

El peso total de las unidades no debe superar las 80 toneladas.

9.7 CONDICIONES DE UTILIZACIÓN ATMOSFÉRICAS Y AMBIENTALES

El diseño de las unidades, así como de sus componentes, tendrá en cuenta las condiciones ambientales a las que estará expuesto durante la circulación, desplazamiento, trabajo, mantenimiento y estacionamiento en intemperie o interior (túnel, nave, etc.), debiendo estar disponibles, ser seguras y soportar sin degradación temperaturas extremas comprendidas entre -15°C y +50°C.

Las variaciones entre las temperaturas citadas pueden ser bruscas, como en el caso de salida desde túnel a depósito ubicado a la intemperie, o viceversa, por lo que todos los equipamientos de los que disponga estarán diseñados para no verse afectados en su funcionamiento en este tipo de situaciones.

Asimismo, se tendrá en cuenta que el ambiente de trabajo de las unidades podrá ser desde muy seco a muy húmedo.

Puesto que el túnel tiene una gran cantidad de polvo, partículas metálicas y contaminantes, los equipamientos de las unidades deberán estar protegidos contra estos elementos.

**SUMINISTRO 24 DE UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LÍNEA
AÉREA Y LA INFRAESTRUCTURA EN LA RED DE METRO DE MADRID**

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL

Las unidades respetarán los límites de emisiones contaminantes establecidas en la Legislación vigente. Asimismo, se minimizarán los ruidos, vibraciones y/o radiaciones electromagnéticas que las unidades pudiesen producir durante su funcionamiento.

Se tendrán en cuenta las medidas necesarias para minimizar el impacto ambiental de posibles vertidos (materiales metálicos, líquido de baterías, lubricantes y aceites) al medio ambiente, tanto en la explotación como en el mantenimiento.

Las unidades no podrán emplear productos y sustancias químicas no permitidas por la Reglamentación vigente. Los elementos que sufran desgastes no podrán contener productos contaminantes.

El consumo de las unidades será lo más bajo posible.

Las unidades deberán poder ser lavadas exteriormente, así como sus ejes y zonas bajo bastidor.

9.8 CONDICIONES DE ACOPLAMIENTO

9.8.1 Generalidades

Las unidades deberán estar preparadas para formar composición entre las unidades tipo I y tipo II en condiciones normales de funcionamiento mediante acoplamiento automático, y entre las unidades tipo I y tipo III mediante lanza.

La conducción de la composición podrá realizarse desde cualquiera de las cabinas.

Las unidades deben cumplir los requisitos definidos en el apartado “10.3 Acoplamientos entre máquinas/vehículos” de la Norma UNE-EN 14033-1:2018 (o equivalente) y lo indicado en el presente PPT (apartados 10.1.2, entre otros).

El acoplamiento será mediante ganchos automáticos Scharfenberg tipo 35 en cada extremo.

El acoplamiento mecánico y neumático será automático a través de dicho gancho.

El acoplamiento eléctrico y electrónico podrá ser posible de manera automática en el acoplamiento, si bien, en cualquier caso, será posible hacerlo manualmente.

Dicha conexión manual:

- Todas conexiones eléctricas estarán integradas en una sola manguera.
- La conexión, a través de dicha manguera, estará duplicada y será posible conectar/desconectar desde sendos lados.
- Podrá ser realizada por una sola persona desde la plataforma de vía.
- Se utilizará un conector estándar, que será determinado en la fase de Diseño.
- El conector tendrá suficientes pines para albergar todas las conexiones eléctricas necesarias para el acoplamiento más, al menos, 6 pines de reserva, por si hiciera falta en futuras modificaciones de las unidades.

El acoplamiento puede producirse por cualquiera de los dos extremos de las unidades indistintamente; es decir, sin que haya limitaciones por realizarse por uno de los extremos.

Debe disponerse de un sistema automático de freno en caso de desacople accidental (intempestivo).

9.8.2 Acoplamiento de socorro

Las unidades deben poder acoplarse con cualquier unidad objeto del alcance y con cualquier tren autorizado a circular por la red de explotación de METRO:

- a) para poder ser rescatado o socorrido en caso de fallo o avería.
- b) para poder rescatar a otra unidad idéntica.

- c) para poder rescatar a una composición formada por la composición de dos unidades del objeto del alcance.

La velocidad de circulación en cualquier rampa debe ser al menos 15 km/h.

El acoplamiento y la circulación del convoy (tren de socorro + unidad con fallo o avería) debe poder realizarse en cualquier punto de la red de explotación de METRO con seguridad.

El acoplamiento y la circulación del convoy (tren de socorro + unidad con fallo o avería) debe realizarse de la manera más segura posible.

Para cualquier tren de socorro, debe disponerse de un sistema automático de freno en caso de desacople accidental (intempestivo).

Tanto desde el puesto de conducción del tren de socorro como desde las unidades con fallo o avería, debe ser posible actuar sobre los frenos de ambas unidades, a excepción de los ejes de los vehículos que no sea posible debido a la avería.

9.8.2.1 Acoplamiento mediante gancho automático

Los ganchos tipo Scharfenberg de las unidades permitirán la acoplabilidad directa y automática con todas las unidades objeto del alcance, con los trenes de viajeros de gálibo estrecho (series c/2000 y c/3000) y los vehículos auxiliares dotados de este tipo de gancho (E-501, etc.), con objeto que las unidades puedan ser rescatadas en caso de avería.

Para el acoplamiento para el rescate o socorro con los trenes de viajeros de gálibo ancho (series c/5000, c/6000, c/7000, c/8000, y c/9000) se empleará un adaptador (o acoplador) de gancho Scharfenberg, que formará parte de la dotación de las unidades.

A través del gancho automático, habrá acoplamiento neumático entre los vehículos proporcionando el freno automático, de manera que en caso de desacople intempestivo se active el freno automáticamente deteniéndose la unidad. Para ello, deberá disponer de un sistema de regulación de presión y llave de aislamiento. Dicha llave de aislamiento deberá accionarse manualmente para comunicar neumáticamente el tren de rescate y la unidad a través del gancho Scharfenberg.

Siempre que el tren de rescate (tren de viajeros o vehículos auxiliares) lo permita, las unidades estarán adaptadas para que exista freno regulable y acoplamiento eléctrico (para proporcionar energía y la señalización de circulación).

Las cotas actuales de montaje, el tipo de gancho automático Scharfenberg y la masa de los vehículos a los que las unidades deberán acoplarse son las siguientes:

Tabla 22: Cotas de montaje y características de los vehículos

Material a acoplar	Vehículo auxiliar	Trenes de viajeros de gálibo estrecho		Trenes de viajeros de gálibo ancho			
	E-501	C/2000	C/3000	C/5000	C/6000	C/8000	C/7000, C/9000
Tipo gancho	Tipo 35	Tipo 35	Tipo 35	Tipo 10	Tipo 10	Tipo 10	Tipo 10
Altura de gancho	681 mm	681 mm	681 mm	860 mm	860 mm	860 mm	860 mm
Masa máxima	66 t	162,75 t	160,84 t	195 t	107.9 t	205.2 t	208.9 t

Entre los planos adjuntos a este PPT se incluyen los relativos al gancho de gálibo ancho - tipo 10 (X.14.04264.00 y X.14.04265.00-I) y gálibo estrecho - tipo 35 (36471 36571). En caso de que el LICITADOR requiriese datos adicionales a los especificados en el presente PPT, éstos podrán ser solicitados a METRO que, en caso de considerarlo necesario, permitirá una visita técnica al material.

El acople podrá realizarse en cualquier punto de la red destino de estas unidades, incluyendo las curvas peraltadas más desfavorables.

En el caso de acoplamiento con material de gálibo ancho, deberá tenerse en cuenta el posible cabeceo del gancho al colocar el acoplador. En caso de que se requiriese, las unidades dispondrán, entre su dotación, de un útil auxiliar que permita corregir el desplazamiento angular que pudiera producirse. Se debe tener en cuenta que la presión general de ambas unidades a acoplar puede ser diferente, a modo de ejemplo, para los trenes de viajeros 10 bar. Se debe incorporar aparellaje intermedio de adaptación de presiones.

Entre la documentación a incluir con las unidades se incluirá un procedimiento de montaje en el que se indique la metodología a emplear en el uso del acoplador, especificando las limitaciones o recomendaciones de uso.

El acoplador estará diseñado para soportar el esfuerzo de tracción y frenado del tren acoplado y el posible impacto en el acoplamiento entre ambos vehículos. Deberán aportarse los cálculos de este elemento, en el que se verifique que se ha tenido en cuenta el máximo esfuerzo de arranque y frenado de los trenes, especificando los correspondientes factores de seguridad empleados. A este efecto, se indican a continuación los esfuerzos máximos del tren 9000 bitensión, en condiciones de carga, que representa el caso más desfavorable que podría darse:

- Esfuerzo tracción y freno máximo en el gancho: 200 kN.
- Aceleración de arranque: 1 m/s².
- Deceleración de freno: 1.2 m/s².

- Rampa máxima: 55 mm/m.

El acoplador deberá disponer de las protecciones adecuadas, que eviten el riesgo eléctrico asociado a la apertura de las botoneras eléctricas en el acople entre dos trenes. El acoplador formará parte de la dotación de las unidades.

El diseño del acoplador deberá tener en cuenta lo dispuesto en el documento de METRO relativo a la manipulación de cargas, adjunto al presente PPT, *"IG-08 Manipulación Manual de Cargas REV 1"* y a la normativa de referencia asociada a la misma.

9.8.2.2 Acoplamiento mediante barrón

Para el caso el acople con otro vehículo no sea posible mediante gancho automático, se debe poder realizar un acoplamiento mecánico mediante barrón.

Así, adicionalmente a los acoples automáticos, las unidades deben disponer de sistemas de enganche mediante barrón, para que puedan ser rescatadas/remolcadas en caso de que, por avería las unidades, no tuvieran capacidad de autopropulsión o de circular de manera autónoma con seguridad (imposibilidad de aplicar freno, etc.). Esta característica debe existir desde cualquiera de los dos extremos de las unidades.

Las unidades, dentro de su dotación, dispondrán del barrón o barrones necesarios para el rescate por cualquier vehículo tractor de METRO (material auxiliar o tren de viajeros).

En caso de necesitar la geometría de los enganches para barrón, así como las cotas de altura respecto del carril, de los distintos vehículos de METRO, puede consultarse esta información a METRO.

El acople podrá realizarse en cualquier punto de la red destino de estas unidades, incluyendo las curvas peraltadas más desfavorables.

El sistema en enganche mediante barrón estará diseñado para soportar el esfuerzo de tracción y frenado del tren acoplado y el posible impacto en el acoplamiento entre ambos vehículos. Deberán aportarse los cálculos del sistema de enganche, zona del bastidor afectada y barrón, en el que se verifique que se ha tenido en cuenta el máximo esfuerzo de arranque y frenado de los trenes, especificando los correspondientes factores de seguridad empleados. A este efecto, se indican a continuación los esfuerzos máximos del tren 9000 bitensión, en condiciones de carga, que representa el caso más desfavorable que podría darse:

- Esfuerzo tracción y freno máximo: 200 kN
- Aceleración de arranque: 1 m/s²
- Deceleración de freno: 1,2 m/s²
- Rampa máxima: 55 mm/m

El barrón, enganche, falso tope y resto de elementos del bastidor de las unidades deben soportar los esfuerzos a los que pudiera estar sometido mediante una maniobra de rescate, sin que dé

lugar a deformación plástica de elemento alguno. El CONTRATISTA debe entregar un informe justificando esta característica mediante cálculos o ensayos.

Ambos extremos de las unidades deben contar con tomas rápidas neumáticas para alimentar el circuito principal de freno, freno automático y el freno continuo, con objeto de poder controlar el freno desde el tren remolcador.

9.9 MANIOBRAS Y LEVANTE EN TALLERES O EN CASO DE DESCARRILAMIENTO

Las unidades dispondrán de puntos de arrastre laterales, preferiblemente en el bastidor, para que pueda ser movido en talleres de METRO mediante cabrestantes.

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 (o equivalente).

Para el caso de descarrilamiento, se dispondrá, en las zonas de los testeros de cada uno de los vehículos que compongan las unidades, de cuatro apoyos laterales, uno en cada esquina del bastidor, que permitan el asentamiento de gatos. 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 (o equivalente) hasta 1,0.

Cada vehículo estará diseñado para poder ser levantado por uno de sus testeros, 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.

9.10 MANTENIMIENTO

La disposición de los diferentes aparatos sobre las unidades permitirá un uso y mantenimiento sencillo. Se evitará, siempre que sea posible, la necesidad de desmontar elementos para la reparación, mantenimiento o sustitución de otro elemento.

En el diseño de las unidades deberán incorporarse el máximo número de elementos diseñados para que duren al menos toda la vida prevista de las unidades.

La resistencia a la fatiga del bastidor y las fijaciones o sujeciones de equipos debe estar determinada por el fabricante considerando el uso previsto y el kilometraje previsto de las unidades. Se permite evaluar mediante comparación con los datos anteriores relativos a fatiga de máquinas existentes.

La vida y uso previsto de las unidades viene descrito en el apartado 7.

Además de la documentación solicitada en el apartado 19 del presente PPT, el CONTRATISTA deberá aportar toda la documentación que permita a METRO asumir, de forma eficiente, el mantenimiento preventivo, correctivo y modificativo de las unidades. Así mismo deberá aportar el utillaje específico y necesario que permita realizar las tareas de mantenimiento de las unidades.

Todos los aparatos que se encuentren situados en el exterior de las unidades y que requieran de cualquier tipo de manejo durante su uso (desbloqueo del freno de estacionamiento, tomas eléctricas para portátiles, tomas de aire, setas de emergencia, etc.) estarán duplicados, de forma que sean accesibles desde ambos costados de las unidades.

10. BASTIDOR Y CAJA

Se requerirá lo indicado en los apartados correspondientes de las normas UNE-EN 14033, con las consideraciones establecidas a continuación.

10.1 BASTIDOR

10.1.1 Estructura del bastidor

En las cargas de elevación y sobreelevación, conforme al apartado 6.3.2 de la norma UNE-EN 12663-1:2010 (o equivalente), se considerará el vehículo cargado.

10.1.2 Acoplamientos, enganches y topes

Los órganos de choque y tracción deberán cumplir los requisitos especificados en el apartado 10 de la norma UNE-EN 14033-1:2018 (o equivalente), considerándose lo indicado en el presente PPT, en este apartado y en el apartado 9.8 entre otros (en caso de duda, se aplicará el criterio más restrictivo).

10.1.2.1 Enganches automáticos

Las unidades estarán dotadas en cada extremo de enganches automáticos Scharfenberg tipo 35. Éste permitirá el acoplamiento a los vehículos de gálibo estrecho de METRO, así como el acoplamiento con otra unidad objeto del alcance y con otros vehículos auxiliares que dispongan de gancho Scharfenberg (como la amoladora E-501), en caso de rescate.

Para el acople con vehículos de gálibo ancho se dispondrá de un adaptador (de Scharfenberg tipo 35 a Scharfenberg tipo 10 con la diferencia de altura adecuada) que deberá soportar los esfuerzos máximos fijados en el apartado 9.8 del presente PPT.

El acople podrá realizarse en cualquier situación de las unidades en la red: túnel, peralte máximo, curva de radio mínimo, etc.

10.1.2.2 Topes y remolque mediante barrón

Adicionalmente, cada unidad dispondrá, en ambos testeros, de un punto de anclaje para remolque con barrón de la unidad. Deberá garantizarse que, durante el remolcado con cualquiera de los vehículos de METRO, no se producen deformaciones permanentes en la unidad. Siempre que sea posible técnicamente, estos puntos de anclaje llevarán un agujero de diámetro 40 mm, equipado con un bulón de 38 mm ya altura del centro del agujero será de 970 mm sobre el nivel del carril. Las unidades dispondrán de los barrones necesarios para el acoplamiento con cualquier tren de METRO.

La resistencia mecánica de los topes permitirá absorber los impactos a baja velocidad, con otros vehículos que puedan circular por la red de METRO, garantizando la ausencia de daños sobre los operarios, las unidades y su equipamiento, en condiciones de rueda nueva y vehículo cargado.

Asimismo, debe garantizarse que la sujeción del falso tope al bastidor permite soportar los esfuerzos de tracción que pudiesen generarse durante el remolque de las unidades en caso de avería.

Entre la dotación de las unidades se encontrará el barrón de remolque, compatible con el agujero sobre el falso tope y capaz de remolcar las unidades en condiciones de carga máxima y rampas / pendiente máxima. Deberá alojarse, convenientemente fijado, en el interior de las unidades y poseerá la adecuada certificación, basada en los pertinentes cálculos estructurales.

10.2 ESTRUCTURA DE CAJA

La estructura de caja será enteramente metálica, salvo en aquellos elementos que, por su propia funcionalidad, deban estar fabricados en otro material.

Los equipos y elementos fijados al bastidor y la estructura de caja mediante uniones atornilladas, respetarán lo indicado en las normas DIN 25201 y VDI 2230-1 (o equivalentes).

10.3 CABINAS

10.3.1 Generalidades

En el diseño de las cabinas deberá evitarse cualquier elemento estructural saliente o con aristas marcadas. En caso de existir, deberán estar debidamente protegidas y marcadas en color negro y amarillo.

El recubrimiento interior de las cabinas estará acorde con el uso y destino de las unidades. Se dispondrán los correspondientes paneles aislantes térmicos y acústicos.

Se evitará la presencia de tuberías y mangueras en el recinto interior de la cabina. En caso de existencia, deberán estar adecuadamente protegidas.

Deberá haber un lugar destinado para alojar documentación de la unidad.

10.3.2 Dimensiones

Las dimensiones de las cabinas serán las máximas posibles, en armonía con el espacio necesario para la instalación del resto de los equipos funcionales que deban llevar las unidades.

El suelo estará a un único nivel y será antideslizante. Si hay escalones, éstos deben estar señalizados con bandas negras y amarillas. La iluminación de cabina asegurará la visibilidad de los mismos.

10.3.3 Accesos

Podrá accederse a la cabina, con seguridad y facilidad, desde ambos lados de las unidades, tanto desde la plataforma de vía, como desde el andén (ya sea en líneas de gálibo ancho o estrecho).

Si es posible técnicamente, desde la cabina se accederá, de forma directa, a una pasarela de servicio que atravesará las unidades transversalmente. El acceso a esta pasarela podrá realizarse también desde el exterior, mediante escaleras ubicadas en ambos laterales de las unidades.

Las escaleras garantizarán el acceso cómodo y seguro. A este efecto, se intentará que la profundidad de los escalones sea mayor a 150 mm y la anchura sea superior a 600 mm, con distancia vertical entre dos pasos consecutivos comprendida entre 200 y 500 mm. Deberán disponerse estribos, pasamanos y/o barandillas que permitan el acceso en condiciones de seguridad. Además, todos los accesos exteriores estarán debidamente protegidos mediante barras horizontales, abatibles por uno de sus extremos.

Todas las zonas accesibles de las unidades, situadas por encima de 580 mm, respecto de la superficie de rodadura del carril, deben estar protegidas de las líneas aéreas en tensión mediante un techo.

10.3.4 Puertas

La puerta de la cabina tendrá un enclavamiento para quedar fijada, tanto en posición abierta como cerrada, al objeto de impedir su movimiento durante la marcha de las unidades, o bien al quedar este detenido en curva con peralte. Además, deberán disponer de cerradura con llave. Las características de la cerradura se detallan en el apartado 10.10.1 del presente PPT.

Cuando la puerta esté abierta, no debe sobresalir hacia el gálibo de circulación. La maniobra de apertura o cierre se podrá efectuar, indistintamente, desde el interior y el exterior de la cabina, por medio de la correspondiente empuñadura. Éstas serán ergonómicas y seguras, para garantizar la salida en caso de emergencia y evitar la apertura accidental.

Además, deberá ser posible abrir y cerrar las puertas desde el nivel del suelo o de una plataforma (andén). A este efecto, las puertas podrán disponer de empuñaduras adicionales, instaladas al nivel adecuado.

El diseño de las puertas garantizará su robustez, seguridad, y estanqueidad, tanto al aire como al agua. En caso de utilizarse elementos espumantes de relleno, éstos no absorberán agua, prohibiéndose su utilización si así fuese. Asimismo, si las puertas fuesen de poliéster (composición total o parcial), deberá garantizarse que éstas no se deformarán o agrietarán con el tiempo, impidiendo así que entre agua en los entrepaños de la misma.

Se procurará que las dimensiones de las puertas sean, como mínimo, de 600 mm de ancho y 1900 mm de alto. Deberán disponer de ventanas con lunas de seguridad, de un espesor mínimo de 6 mm.

10.3.5 Ventanas

10.3.5.1 Ventana frontal

La cabina deberá tener una ventana frontal, que abarcará la anchura máxima de cada unidad.

La luna de la ventana frontal estará constituida por vidrio incoloro de seguridad de, mínimo, 10 mm de espesor. La fijación de la luna se realizará mediante perfil de goma o bien mediante pegado, asegurando una estanqueidad y una resistencia total frente a impactos. El montaje y desmontaje debe de efectuarse de una forma simple y segura.

Se evitará el deterioro de la visibilidad del conductor mediante la incorporación de un dispositivo limpiaparabrisas y antivaho sobre la luna frontal. Las características de robustez y fiabilidad de este dispositivo en cualquier modo de funcionamiento, bien sea seco o húmedo, garantizarán el funcionamiento e integridad del mismo a lo largo del tiempo.

Deberá haber cortinillas para evitar el deslumbramiento por el sol.

10.3.5.2 Limpiaparabrisas

El mando del limpiaparabrisas será eléctrico y se controlará desde un pulsador enclavado, situado en el pupitre de conducción, adecuadamente dimensionado al valor de corriente del circuito en el que esté instalado.

Para el funcionamiento de este sistema se dispondrá de un motor eléctrico, de diseño sobredimensionado, a fin de garantizar su funcionamiento ante cualquier estado de uso o limpieza del cristal, sin disminuir la vida del mismo.

La escobilla debe poseer un sistema de desmontaje que impida o dificulte extremadamente su robo.

Este dispositivo incorporará también el sistema de lavaparabrisas. Se accionará mediante una manipulación específica o bien de forma simultánea al arranque inicial del limpiaparabrisas.

El acceso al depósito lavaparabrisas se realizará de forma rápida y simple, sin que posibles derrames en el entorno puedan afectar a circuitos o aparatos. Su capacidad permitirá un elevado número de usos sin precisar rellenos.

10.3.5.3 Ventanas laterales

Las ventanas laterales serán de semiapertura, deslizando por el exterior. La parte móvil de la ventana tendrá la posibilidad de quedar enclavada en diversas posiciones intermedias. Estarán dotadas de vidrios de seguridad de un espesor mínimo de 6 mm y estarán fijadas mediante perfil de goma o pegado.

Tanto las ventanas laterales como la frontal tendrán una forma adecuada al conjunto de las formas de los laterales y del testero de las unidades. En cualquier caso, se desea una superficie máxima acristalada, con unas interrupciones mínimas debidas a los montantes. Éstos serán lo más delgados posible, pero diseñados para soportar la resistencia exigida.

Deberá haber cortinillas laterales para evitar el deslumbramiento por el sol.

10.3.6 Calefacción, refrigeración y ventilación

Las cabinas estarán completamente cerradas y dispondrán del aislamiento térmico adecuado.

Cada cabina tendrá su propio sistema (o equipos) de calefacción, refrigeración y ventilación. Es decir, serán independientes.

Su diseño será capaz de regular la temperatura entre 19 y 25 °C (medida a 1,5 m por encima del nivel del suelo, en el asiento del conductor) en el interior, para unos límites exteriores máximos de -10°C y +45°C.

La calefacción será mediante bomba de calor, con objeto de ahorrar energía de las baterías en configuración de trabajo.

La calefacción será programable, con una anticipación de 24 horas. Dispondrá de un dispositivo de seguridad que le proteja en caso de aumento anormal de temperatura del aire o bien del propio equipo. En caso de activación de este equipo de seguridad, el equipo de calefacción/refrigeración se podrá aislar de manera fiable.

El gas a emplear por el equipo de aire acondicionado y bomba de calor deberá cumplir la normativa medioambiental en el momento de la puesta en explotación de cada unidad.

El sistema de ventilación debe garantizar un volumen mínimo de aire limpio filtrado de, al menos, 30 m³/h por persona. No debe provocar corrientes de aire ni afectar al confort interior de la cabina.

Existirán filtros de partículas cuyo diseño evite la entrada del 95% de polvo en cabina.

Deberá disponerse de un extractor de aire en cada cabina, de accionamiento manual, que permita su uso en momentos puntuales, para limpiar el interior del habitáculo de posibles partículas en suspensión, y para mantener los niveles de exposición de monóxido y dióxido de carbono dentro de los límites de seguridad y salud permitidos. Su caudal permitirá realizar esta operación en tiempo reducido.

Las cabinas deben disponer de los medios técnicos (aislamiento, filtros, etc.) para que los trabajadores nunca superen los límites de exposición para agentes químicos actualmente en vigor; así como, los límites de exposición con una fecha de entrada en vigor ya establecida en normativa de la Comunidad de Madrid, España o de la Unión Europea. A tal efecto, y sin que sirva como limitativo, considérese lo publicado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) de España en el documento “Límites de exposición profesional para agentes químicos en España” del año en curso, o equivalente.

Téngase en cuenta que, la ventilación del túnel está dimensionada para el servicio de trenes de viajeros y no para el trabajo intensivo de vehículos con motores de combustión.

10.3.7 Iluminación interior

La iluminación debe permitir que todos los elementos necesarios para la conducción y operación sean claramente visibles. Se debe entregar un estudio lumínico detallado del interior de las cabinas. Se tratará de obtener una intensidad luminosa de 100 lx en el pupitre de conducción y de, al menos, 30 lx en el resto de zonas de la cabina. El sistema de iluminación deberá incorporar un sistema de iluminación de emergencia.

En el techo de las cabinas se colocarán los puntos de luz adecuados para conseguir obtener la intensidad luminosa indicada. Se preferirá el empleo de tubos LED, protegidos por la correspondiente rejilla. Se maximizará la altura desde el suelo de la cabina.

El pupitre o, preferentemente, sus aparatos estarán dotados de su propio sistema de iluminación, que facilite la perfecta observación y lectura de los aparatos en él situados. Para la iluminación interior de los botones pulsadores y la instrumentación se utilizarán, exclusivamente, diodos luminiscentes de alto rendimiento y muy larga duración. La iluminación de los instrumentos de control será de intensidad regulable.

De forma adicional, existirá una lámpara, ubicada en el techo o en lugar equivalente, que pueda iluminar el pupitre de conducción cuando el alumbrado anteriormente indicado se encuentre apagado. Esta lámpara no provocará reflejos molestos en los cristales de las ventanas, que pudiesen molestar a los ocupantes de la cabina.

10.3.8 Pupitres de conducción

10.3.8.1 Características generales

Cada cabina dispondrá de un pupitre de conducción que contendrá todos aquellos aparatos indicadores y elementos necesarios para la conducción de las unidades, en ambos sentidos de la marcha.

El pupitre estará diseñado con forma ergonómica, para una cómoda utilización de todos sus elementos desde el asiento del conductor, sin que éste deba forzar la postura. En este aspecto, se respetará lo dispuesto en la ficha UIC 651 (o equivalente).

El conjunto del pupitre deberá ser sólido y resistente. El acabado superficial será resistente a la abrasión y el rayado.

La posición del asiento del conductor será, aproximadamente, centrada con respecto a la anchura de cada unidad, salvo que esto no sea posible por cuestiones funcionales. La posición del asiento y del pupitre será tal, que le permita al conductor mirar directamente hacia la vía, sin tener que girar la cabeza. Se tendrá en cuenta que en METRO la circulación es por la izquierda.

El detalle de las cabinas con la distribución de elementos y espacios deberá contemplarse en el proyecto constructivo (o fase de Diseño) que el CONTRATISTA presentará mediante planos y un modelo 3D en un formato compatible con CATIA v5, de forma virtual (o en su defecto una maqueta física), a METRO para su visto bueno, antes de acometer su fabricación.

10.3.8.2 Distribución y características de los controles e indicadores

En el diseño de los pupitres se tendrá en cuenta que el conductor debe atender, simultáneamente, a todas las funciones propias de la conducción (tracción, frenado, radiotelefonía, hombre muerto, etc.). Por esta razón, se agruparán los órganos de control, de forma que se minimicen los riesgos de maniobra no deseada o equivocada.

Los mandos, controles o indicadores de uso más frecuente se dispondrán en zonas de visibilidad y acceso óptimo. Los órganos de control que tengan que ser accionados en situaciones de peligro, se colocarán de tal forma que puedan ser accionados rápida y correctamente, incluso en la oscuridad.

En todo caso, se procurará que la distribución de mandos corresponda, en la medida de lo posible, con una dresina torre existente, de forma que se facilite al operario el manejo de la nueva máquina.

La identificación de los controles e indicadores será similar a la de otros vehículos auxiliares de METRO. En cualquier caso, deberán quedar definidos en el proyecto constructivo y ser aprobados por METRO antes de su implantación.

Cuando ello no sea posible, la distribución de mandos procurará respetar las seis zonas de distribución siguientes (informativo):

- Zona superior izquierda:
 - Disyuntores, interruptores magnetotérmicos o fusibles.
 - Lámpara de control de “batería conectada”.
 - Llave de contacto de “conectar batería”.
 - Interruptor o pulsador de arranque y parada de tracción (“start/stop”).
 - Interruptor o pulsador de arranque del motor (“start”).
 - Pulsador de parada del motor (“motor stop”).
 - Lámparas de control de presión de aceite del motor, de temperatura del motor y de “pupitre conectado”.
 - Lámparas de control de “pupitre conectado”.
 - Llave de contacto “conectar pupitre”.
 - Seta de emergencia o pulsador de parada de emergencia.
- Zona superior central:
 - Pulsador de “anular seguros”.
 - Pantalla de control y visualización del sistema PLC.
- Zona superior derecha:
 - Manómetro de presión de los depósitos de aire principales (aguja blanca) y de presión de frenado (aguja roja).
 - Manómetro de presión del mando del freno (aguja blanca) y de presión del freno de estacionamiento (aguja roja).
 - Manómetro de presión de la tubería neumática principal o de alimentación.
- Zona inferior izquierda:
 - Interruptores auxiliares (limpia-parabrisas, luces, ventilación, calefacción, etc.)
 - Pulsador del avisador acústico.
 - Pulsador, lámpara y avisador acústico del sistema de hombre muerto.

- Pulsadores de los areneros.
- Otros interruptores o pulsadores auxiliares.
- Zona inferior central:
 - Mandos de tracción y freno regulable (de servicio).
 - Pulsadores de selección de avance “adelante” y “atrás”.
 - Selectores de avance en marcha “de trabajo”, “adelante” y “atrás”.
- Zona inferior derecha:
 - Palancas de mando del freno indirecto.

El sistema de hombre muerto dispondrá de dos mandos que podrán ser usados indistintamente por el conductor, uno mediante pulsador en el pupitre y otro mediante pedal.

Se estudiará e implementará, con aceptación previa de METRO, una función de puesta en servicio y fuera de servicio automática de la unidad, de manera similar a los trenes de viajeros, en los que existe la posibilidad de que con un sólo mando (botón), de manera automática, la unidad sigue una secuencia de activación o conexión de sistemas, necesarios para poner totalmente en servicio la unidad: batería auxiliar, pantógrafo, sistema de tracción, sistemas de auxiliares, etc.

El panel de puesta en servicio/fuera de servicio se ubicará preferentemente en la parte frontal superior de la cabina, y estará integrado, de forma orientativa, por los siguientes módulos de elementos principales con las siguientes funciones:

- Conexión y desconexión, de los diversos circuitos auxiliares de la unidad, de forma manual y de forma automática mediante una secuencia preestablecida.
- Mando y regulación del sistema de ventilación forzada de la cabina.
- Aparatos de medida (amperímetro de la corriente de red, voltímetro de batería, esfuercímetro de motores).

Todos los aparatos, mandos e indicadores del pupitre irán convenientemente rotulados, de manera indeleble, con la designación indicativa de la función que realizan. El texto será breve, preciso y en idioma español.

Además, dispondrán de una buena visibilidad, tanto en túnel como en intemperie, de día o de noche. Se prestará especial atención a la visibilidad disponible la pantalla del sistema informático.

Se dispondrá de buena visibilidad de todos los controles e indicadores, incluido pantallas, en cualquier condición de iluminación: de día a la intemperie, en túnel sin ningún tipo de iluminación. Las zonas de visualización de instrumentos y control irán equipadas con medios anti reflectantes.

De forma adicional a los tubos ubicados en el techo de la cabina y a la lámpara sobre pupitre, se dispondrá una lámpara empotrada de techo que ilumine, de forma específica, el pupitre de conducción. Esta lámpara podrá ser apagada o encendida, a voluntad, desde el pupitre de conducción, de manera independiente el alumbrado fluorescente general y a la lámpara sobre el pupitre.

La fuerza máxima para accionar un órgano de control con la mano será de 150 N y de 300 N si es accionable mediante el pie. Los movimientos que requieren precisión no exigirán la aplicación de fuerzas importantes.

Las señales acústicas que pudiesen generar los distintos aparatos, mandos e indicadores deberán ser claramente distinguibles entre sí y con respecto al ruido ambiente. La procedencia de la señal acústica deberá ser clara.

En la parte izquierda del pupitre, o bien en la parte izquierda del asiento del conductor, se dispondrá de un sistema de comunicaciones conforme al apartado 13.15. que será válido, tanto para el antiguo sistema empleado en METRO en la banda de los 160 MHz (VHF), como en el nuevo sistema basado en la tecnología TETRA.

10.3.8.2.1 PLC de control y visualización

En cada pupitre de conducción existirá una pantalla o pantallas con membrana táctil, desde la que se controlará un microprocesador programable, encargado de controlar y comprobar todas las funciones y seguridades de las unidades:

- Elementos de control de la marcha (velocidad, etc.).
- Elementos de control de las unidades (nivel de combustible y de agua, tipo de pantógrafo de medida elevado/bajado, parámetros de carga-descarga de batería de tracción y de auxiliares, nivel de carga de batería de tracción y de auxiliares, , tensión de batería de tracción y de auxiliares, temperatura de batería de tracción, tensión del enlace DC, potencia instantánea, etc.).
- Sistema de avance. Grupos conectados o desconectados.
- Frenos de emergencia. Freno de estacionamiento activado.
- Información de equipos funcionales y de trabajo, como bloqueos de elementos móviles.
- Elementos de control del motor diésel (rpm, temperaturas, niveles, presiones, etc.).
- Estado Seta de emergencia.
- Principales averías y anormalidades.
- Contadores (kilómetros recorridos, horas de funcionamiento, etc.).

Cualquier anomalía o detección de operación incorrecta deberá reflejarse en la pantalla y, si fuese necesario, generar la parada de la unidad y/o equipos/sistemas. Estas funcionalidades

serán determinadas por el CONTRATISTA y aprobadas por METRO en fase de Diseño; si bien podrán implementarse a petición de METRO, mientras está vigente el Contrato, y contemplarse en el estudio RAMS según apartado 8 de este PPT.

Por ejemplo, en caso de que se detectaran síntomas de que la unidad circula con el pantógrafo de medida inadecuado (por ejemplo, las alturas medidas por el pantógrafo activo no correspondieran a las del gálibo por donde circula la unidad), deberá producirse una alarma visual y acústica, entre otros.

El PLC constará de un apartado de mantenimiento a través del cual se podrá comprobar los principales sistemas de las unidades. El diseño del software estará optimizado para la detección de averías, segregando por sistemas y descendiendo al mayor detalle posible de las mismas.

Se tendrá en cuenta la posibilidad de conexión remota mediante web o sistemas Tren-Tierra (a definir en conjunto con METRO). Así como la posibilidad de realizar con los datos recibidos y almacenados mantenimiento CBM (Condition-Based Maintenance) o mantenimiento predictivo con los datos recibidos y almacenados.

La información de todos los sistemas deberá estar representada en varias pantallas, seleccionables desde la pantalla con membrana táctil. Cada función a seleccionar deberá disponer de un símbolo gráfico característico. La representación de la información se procurará que sea lo más similar posible a la existente en las últimas dresinas DT de METRO, para facilitar al operario su comprensión (los datos de detalle se aportarán al inicio del proyecto, debiendo definirse por parte del CONTRATISTA el diseño del pupitre final para la aprobación final por parte de METRO).

El PLC deberá controlar todas las funciones de la unidad, impidiendo que el operador pudiese realizar cualquier operación que pudiese motivar alguna situación peligrosa, o bien alguna avería al propio vehículo.

Todos los eventos analizados por el PLC deberán quedar memorizados en el sistema para su análisis.

10.3.8.2.2 Mando de freno de estacionamiento

En el pupitre se dispondrán los interruptores pulsadores para el accionamiento del freno de estacionamiento.

La activación de este freno impedirá la tracción de la unidad.

10.3.8.2.3 Selección y accionamiento del pantógrafo de medida

Se dispondrá de un panel auxiliar con los elementos necesarios para alimentar a los pantógrafos, diferenciando unívocamente la selección y el accionamiento de pantógrafos de gálibo estrecho y de pantógrafos de gálibo ancho. Se deberá garantizar la correcta selección de pantógrafo, en fase de Diseño se determinará la mejor solución, previa aprobación por METRO.

Los pantógrafos se podrán elevar por los siguientes medios, por orden de prioridad:

- utilizando presión de reserva en los depósitos,
- utilizando la presión generada por el compresor principal alimentado por la batería principal.
- utilizando un grupo motocompresor auxiliar conectado directamente de batería auxiliar y que arrancará cuando el circuito no tenga presión suficiente y no sea posible generar el aire a presión necesario mediante el compresor principal. Será con lógica de funcionamiento que impida su funcionamiento continuo en caso de fuga,
- mediante dispositivo manual para elevación.

No obstante, en la fase de Diseño se valorará la necesidad de la incorporación del grupo motocompresor auxiliar. METRO aprobará la solución final a instalar en las unidades.

Se dispondrá de un dispositivo manual para elevación de los pantógrafos ante falta de aire. El dispositivo será accesible desde cabina. Se presentarán en fase de Diseño varias alternativas considerando facilidad de uso, fiabilidad y tiempo necesario para elevación de los pantógrafos. METRO aprobará la solución final a instalar en las unidades.

10.3.9 Asientos

10.3.9.1 Asiento del conductor

Será de concepción moderna y diseño ergonómico. Sus dimensiones serán acordes a la Norma ISO 11112 (o equivalente). Estará mullido, tapizado y dispondrá de respaldo. Para que el conductor pueda adoptar la postura más conveniente para la conducción y controlar la unidad en las condiciones de operación previstas, el asiento y su respaldo permitirán el movimiento vertical y horizontal, mediante el accionamiento de dispositivos ubicados sobre el propio asiento, que serán robustos y fiables.

Deberá estar sólidamente montado sobre una peana abatible que, en caso de ser necesario, permita el paso libre de un lateral a otro de la cabina. El abatimiento y apoyo del asiento sobre el pupitre no deberá degradar ambos elementos.

Con objeto de facilitar los trabajos a realizar en las partes inferiores del pupitre de conducción, el conjunto del asiento deberá ser fácilmente desmontable desde la peana.

La tapicería del asiento será muy resistente a la abrasión e, incluso, al mal trato. Será fácilmente lavable y/o sustituible.

10.3.9.2 Asiento para acompañante

Cada cabina dispondrá de, como mínimo, un asiento ergonómico para acompañante. Sus dimensiones serán de, al menos, 430 mm de ancho y 360 mm de profundidad.

El asiento dispondrá de respaldo y se abatirá automáticamente hacia arriba, cuando no exista nadie sentado.

En caso de que sea posible, bajo los asientos se dispondrá de un arcón para el almacenaje de herramientas, útiles, etc.

10.3.10 Extintores

Cada cabina dispondrá de un extintor de incendios de polvo polivalente ABC, de 6 Kg de capacidad, con eficacia igual o mayor a 21A-113B, igual o muy similar a los utilizados por METRO en el Material Móvil.

Estarán ubicados correctamente, en un lugar fácilmente accesible. Dispondrán de pictogramas que faciliten su visibilidad en caso de emergencia.

10.3.11 Ruido en cabina

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), y sin ser necesario el uso obligatorio de protectores auditivos. En este sentido, se tendrá en cuenta las medidas a adoptar frente a fuentes de ruido, especificadas en la norma EN ISO 11688-1 (o equivalente).

En todo caso, 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.

10.3.12 Enchufes

Cada cabina dispondrá de al menos un enchufe de corriente eléctrica 230 Vca a 50 Hz. La toma de corriente debe respetar el estándar en España.

También se dispondrá de una toma de corriente de 24 Vcc, por cabina.

10.3.13 Botiquín

Se dispondrá de botiquín con material de primeros auxilios según la legislación aplicable vigente.

10.4 SEÑALIZACIÓN Y ALUMBRADO EXTERIOR

10.4.1 Bocinas de aviso

Se dispondrá de una bocina de aviso para cada dirección de movimiento. Estarán situadas bajo el bastidor o, preferentemente, sobre la cubierta de las unidades, en la zona de la cabina. Se orientarán de forma que el efecto del sonido sobre el personal sea lo menor posible.

Cumplirán lo requerido sobre avisadores sonoros en las normas UNE-EN 14033 (o equivalente) y limitaciones sonoras de normas UNE-EN ISO 3095 y 3381 (o equivalentes).

Serán de accionamiento eléctrico. Dispondrán de dos tonos distintos y sucesivos, sin cadencia prescrita. Podrán ser accionadas mediante dos actuadores diferentes, ubicados ambos en el pupitre de conducción.

10.4.2 Faros y pilotos

Las unidades estarán dotadas de faros y pilotos en ambos testeros, ubicados a la altura del bastidor.

Cada grupo de faros-pilotos poseerá una óptica blanca para faros y una óptica roja para pilotos. Las ópticas rojas se ubicarán hacia el exterior y las blancas hacia el interior.

Las luces deben cumplir los requisitos de la Norma UNE-EN 15153-1 (o equivalente), en lo que respecta a dimensiones y color (radiación espectral e intensidad).

La funcionalidad será la siguiente:

- **Faros:** Alumbrarán con "luz corta" cuando la palanca o interruptor de inversión del sentido de marcha se encuentre en "adelante" empujado.

Adicionalmente, mediante un pulsador sensitivo de pupitre, se podrá seleccionar "luz larga" tanto si se encuentran encendidos los faros como los pilotos.

La luz de los faros será de color blanco.

- **Pilotos:** Alumbrarán con luz roja cuando la palanca o interruptor de inversión del sentido de marcha no tenga seleccionado "adelante".

Serán comandados mediante los correspondientes mandos disponibles en el pupitre de conducción.

La tensión de alimentación de faros y pilotos será la de batería (24 Vcc). La intensidad luminosa será la suficiente para cumplir los requisitos de visibilidad especificados.

Cada faro y piloto llevará una parábola reflectora. En ambos elementos se emplearán lámparas LED de larga duración y máxima calidad. Preferentemente, estas lámparas procederán del sector de automoción.

La ubicación de faros y pilotos evitará la reducción de la vida de la lámpara, debida a la acumulación de calor o a las posibles vibraciones propias de la marcha. El conjunto será totalmente estanco, para evitar la entrada de agua en el interior. Así mismo el sistema deberá indicar alarma en el pupitre de conducción ante el fallo de cualquier lámpara.

La reposición de lámpara deberá ser rápida y sencilla, y los materiales utilizados en los faros, serán tales que no puedan romperse, agrietarse, etc., ante sucesivas manipulaciones o por el calor generado.

No llevará porta-señales según la UNE-EN 14033 (o equivalente).

10.4.3 Iluminación de trabajo

En las plataformas aéreas de trabajo se colocarán unos focos fijos orientables que puedan iluminar la zona de trabajo. El nivel de iluminación general mínimo será de 200 lx.

10.4.4 “Sirenas ópticas”

Las unidades dispondrán de “sirenas ópticas” exteriores (luces amarillas destellantes), que funcionarán mientras la máquina se encuentre realizando trabajos, dispuestas de forma que no molesten al personal que se encuentre trabajando en la plataforma.

10.5 PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN FRENTE AL FUEGO

10.5.1 Criterios generales de diseño

Las unidades y sus componentes cumplirán con los requerimientos especificados en la norma UNE-EN 45545 (o equivalente) para una categoría de explotación 2 y categoría de diseño N.

En el diseño de las unidades se contemplará la norma UNE-EN 50553 Aplicaciones ferroviarias. Requisitos para la capacidad de rodadura en caso de fuego a bordo del material rodante (o equivalente). Cualquier excepción se justificará en fase de Proyecto y estará sujeta a la aprobación por parte de METRO.

En la selección de los materiales y componentes se tendrán en cuenta su comportamiento al fuego, considerándose aspectos tales como la inflamabilidad, la opacidad del humo y la toxicidad. Todos los materiales empleados en el diseño de las unidades deben estar específicamente estudiados para reducir, en la medida de lo posible, el riesgo de comienzo de un incendio provocado por:

- Circunstancias fortuitas, accidente o causas intencionadas.
- Averías, defectos técnicos o mal funcionamiento de cualquier equipo o elemento de las unidades.

En ambos casos, una vez que el fuego haya comenzado, tanto el diseño como los materiales, deberán:

- Retrasar su desarrollo.
- Materiales resistentes al fuego, libres de halógenos y con baja emisión de humos.
- Facilitar la evacuación del personal, limitando su tiempo de permanencia en el área afectada por el fuego.
- Minimizar el efecto del humo.
- Minimizar las posibles zonas dañadas.

De forma específica, en el interior, tapizado y aislamiento de la cabina y las partes de las unidades en las que se utilicen materiales aislantes, éstos serán retardadores de la llama.

Los pasos de cables de unas áreas a otras, y en particular hacia la cabina, estarán adecuadamente sellados y cerrados, de forma que se dificulte una posible transmisión del incendio.

Se deben disponer paredes de protección y de separación entre los componentes hidráulicos, por ejemplo, tuberías y mangueras, y las zonas calientes de los motores de combustión. Las paredes de protección y de separación deben ser de materiales no inflamables.

Para evitar que, en caso de incendio, el humo entre en la cabina, será posible apagar o cerrar todos los medios de ventilación externa. Se dispondrá de iluminación de emergencia en este habitáculo.

Tal y como se indica en el apartado 10.3.10, en cada cabina existirá un extintor de incendios de las características indicadas.

Las unidades dispondrán de los medios de detección y extinción, automáticos si fuera necesario, adecuados en función del resultado del análisis de riesgos.

10.5.2 Pruebas de reacción frente al fuego

Los materiales de interiorismo cumplirán, en lo referente a la reacción al fuego con lo especificado en la norma UNE EN 45545-2 (o equivalente), y con la NF F 16-101 (o equivalente) en lo referente a la opacidad y toxicidad de los humos generados. En caso de aplicar materiales que no cumplan con estas disposiciones, tendrá que ser debidamente justificado y posteriormente aprobado por parte de METRO.

Los cables cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 50355 (o equivalente), con los niveles máximos de riesgo con carácter general, y en la norma NF F 16-101 (o equivalente) en lo no contemplado por aquella.

METRO podrá acordar con el CONTRATISTA la entrega de los certificados que acrediten el cumplimiento de las normas anteriormente citadas. Estos certificados deberán estar emitidos por un laboratorio acreditado para la realización del tipo específico de ensayos. La gestión y costes para la obtención de dichos certificados será por parte del CONTRATISTA.

No será necesario efectuar los ensayos de fuego en los materiales de interiorismo cuyo conjunto tenga una masa global inferior a 100 g. Los materiales se considerarán como un conjunto si su ubicación es tal que se encuentran dentro de un espacio cúbico de 200 mm de lado.

10.5.3 Elementos fotoluminiscentes

Se colocarán elementos fotoluminiscentes que indiquen las rutas de evacuación que permitan a los operarios abandonar las unidades en caso de emergencia. La señalización de los elementos de seguridad y dispositivos de emergencia, como los extintores, también será fotoluminiscente.

Los materiales utilizados en los elementos fotoluminiscentes cumplirán las normas UNE 23035-1 y UNE 23035-2 (o equivalentes).

10.6 ESTANQUEIDAD. VIERTEAGUAS

Las unidades estarán diseñadas para circular, trabajar o ser estacionadas en intemperie, sin que se produzca entrada de agua en ninguno de sus habitáculos o equipamientos.

Asimismo, su diseño deberá permitir las limpiezas periódicas mediante equipos de pulverización de agua a alta presión con líquido detergente, sin riesgo de entrada de agua.

Las unidades dispondrán de vierteaguas laterales y frontales por encima de todas las puertas o ventanas exteriores.

10.7 RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

La resistencia a la corrosión de las unidades debe ser elevada. En particular, deberá prestarse atención a aquellas partes en las que pueda estancarse agua como consecuencia de los lavados o de la lluvia.

Asimismo, deberán quedar correctamente imprimadas todas aquellas zonas que, por quedar cerradas o tapadas, no van a recibir el proceso normal de pintura.

Se tendrá en cuenta la posibilidad de estacionamiento a la intemperie de manera permanente.

10.8 RECUBRIMIENTO Y PINTURA

Toda aplicación de pintura deberá ir precedida de la eliminación de óxido y del polvo acumulado durante la construcción.

El CONTRATISTA deberá seguir, en todo momento, las normas del fabricante de la pintura, tanto en lo que respecta a la preparación de superficies, como en procedimientos de manipulación, aplicación y secado.

Previamente a la aplicación de la pintura, se dará en todas las partes metálicas, tanto exteriores como interiores, una capa de imprimación de fondo, preferiblemente de poliuretano. En aquellas zonas en las que sea necesario, se debe aplicar un tratamiento de protección en la pintura que evite el deterioro por proyecciones derivadas del uso habitual de los equipos de trabajo.

El esmalte final será de poliuretano de dos componentes.

En cuanto al color, el bastidor y elementos de rodadura irán pintados en negro, y la caja y equipamientos de trabajo en amarillo RAL 1004, exceptuando las unidades de bloqueo, los puntos de puesta a tierra y las boquillas de engrase, que irán pintadas en color rojo (se emplearán los colores indicados en la norma UNE-EN 14033, o en su defecto por la ficha UIC 545, correspondiente para los elementos de seguridad y los elementos de funcionamiento, o normativa equivalente).

METRO podrá modificar este esquema de pintura con anterioridad al momento en que hayan de ser pintadas las unidades, comunicándoselo al CONTRATISTA mediante el correspondiente diagrama de pintura y con la antelación suficiente.

Las inscripciones se realizarán, a priori, en pintura negra sobre fondos claros, o blanca sobre fondos oscuros.

La pintura deberá resistir, al menos, 10 años sin alteraciones importantes. METRO pone a disposición de los LICITADORES las características o muestras de sus productos de limpieza habituales, de forma que puedan garantizar la compatibilidad con la pintura empleada.

10.9 INSCRIPCIONES EXTERIORES E INTERIORES

Por el exterior de las unidades, en ambos costados y en ambos testeros, deberá figurar un rombo logotipo de METRO, autoadhesivo.

Igualmente, en cada costado y en cada testero, figurará pintado el número de unidad, que METRO indicará en su momento al CONTRATISTA. En los costados, los caracteres de la rotulación del número no serán inferiores a 200 mm, adaptándose en los testeros a la disponibilidad de espacio.

Sobre ambos costados de las unidades figurarán las inscripciones relativas a las características principales de las unidades, como la tara, carga máxima que admite, rombo con la velocidad máxima, longitud entre topes, ubicación de puntos de levante, datos relativos al freno y un rótulo indicando, expresamente, la prohibición de transportar personal fuera de la cabina.

En el interior de ambas cabinas deberá rotularse también el número de la unidad. Esta rotulación será visible para el conductor desde su asiento.

Tanto en el exterior como en el interior de las unidades podrán colocarse las placas de fabricación correspondientes.

Las zonas con riesgo eléctrico dispondrán del correspondiente pictograma de advertencia conforme a la norma UNE EN 61310-1 (o equivalente).

El equipo estará marcado con las indicaciones relativas a los equipos de los que consta, así como indicaciones relativas al fabricante, incluyendo el Marcado CE y todas las indicaciones necesarias para asegurar la seguridad y salud de sus operadores y usuarios.

La determinación del tipo y ubicación exacto de las inscripciones, señales, denominación del vehículo, símbolos, etc. será presentado por el CONTRATISTA a METRO mediante planos, con tiempo suficiente, para recibir la aprobación correspondiente de METRO.

Como parte de la documentación final, las unidades deberán disponer de una hoja de inscripciones, en la que figuren todas las inscripciones y rótulos existentes sobre las unidades.

10.10 DISPOSITIVOS VARIOS

10.10.1 Cerrajería

El CONTRATISTA diseñará, específicamente, toda la cerrajería que incorporen los vehículos, a fin de que las incidencias que ocasionen sean nulas, aún en condiciones extremas o de mal trato. Además, estos elementos deberán conseguir que su longevidad sea máxima, sin requerimientos específicos de conservación.

Las cerraduras serán robustas, con muelles que no se rindan, piezas que no se desgasten, estancas al polvo, inoxidable e inalterables frente a los detergentes y lavados.

Todos los elementos de cerrajería serán de uso exclusivo en el ámbito ferroviario.

En el diseño de estos elementos, se utilizarán las recomendaciones de la ficha UIC 566 (o equivalente) en cuanto a esfuerzos a soportar y límites de tensiones admisibles. Se prestará especial atención a la rigidez de la zona de la pieza en la que va sujeto el elemento de cerrajería, ya que estas zonas constituyen los puntos críticos en el diseño de las uniones móviles.

10.10.2 Soportes de aparatos y equipos

Todos los soportes de aparatos, equipos de trabajo o elementos propios de las unidades estarán calculados para trabajar en las condiciones más desfavorables que puedan presentarse.

Las fijaciones de los equipos bajo bastidor deberán estar dimensionadas para soportar las cargas de prueba y servicio definidas en la norma UNE-EN 12663 (o equivalente).

Todos los soportes estarán diseñados a vida infinita, no debiendo ser necesaria su inspección cíclica ni la sustitución periódica de alguno de ellos.

10.10.3 Armarios de herramientas

Número, dimensión y ubicación del armario o armarios de los que estará provistas las unidades, será el suficiente para poder guardar, de manera ordenada y fácilmente accesibles, toda la posible herramienta necesaria para: realizar el trabajo, solucionar sencillas averías en línea (en vía principal), rescatar la unidad si fuera necesario, etc. Dicha herramienta estará incluida.

El adaptador para acoplamiento de auxilio con distintos trenes, debe estar guardado en armario.

En cabina se dispondrá de un armario metálico, de tipo cajonera, equipado con llave de bloqueo, para herramientas de pequeño tamaño.

11. TRACCIÓN Y FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA

11.1 GENERALIDADES

El sistema de propulsión de las unidades será mediante un sistema híbrido eléctrico-diésel que cumpla con los requisitos de este PPT.

El sistema de tracción y suministro de energía deberá ser híbrido en serie conforme a la norma UNE-EN 62864-1 o equivalente, considerando la configuración descrita en el apartado 4.2.1 de la norma UNE-EN 62864-1:2017 o equivalente.

En fase de Diseño se definirá la tabla D.1 de la norma UNE-EN 62864-1:2017 (o equivalente).

La transmisión será eléctrica.

El CONTRATISTA pondrá a disposición de METRO durante el Proyecto, el nivel de seguridad SIL del sistema de tracción y sus componentes, que deberán disponer de sus certificados correspondientes. En este sentido serán de aplicación las normas UNE-EN 50128, UNE-EN 50657 y UNE-EN 50129 (o equivalentes).

Los elementos deberán dimensionarse teniendo en cuenta los casos más gravosos energéticamente.

11.2 PRESTACIONES

La potencia y prestaciones del sistema de tracción permitirán alcanzar las velocidades especificadas en el presente PPT, incluso las definidas para la rampa máxima, sin que se produzcan calentamientos u otros problemas en el mismo que pudiesen afectar a sus prestaciones.

En fase de Diseño se entregarán las curvas de tracción / prestaciones en carga/tara, velocidades, gráficas Esfuerzo-Velocidad (velocidades umbral de cada zona – par constante – potencia constante...)

La aceleración máxima en recta y horizontal será entre $1,1 \text{ m/s}^2$ y $1,2 \text{ m/s}^2$ desde velocidad cero hasta alcanzar la máxima potencia nominal.

En el caso de rescates, la unidad permitirá seleccionar un esfuerzo superior que sea suficiente para poder llevar a cabo los remolques de socorro definidos en el apartado 9.8.2, pudiendo superarse el límite de adherencia definido en el apartado 9.5. Dicho esfuerzo debe llegar a ser, al menos, el necesario para proporcionar una aceleración de $1,6 \text{ m/s}^2$ a la unidad aislada en una vía recta y horizontal.

En modo circulación, la unidad aislada o en composición funcional podrá alcanzar y mantener en recta una velocidad como mínimo de:

- 50 km/h en vía llana.
- 40 km/h en una rampa constante de 40 ‰.
- 30 km/h en una rampa constante máxima de la red de METRO.

En modo desplazamiento, la unidad aislada o en composición funcional podrá alcanzar y mantener en recta una velocidad como mínimo de:

- 20 km/h en una rampa constante de 40 ‰.
- 15 km/h en una rampa constante máxima de la red de METRO.

Deberá considerarse el uso principal previsto descrito en el apartado 7.

No se admiten pilas de combustible de hidrógeno como fuente de alimentación, ni generadores de gasolina.

11.3 SISTEMA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO DE TRACCIÓN

El modo de tracción será híbrido eléctrico / diésel con las prestaciones indicadas en el apartado anterior.

11.3.1 Baterías de tracción

Las baterías de tracción deberán ser según lo siguiente:

- Serán al menos 2 baterías independientes, de modo que ante el fallo de una de ellas sea posible que la batería operativa pueda proveer energía a la unidad.
- De iones de litio conforme a la norma UNE-EN 62928 (o equivalente), UNE-EN 62619 (o equivalente), UNE-EN 62620 (o equivalente) y UNE-EN 45545 (o equivalente) para nivel de peligro HL2 o superior. La conformidad con dichas normas vendrá avalada por el certificado o informe de un organismo independiente acreditado.
- El diseño será tal que impida o ralentice la propagación de cualquier fuga térmica que se pueda producir en el interior de las celdas de la batería, asegurando una liberación gradual de la energía. No se admitirán baterías en las que esta liberación de energía sea brusca.
- Dimensionadas para garantizar el suministro eléctrico requerido.
- Toda la información del BMS estará disponible y visible para el usuario pudiendo observarse la monitorización de todos los parámetros que permitan estimar aspectos como la carga de la batería y la vida esperada, disponiendo de un módulo de telemetría que permita realizar un mantenimiento predictivo complementario al preventivo que se disponga.
- La vida útil deberá ser 10 años.
- La capacidad de almacenamiento de energía mínima al comienzo de vida será igual a la deducida en el apartado 11.3.3 siendo en cualquier caso superior a 100 kWh.
- El alojamiento de las baterías será un lugar protegido, contra colisiones y descarrilos.
- Sistemas modulares para detener la propagación del fuego.
- Sistema de gestión de batería (BMS), sistema encargado de desconectar la batería si la temperatura o tensión de alguna de las celdas es excesiva, deberá tener un nivel de integridad de seguridad (SIL) que se deduzca del análisis de riesgos, y en cualquier caso será igual o superior a SIL 2, conforme a las normas UNE-EN 50126 o equivalente.
- Incluirán sistema de detección de incendios lineal.
- IP 66 e IP X8 conforme a la UNE-EN 60529. Las condiciones del ensayo de inmersión continua que debe soportar la peor cota y tiempo de evacuación de agua del histórico de inundaciones en METRO de los últimos 10 años. El nivel de integridad conforme a la UNE-EN 45545-3 será el que se deduzca del análisis de riesgos y en cualquier caso deberá ser igual o superior a E15.

- Deberá disponer del 100 % de prestaciones en las condiciones ambientales prescritas en el presente PPT, debiendo disponer de sistema de calefacción y/o refrigeración si fuera necesario.
- Existirá un dispositivo de corte adicional accesible desde el exterior que permita de manera manual aislar eléctricamente las baterías y dejarlo bloqueado, con objeto que las operaciones de mantenimiento e intervenciones por incidentes se puedan realizar con la mayor seguridad. La solución concreta deberá ser aprobada por METRO en la fase de diseño.

El contratista subcontratará a una empresa acreditada como AsBo, para aplicar el método común de seguridad a la incorporación de las baterías en vehículos que operen en la red de METRO, con la particularidad de que se trata de una red subterránea casi en su totalidad. Como resultado, entre otros, debería indicarse que normativa y requisitos deberán cumplirse.

No se admiten condensadores eléctricos, volantes de inercia, ni otro tipo de tecnología para el almacenamiento de energía para tracción.

11.3.2 Generador trifásico acoplado al motor diésel

El motor diésel accionará un generador trifásico conectado a un rectificador de potencia, cuya salida estará conectada al enlace de continua, que a su vez alimentará a los onduladores de tracción, a los convertidores auxiliares y cargará la batería.

El generador será preferentemente síncrono trifásico. Se utilizará el generador más adecuado al tipo de circuito de control elegido y las prestaciones especificadas en el presente PPT.

El grupo motor generador diésel ha de ser capaz de recibir potencia cuando la potencia regenerada es mayor que la potencia máxima de carga de la batería de tracción (o la suma de ésta más la potencia disipada en las resistencias de freno si las hubiere), utilizando el freno motor o freno de escape (Modos IX o X de la Tabla 1 de la norma UNE-EN 62864-1:2017) para disipar el exceso de potencia.

Cumplirá con la norma UNE-EN 60349-4 (o equivalente).

11.3.3 Estudio energético

El contratista realizará un estudio de consumo energético, con objeto de calcular el dimensionamiento óptimo de las fuentes de energía y la vida útil del sistema de almacenamiento de energía.

Valorará (al menos, las variables: potencia máxima y mínima, energía consumida y energía regenerada) de todos y cada uno de los recorridos y trabajos posibles en la red de METRO considerando lo indicado en el apartado 7.

Se entregará un informe completo, con todo el proceso de cálculo, antes de entregar el proyecto constructivo.

Durante el primer año, desde la puesta en servicio de las unidades, se tomarán datos reales conforme a la norma IEC 62888 y/o UNE-EN 50463 (o equivalentes) y se corregirá o ajustará el estudio conforme a lo medido y al ajuste de las hipótesis de uso definidas en el apartado 7. Y, se entregará el nuevo informe en el plazo máximo de 15 meses desde la fecha de Recepción provisional.

11.3.4 Recarga externa

La fuente de almacenamiento de energía de las unidades se podrá recargar, además de a través del freno regenerativo (o freno de recuperación), a través de cualquiera de las tomas eléctricas normalizadas de 230 Vca monofásica o 400 Vca trifásica existente en los depósitos o cocheras de METRO, además de estaciones de recarga de METRO. Las unidades vendrán provistas, abordo, con el transformador / convertidor y sistema de control de carga, necesario para el uso de dichas tomas normalizadas de 230 Vca monofásicas y 400 Vca trifásicas.

La potencia (o intensidad de corriente) que pueden suministrar las distintas tomas disponibles en las instalaciones de Metro es variable. La unidad dispondrá del sistema necesario para evitar el disparo de las protecciones de las instalaciones.

Las unidades vendrán provistas, a bordo, con todos los cables y sus terminales, serán accesibles por cualquiera de los dos lados y con sistema de enrollamiento automático, quedando guardado en un espacio estanco y protegido, cuando no haga falta su uso.

Será posible que el operador pueda programar fácilmente el comienzo, duración y fin del tiempo de recarga.

Será posible que el operador pueda seleccionar la potencia de recarga.

11.4 MOTOR DIÉSEL

Salvo indicación expresa en contra, los requisitos de este apartado son aplicables para los motores diésel de tracción ferroviaria. El motor diésel dispondrá de su correspondiente certificado de homologación de tipo UE y de la declaración de conformidad del fabricante.

En caso de que el motor disponga de algún tipo de restricción y/o característica especial, éstas vendrán especificadas en dicha declaración.

El arranque del motor diésel será eléctrico.

El sistema deberá proporcionar información de las variables de motor diésel (ECU).

11.4.1 Refrigeración del motor diésel

El diseño de los radiadores y resto de elementos, así como su disposición deberán evitar, en la medida de lo posible, la acumulación de polvo y suciedad. Además, deberán ser de fácil accesibilidad y limpieza.

11.4.2 Emisión de partículas, gases y ruidos

Deberá elegirse, y dejarse justificado, el tipo o categoría de motor con menos emisiones de gases y partículas perjudiciales para la salud, en base al cumplimiento de las condiciones legales, técnicas y las opciones existentes en el mercado.

El motor (o motores) diésel deben disponer de homologación de tipo UE en fase V (stage V) según el reglamento (UE) 2016/1628 y sus posteriores reglamentos delegados (UE) complementarios.

En cualquier caso, el nivel de emisión de gases y partículas contaminantes del motor respetará lo dispuesto a tal efecto en el reglamento (UE) 2016/1628, o bien en aquel que sustituya, actualice o modifique el mismo en el momento de entrega de las unidades.

11.4.3 Transmisión

La transmisión del movimiento del motor diésel a los ejes motrices será eléctrica.

Queda expresamente prohibido el uso de transmisiones mecánicas (con embrague y cambio de marchas manual).

Se dispondrá de los dispositivos adecuados para permitir el cambio del sentido de la marcha desde ambas cabinas y el ajuste suave de la velocidad de la marcha.

11.4.4 Depósito de combustible

Será de chapa de acero soldada, evitándose expresamente materiales plásticos o de otros materiales no retardadores de la llama. Se le realizarán las pruebas de presión hidráulica correspondientes.

La capacidad del depósito permitirá garantizar una autonomía en condiciones degradadas descritas en el apartado 9.3.

El diseño del mismo permitirá que, en las condiciones más desfavorables de gradiente y peralte, la unidad no presente dificultades de aspiración del combustible cuando se encuentre al 25% de su capacidad de llenado.

Dispondrá de bocas de carga de cómodo acceso. Las tapas de llenado dispondrán de los correspondientes dispositivos de bloqueo. Existirán indicadores de nivel, fácilmente visibles, en

el propio depósito y en ambas cabinas de conducción. En el orificio de llenado se identificará claramente el fluido a emplear.

Dispondrá de un dispositivo de drenaje y limpieza inferior y de un filtro en cada boca de carga. Además, dispondrá de una llave de vaciado ubicada en su parte inferior.

El depósito estará equipado con dispositivos de aireación que recoja los reboses y evite los excesos de presión. En particular, se impedirán los derrames cuando la unidad se encuentre parado, en rampa y peralte máximos más un 15%. Asimismo, impedirá la aspiración de aire cuando el depósito se encuentre relativamente vacío, pero sin necesidad de repostaje inmediato, en las condiciones citadas de rampa y peralte. Todas las aberturas en el depósito de combustible se situarán por encima del nivel máximo de combustible.

11.4.5 Combustible

El combustible del motor diésel será gas-oil comercial, de uso en el sector de la automoción.

Como alternativa se podrán proponer otros combustibles de tipo ecológico. En tal caso, se detallarán los circuitos y depósitos necesarios, tanto a bordo de la unidad como de recarga. Igualmente, se dará el listado de referencias de vehículos que ya lo utilizan, así como los criterios específicos de seguridad a seguir con el combustible.

11.5 EJES MOTRICES

Todos los ejes de la unidad serán motrices.

El reparto de esfuerzo por eje será el óptimo para evitar que alguna rueda supere el límite de adherencia.

La transmisión del movimiento a los ejes motrices será mediante motores eléctricos acoplados con el reductor mecánico necesario.

11.6 REDUCTOR

El reductor estará dimensionado para transmitir los esfuerzos de tracción y frenado al eje sin que se vea afectado su trabajo normal debido a las vibraciones y choques de la rodadura, así como a cualquier desalineación de la suspensión.

Preferentemente el reductor será de una o dos etapas.

Preferentemente el reductor será preferiblemente de ejes paralelos.

El reductor será totalmente estanco de forma que no haya pérdidas de aceite entre periodos de reengrase y quede protegido de impurezas del exterior.

Es deseable que la corona no vaya calada directamente en el cuerpo del eje montado, sino que esté atornillada a una pieza intermedia calada sobre el cuerpo del eje.

El nivel de aceite será fácilmente visible a través de una mirilla transparente. Se marcarán los niveles máximo y mínimo. Esta mirilla dispondrá de tapa de protección.

El reductor dispondrá de un tapón de llenado y otro de vaciado, que serán accesibles desde vía en foso para el cambio de aceite. Se dispondrá de un sistema magnético de retención de limaduras para detectar la abrasión sin provocar pérdidas de aceite durante su inspección.

El reductor dispondrá de una tapa de visita accesible para la comprobación del estado interior de los engranajes.

11.7 ARENEROS

Al objeto de garantizar la adherencia en condiciones difíciles, las unidades poseerán un sistema de arenado, de funcionamiento mediante aire comprimido, equipado con eyectores en ambos sentidos de la marcha.

El accionamiento será manual y se podrá realizar desde ambas cabinas de conducción, en función del sentido de la marcha.

La capacidad total de arena no será inferior a 60 litros.

12. SISTEMA DE RODADURA

12.1 GENERALIDADES

Se propondrá la disposición de ejes más adecuada para las unidades, justificándola adecuadamente.

Queda prohibida la utilización de vehículos mixtos rail-carretera o biviales.

12.2 PARÁMETROS DE LA RODADURA

El perfil de rodadura será según el plano 18.610 de METRO (ver Anexo 2), con ancho de la banda de rodadura de 130 mm y altura de pestaña de 28 mm.

12.3 EJES MONTADOS

12.3.1 Características geométricas

Las características geométricas de los ejes montados serán conforme a la norma UNE-EN 14033-1, UNE-EN 13260 y las fichas UIC 510-2 y UIC 813 (o equivalentes).

Las características geométricas, el perfil y los defectos de la tabla de rodadura admitidos en servicio deberán ser compatibles con la ficha UIC 510-2 (o equivalente).

La DCI (Distancia entre caras internas de ruedas) será de 1.374 +2/-0 mm (medido a 60 mm del vértice de la pestaña), salvo recomendación en contra.

12.3.2 Prescripciones, calificación y suministro

La definición de las características del eje durante el suministro del producto, la definición de los procedimientos de calificación y de las condiciones de suministro cumplirán los requisitos de la norma EN 13261 (o equivalente). Asimismo, se cumplirán los requisitos técnicos del apartado 3 y de los anexos E y F, relativos a la cualificación y la entrega del producto, de la norma UNE-EN 13260 (o equivalente), complementándose cuando proceda con las fichas UIC 510-2 y UIC 813 (o equivalentes).

Adicionalmente, el diseño de los ejes tendrá en cuenta los esfuerzos que se generan durante el trabajo.

12.3.3 Cuerpo de eje

Los cuerpos de eje cumplirán las especificaciones de las normas UNE-EN 13103 y (o equivalentes) en cuanto a los métodos de diseño. Aquellos puntos que no puedan ser cubiertos deberán ser debidamente especificados para, en su caso, posterior aceptación por parte de METRO.

De forma particular, los conjuntos de ejes montados se encontrarán equilibrados, con un desequilibrio máximo de 25 gr·m.

Deberá garantizarse que la resistencia eléctrica entre las dos ruedas del eje no sea superior a 0,01 Ω , medida con un voltaje entre 1,8 y 2,0 V.

En lo relativo a prescripciones del producto, deberán cumplir con los requisitos técnicos del apartado 3 y de los anexos I y J de la norma UNE-EN 13261 (o equivalente).

12.3.4 Ruedas

Las ruedas estarán fabricadas conforme a los requisitos técnicos del apartado 3 y a los anexos E y F, relativos a la cualificación y la entrega del producto, de la norma UNE-EN 13262 (o equivalente). Deberá indicarse, específicamente, aquellos puntos que no puedan ser cumplidos. Este incumplimiento deberá ser específicamente aprobado por METRO.

En lo relativo a la validación técnica se cumplirá con lo establecido en la norma UNE-EN 13979-1 y la ficha UIC 510-5 (o equivalentes).

Se admite acero ER 7 o de mayor dureza.

Los velos de las ruedas dispondrán de dos pequeños taladros, diametralmente opuestos, para permitir su torneado en torno de bancada.

El cubo de la rueda dispondrá de, al menos, dos taladros con sus ranuras, para facilitar el decalado mediante presión de aceite. Dichos taladros se encontrarán protegidos mediante los correspondientes tapones.

Se respetarán los desgastes especificados en la ficha UIC 510-2 (o equivalente). Los límites de uso de las ruedas serán lo mayor posibles y vendrán especificados por el CONTRATISTA. Las ruedas llevarán marcado exteriormente dicho límite de uso o torneado.

En ningún caso las diferencias serán excesivamente estrictas. Podrán rebasarse sin detrimento de características o influencias perniciosas en la explotación normal.

En caso de proponer una solución de ruedas cuyo modo de calaje difiera respecto del convencional, este hecho deberá ser adecuadamente justificado y contar con la aceptación expresa de METRO.

12.3.5 Cajas de grasa

El diseño de la caja se realizará acorde al tipo de suspensión primaria que se adopte. Cumplirá con las disposiciones de la norma UNE-EN 12082 (o equivalente).

Los rodamientos serán de un tipo comúnmente empleado en ferrocarril, de marca SKF o FAG, calculados con factor L de vida infinita (considerando tal el criterio de mayor de 10^6 ciclos). En todo caso, cumplirán con lo dispuesto en la norma UNE-EN 12080 (o equivalente) y habrán sido ensayados conforme a los criterios de la norma UNE-EN 12082 (o equivalente).

La estanqueidad será garantizada por laberintos, considerándose los retenes como función complementaria no imprescindible.

La tapa delantera incorporará junta tórica resistente a las grasas. La tapa trasera estará provista de cierre por laberinto sin juntas, para evitar la entrada de suciedad.

Si por el diseño de la caja de grasa fuese necesario evitar el contacto metal-metal en caso de avería de la suspensión primaria, se alojará un tope de goma en la parte superior del cuerpo de la misma.

El cuerpo de la caja de grasa estará concebido con la rigidez necesaria para el trabajo en servicio, así como para la aplicación de gatos de levante en caso de descarrilamiento. Preferentemente, su diseño constará de una superficie plana en la parte inferior, para el apoyo de dichos gatos en caso de accidente.

La forma de la caja de grasa permitirá el torneado de las ruedas en el torno de foso, teniendo en cuenta los esfuerzos verticales producidos por la cabeza del torno durante el proceso.

La grasa a emplear será seleccionada, de común acuerdo, entre el fabricante de los rodamientos y el CONTRATISTA. Cumplirá las prescripciones de la norma UNE-EN 12081 (o equivalente) y habrá sido ensayada conforme a lo dispuesto en la norma UNE-EN 12082 (o equivalente). Será de fácil obtención en el mercado nacional y dispondrá de experiencia probada en otras administraciones ferroviarias para usos semejantes. Se preferirá la utilización de una grasa ya empleada por METRO para cajas de grasa de otros vehículos.

12.4 DISPOSITIVO DE RETORNO DE CORRIENTE

Todos los ejes montados o ruedas estarán equipados de un sistema de retorno de corriente, de forma que no exista riesgo de choque eléctrico.

El dispositivo permitirá el paso de corriente entre el bastidor de la máquina y el carril sin apenas resistencia. Su diseño garantizará que no se produzca un aumento del valor de la resistencia a lo largo del tiempo, por efecto de la corrosión, la fatiga u otros.

Será fácilmente distinguible para permitir su fácil inspección.

Se respetará lo dispuesto a tal efecto en la norma UNE-EN 50153 (o equivalente).

12.5 SUSPENSIÓN

Los parámetros de las suspensiones, especialmente los relativos a la suspensión primaria, permitirán obtener unas buenas condiciones de estabilidad de las unidades. Garantizarán la correcta inscripción de las unidades, el mínimo desgaste de pestañas y la adecuada seguridad de circulación en rampa con peralte.

El diseño de la suspensión permitirá levantar las unidades con todos sus ejes colgando, sin deterioro alguno de cualquier elemento.

En caso de que la suspensión primaria se diseñe mediante resortes de caucho-acero, éstos serán de un fabricante con experiencia probada en este tipo de productos y homologado como suministrador del CONTRATISTA.

La estructura de la caja apoyará sobre los ejes a través de la suspensión primaria. Además, ésta servirá para el correcto posicionado del eje y para la transmisión de los esfuerzos de guiado, tracción y freno en las tres direcciones del espacio.

12.6 ENGRASADORES DE PESTAÑA DE RUEDA

Tal y como se indica en el apartado 6.1, existen engrasadores de vía distribuidos por toda la red excepto en la línea 9b. Actualmente, los vehículos auxiliares que circulan, desplazan y trabajan por la red de METRO no incorporan engrasadores de pestaña y sus ruedas no presentan problemas derivados por la falta de engrase, como elafilamiento de pestaña, dada probablemente la movilidad de los vehículos.

Preferentemente, salvo justificación de la necesidad por parte del CONTRATISTA y aceptación de METRO, las unidades no incorporarán dispositivos de engrase de pestaña.

Si debido a alguna particularidad, se demostrará que sería más adecuado que las unidades hubieran llevado engrasadores de pestaña (por razón, por ejemplo, de ahorro en coste de mantenimiento), el CONTRATISTA deberá llevar a cabo la instalación de los mismos (incluyendo la modificación de la documentación correspondiente), sin coste para METRO y en el plazo máximo de 6 meses.

13. EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

13.1 ASPECTOS GENERALES

Las funciones del equipo eléctrico de las unidades deberán ser las siguientes:

- Fuentes de alimentación y sistema de almacenamiento de energía.
- Tracción.
- Arranque del motor diésel.
- Alimentación a los sistemas de control de la unidad (PLC, mando de tracción, de frenado, hombre muerto, etc.).
- Alimentación al alumbrado de la unidad, incluyendo faros y pilotos, alumbrado de cabina, alumbrado de trabajo, y sistema de avisadores acústicos (bocinas).

- Alimentación a los equipos de comunicaciones de la unidad (radioteléfono).
- Alimentación de los equipos de refrigeración, calefacción y ventilación de las cabinas. Alimentación del extractor manual.
- Alimentación del generador eléctrico y bomba hidráulica (en caso de disponer de ella) para uso en caso de fallo o avería.
- Alimentación a los sistemas funcionales de la unidad, bien directamente o bien mediante los correspondientes dispositivos hidráulicos, en caso de disponer de ellos.

En los puntos siguientes se determina cómo se quiere que se realicen cada una de las funciones anteriores.

13.2 COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

El cumplimiento de los requisitos relativos a la compatibilidad electromagnética se garantizará mediante la aplicación y el cumplimiento de las siguientes normativas (o equivalentes):

- Norma UNE-EN 50500. 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.
- Todas las partes de la norma UNE-EN 50121. Deberá certificarse el cumplimiento del diseño de cada equipo individualmente con la norma UNE-EN 50121-3-2 (o equivalente), aplicando el criterio de aptitud A conforme a la norma UNE-EN 50121-1 (o equivalente). A nivel de unidad se garantizará el cumplimiento de la norma UNE-EN 50121-3-1 (o equivalente) para la medición de emisiones radiadas.
- La recomendación 1999/519/CE relativa a la exposición al público en general a campos electromagnéticos, así como la norma UNE-EN 50499 (o equivalente).
- Los campos magnéticos y las tensiones inducidas provocadas por el conjunto de equipos montados en la unidad (incluidos tracción, auxiliares, etc.), estarán limitados siguiendo las recomendaciones de la Comisión Internacional sobre la Protección de la Radiación No Ionizante (ICNIRP) según su artículo "*Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields up to 300 GHz*". El procedimiento de medida seguirá la Especificación Técnica IEC 62597 "*Measurement procedures of magnetic field levels generated by electronic and electrical apparatus in the railway environment with respect to human exposure*" (o equivalente).

Como línea general, se prestará especial atención a los siguientes aspectos:

- Diseño adecuado para minimizar/evitar las interferencias conducidas.
- Ejecución del cableado trenzado pares.
- Utilización de pantallas, con puesta a tierra apropiada.
- Utilización de conectores de última generación para EMI.

- Utilización de filtro y condensadores cuando sea preciso.
- Minimizar longitud de cableado.

13.3 SEGURIDAD ELÉCTRICA

El diseño cumplirá los requisitos de la norma UNE-EN 50153 (o equivalente) en todo lo relativo a la seguridad eléctrica y protección contra contactos eléctricos.

Además, el equipo eléctrico debe cumplir lo dispuesto en la Norma UNE-EN 60204-1 (o equivalente), o bien en la UNE-EN 60204-32 (o equivalente), según sea aplicable. El equipo eléctrico estará protegido mediante dispositivos de exceso de corriente. Además, tanto las unidades como los componentes eléctricos individuales, dispondrán de un dispositivo de desconexión de la alimentación.

Los trabajos de mantenimiento deben poder realizarse sin tensión, asegurándose que no existen partes activas accesibles en tensión o riesgo de contactos con energías residuales, que pudieran generar contactos indirectos. En particular se deberá recoger claramente en el plan de mantenimiento aquellos trabajos que requieran efectuarse con tensión eléctrica en las unidades (mediciones, ensayos y verificaciones, o trabajos específicos en tensión), siguiendo un procedimiento seguro para llevarlos a cabo, indicándose los equipos y materiales utilizados que deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo y señalizándose adecuadamente cualquier elemento con tensión que pudiera ser accesible durante la realización del trabajo.

13.3.1 Dispositivo de puesta a tierra

El objeto de este dispositivo de protección es eliminar el riesgo de electrocución en la manipulación de circuitos y aparatos de tensión elevada. Por su diseño estarán separadas físicamente, las partes activas de aquéllas que sean manipuladas para la acción de puesta a tierra del sistema.

Además de la señalización de los tiempos de seguridad para la manipulación de los cofres, por medios indelebles (no pegatinas), se dispondrá de una caja de llaves, cuyas condiciones de manipulación serán propuestas por el CONTRATISTA en la fase de Diseño para su validación por METRO.

El sistema se completa con la utilización de llaves especiales y la dotación, en todos los cofres, que dispongan de equipos de tensión elevada, de cerraduras específicas en sus tapas, que obliguen a la desconexión del sistema, evitándose todo riesgo de electrocución en la manipulación de cofres y aparatos de tensión elevada durante las inspecciones o reparaciones.

Prevía aprobación de METRO, se podría aceptar otra solución propuesta por el Ofertante o CONTRATISTA, mientras ofrezca el mismo nivel de seguridad o mayor que la descrita. Por ejemplo, mediante funciones de seguridad con alto nivel PL.

13.4 CONFIGURACIÓN GENERAL DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

El equipo eléctrico de las unidades constará, básicamente, de los circuitos siguientes (lista no exhaustiva):

- Fuentes de alimentación y sistemas de almacenamiento
- Tracción.
- Mando y control de la unidad.
- Faros y pilotos.
- Alumbrado interior (cabina).
- Alumbrado de trabajo y enchufes para herramientas portátiles o alumbrado portátil.
- Avisadores acústicos (bocinas).
- Dispositivo de hombre muerto.
- Equipos de comunicaciones.
- Equipos de refrigeración, calefacción y ventilación de las cabinas, así como del extractor manual de aire.
- Mando de los dispositivos hidráulicos, en caso de disponer de ellos.
- Mando de los restantes sistemas operacionales de las unidades.
- Conector de Toma eléctrica auxiliar, trifásica con toma de tierra y neutro, ubicándose en ambos lados de las unidades, dando la posibilidad de alimentación externa a los diferentes equipos eléctricos de las unidades (equipo neumático, equipo informático, carga de batería, alumbrado, etc.) y conectores de recarga externa de la batería de tracción
- Alimentación del compresor de aire.
- Sistema de alimentación auxiliar.

13.5 EQUIPO ELÉCTRICO DE TRACCIÓN

13.5.1 Aspectos generales

Durante la fase de Diseño del proyecto, el CONTRATISTA especificará el sistema de tracción, indicando el fabricante y sus principales características, que será aprobado por METRO.

Los principales componentes, al menos generador eléctrico y motores, deberán tener la correspondiente declaración CE de conformidad según las Directivas europeas vigentes (Reglamento (UE) 2023/1230 relativo a las máquinas, Directiva de baja tensión 2014/35/CE, Directiva de compatibilidad electromagnética 2014/30/UE, etc.).

La cadena de tracción deberá cumplir con los requisitos de las normas UNE-EN 62864-1 y UNE-EN 61377 (o equivalentes).

Desarrollará la potencia requerida para las prestaciones solicitadas en cualquier momento por las unidades, independientemente del estado de carga. Se realizará la gestión automática de inhibición de tracción o regulación del suministro de energía a los motores de tracción en caso de fallo eléctrico de los mismos y en los procesos de deslizamiento y bloqueo de ejes.

El freno electrodinámico, será prioritariamente regenerativo (o de recuperación), no debiéndose apreciar ninguna variación en la conmutación a reostático.

El rendimiento energético será siempre superior al 80 %, (en tramo horizontal, tensión nominal, rango de velocidades entre 5 km/h y velocidad máxima) relacionando la energía eléctrica consumida con respecto a la energía cinética disponible. Se entregará en fase de Diseño un cálculo explicativo, motivado y justificado, del rendimiento obtenido y desglosado en las diferentes partes de la cadena de tracción.

En la etapa de freno electrodinámico la energía recuperada será la máxima posible compatible con la batería de tracción. En la fase de Diseño se deberá entregar un estudio, motivado y justificado, con los rendimientos de regeneración mínimo propuestos, entendidos como relación entre energía devuelta a la batería de tracción y absorbida en tracción, realizando mediciones informativas de la energía recuperada en la explotación.

El control de los motores de tracción que realiza el convertidor de potencia debe permitir el cambio de sentido de marcha de las unidades sin utilizar procedimientos electromagnéticos.

13.5.2 Filtro de entrada

Los filtros de entrada deberán garantizar la protección de los equipos contra variaciones bruscas de corriente (reactancia) y tensión (condensador). Se diseñarán de forma que las frecuencias y niveles de intensidad sean compatibles con las frecuencias usadas en señalización, comunicaciones, etc., en las que no deberá producir perturbaciones en cualquier circunstancia de circulación ni con la unidad fuera de servicio.

La frecuencia base del circuito de potencia se elegirá de forma que en ningún caso pueda generarse un armónico de 50 Hz, para ello la impedancia de entrada del circuito de potencia y auxiliares de tensión elevada se diseñará especialmente dimensionada para este fin y así se justificará en fase de Diseño. Si durante la explotación de las unidades se verifican problemas de dichos armónicos, el Constructor estará obligado al rediseño de los componentes que se precisen en el equipo para subsanar este hecho.

El filtro de entrada se dimensionará para que resulte lo más reducido posible.

13.5.2.1 Condensadores

Los condensadores se diseñarán y se ensayarán según las normas UNE-EN 61881 y UNE-EN 60384-4 (o equivalentes).

Se elegirán los condensadores teniendo en cuenta:

- Que tengan un alto nivel de fiabilidad y que mantengan sus características a lo largo del tiempo.
- Su duración será la vida útil de la unidad sin requerir renovaciones sistemáticas ni mantenimiento preventivo.
- Mínima dispersión de los valores de capacidad.
- Serán de naturaleza seca.
- Los cofres que alberguen los condensadores serán totalmente estancos y no requerirán ventilación.
- No incorporarán fusibles de protección.

13.5.2.2 Reactancias

Las reactancias serán preferiblemente sin núcleo. No requerirán mantenimiento.

Serán de ventilación natural. En caso de utilizar ventilación forzada se justificará la solución adoptada.

Se indicará en la fase de Diseño el material de la bobina y la clase aislante del material utilizado, pudiendo ser de clase H (180) para cobre o C (200) para aluminio.

En fase de Diseño se indicarán los datos de:

- Capacidad térmica [J/K].
- Tiempos de calentamientos/enfriamiento [s].
- Coeficiente de temperatura con la variación óhmica [1/K].

Será posible calcular, por medio del sistema de control de tracción la potencia disipada en la reactancia.

13.5.3 Convertidor de tracción

13.5.3.1 Características generales

El diseño del equipo de potencia estará optimizado para el funcionamiento a las tensiones del enlace DC y batería de tracción. Las unidades dispondrán de convertidores/onduladores que permitirán adecuar la tensión alterna trifásica del generador acoplado al motor diésel y la tensión continua de la batería de tracción a la tensión de servicio en corriente alterna trifásica para alimentar los motores de tracción.

En caso de avería de alguno de los equipos de potencia, el equipo averiado se anulará automáticamente, sin necesitar intervención del personal de conducción, y la unidad podrá seguir circulando en prestaciones reducidas, para lo cual se deberá disponer de la redundancia de equipos necesaria. Esta información deberá reflejarse en el terminal de cabina.

Los convertidores de tracción cumplirán con lo dispuesto en las normas UNE-EN 61287-1 (o equivalente) para convertidores de potencia y sus módulos de control y equipos electrónicos con la norma UNE-EN 50155 (o equivalente).

Los componentes utilizados serán especialmente resistentes a los cortocircuitos, con alta capacidad de sobrecarga y reducidas pérdidas.

Los convertidores de tracción propuestos tendrán que presentar una alta densidad de potencia (bajo peso y volumen reducido).

El grado de IP será de 65, con referencia a la UNE-EN 60529 (o equivalente).

En la fase de Diseño se deberá indicar el rendimiento de la cadena de tracción.

Se entregará en la fase de Diseño un documento descriptivo donde se detallará la configuración de control de la tracción, para aprobación por parte de METRO.

Los onduladores deberán permitir altas frecuencias de conmutación para reducir las pérdidas en los motores, la refrigeración necesaria y el ruido.

13.5.3.2 Semiconductores

Los semiconductores utilizados en el convertidor de tracción serán IGBT de silicio. Deberán ser de baja potencia inductiva, con bajo volumen y peso, y con bajo consumo energético.

El encapsulado de los IGBT y la arquitectura del convertidor deberán permitir en el futuro la instalación de los semiconductores de carburo de silicio. No será necesario hacer ningún cambio en el convertidor para hacer la actualización tecnológica de dichos los semiconductores.

El encapsulado de los semiconductores deberá proporcionar:

- Buena escalabilidad de potencia.
- Buena capacidad frente a los ciclos de carga.
- Mayores corrientes nominales.
- Una baja impedancia para permitir una mayor velocidad de conmutación.

Se indicará la topología utilizada en el conexionado de las ramas de los IGBT: 2 o 3 niveles. Se detallará la solución elegida.

Se justificarán las características de enfriamiento de los semiconductores, con indicación de las temperaturas máximas previstas, márgenes de funcionamiento y coeficiente de seguridad.

13.5.3.3 Refrigeración

Queda expresamente prohibida la utilización como refrigerantes de productos que sean perjudiciales para el medio ambiente (clorofluorocarbonados, etc.).

No se aceptarán sistemas de refrigeración forzada por circuito cerrado de agua. En caso de utilizar convección forzada con ventilador, se implementará un control en este para que su velocidad sea variable desde cero hasta la máxima. El control del convertidor de tracción deberá regular el enfriamiento en función del calentamiento de los semiconductores y de los componentes magnéticos.

El calor evacuado por medio del sistema de ventilación no debe afectar a otros sistemas del vehículo.

Si el equipo de tracción precisa de ventilación forzada por aire, en la fase de Diseño se deberá justificar que el caudal de aire no se reduce a lo largo del tiempo por agentes externos, especialmente polvo o suciedad típicos del túnel, debiendo aportar documentación relativa al mantenimiento necesario.

Se deberá garantizar la evacuación del calor del equipo en cualquier condición de funcionamiento. Para garantizarlo se implementarán las protecciones térmicas que sean necesarias.

El sistema de refrigeración de los semiconductores de potencia deberá estar dotado de los sensores necesarios para que, en caso de que exista una reducción del calor evacuado, el control de la tracción active los mecanismos necesarios para evitar que se alcancen temperaturas que puedan afectar a la vida útil de los semiconductores o a su integridad.

Se reducirá, lo máximo posible, el ruido generado por la ventilación, incorporando para ello los elementos necesarios.

13.5.4 Motores

Los motores de tracción serán preferentemente asíncronos trifásicos o síncronos trifásicos de imanes permanentes.

Se utilizarán los motores más adecuados al tipo de circuito de control elegido y las prestaciones especificadas en el presente PPT.

Habrà preferentemente un motor por cada eje.

El montaje y desmontaje del motor será sencillo.

La disposición de los motores será preferentemente longitudinal, localizados en el eje del vehículo, al objeto de minimizar los esfuerzos laterales y de torsión en las fijaciones, silentblochs etc.

La fijación del motor podrá ser suspendida o apoyada, justificándose en cada caso la solución adoptada. El motor estará provisto de los dispositivos necesarios para que en caso de ruptura de las fijaciones se impida su caída a la vía.

El sistema de aislamiento del motor se realizará por medio de la tecnología VPI (Vacuum pressure impregnation). Deberá ser al menos de clase 200.

Se realizarán los ensayos correspondientes a lo indicado en la EN 60349-2 (motor asíncrono) o en la EN 60349-4 (motor síncrono de imanes permanentes) (o equivalentes).

Para aquellos elementos que requieran operaciones de mantenimiento del motor y reemplazo de sondas del mismo, estas se podrán realizar de forma accesible desde una vía con foso y sin necesidad de desmontar otros elementos del eje montado, ni el eje de la caja.

Para el engrase de los rodamientos del motor se dispondrá de tapas que serán accesibles desde una vía con foso.

Las entradas de aire del motor que dispongan de filtros deberán ser accesibles y sustituibles desde foso.

13.5.4.1 Rodamientos

Se indicará el tipo de rodamiento elegido en el motor, que deberán ser debidamente dimensionado.

La vida útil de los rodamientos debe ser superior a $2 \cdot 10^6$ km

Los rodamientos adoptados deben evitar las corrientes parásitas.

Desde los escudos de los motores se preverá un sistema de engrase para los rodamientos.

13.5.4.2 Ventilación

Los motores serán autoventilados del tipo abierto.

El ventilador será construido en aleación ligera, se podrá desmontar fácilmente del eje y será equilibrado estática y dinámicamente.

Los filtros serán recuperables, metálicos, fáciles de limpiar e inoxidable.

El caudal de ventilación estará previsto y garantizado pese a que se produzcan obturaciones parciales de los conductos, por lo que será necesario asegurar por medio de ensayos específicos la ausencia de averías, la seguridad del sistema y la longevidad de sus componentes y respecto a los ciclos de conservación.

13.5.4.3 Rotor

En el caso de motores asíncronos, los rotores serán de jaula de ardilla.

El rotor estará equilibrado estáticamente y dinámicamente. Los contrapesos o eliminación de material para equilibrado serán de fácil aplicación y no afectarán a la resistencia de las piezas o buen funcionamiento del motor.

13.5.4.4 Sensores de velocidad

Los motores deben incorporar sondas de velocidad.

Deben ser fácilmente desmontables desde el foso.

Se desarrollarán algoritmos de control sin necesidad del sensor de velocidad, independientemente de la presencia física del sensor.

En cada motor existirá un alojamiento de reserva para poder colocar alguna sonda adicional por parte de otros sistemas que tengan o pudieran en el futuro tener las unidades (señalización, freno, etc.).

Las sondas de velocidad permitirán una salida lineal desde 90 km/h hasta 0 km/h. Se prestará especial atención a la holgura axial del motor, para evitar errores de lectura en las sondas.

13.5.4.5 Sensores de temperatura

Los motores deben incorporar sondas de temperatura doble del tipo PT-100.

Deben ser fácilmente desmontables desde el foso.

13.5.4.6 Datos y curvas a entregar en el proyecto de diseño

El CONTRATISTA entregará al menos esta información en la fase de Diseño, para su aprobación:

- 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.
- Clase de aislamiento.
- Grado de protección del motor.
- Peso.
- Curvas características (par y potencia vs. velocidad) del motor en vacío y plena carga, las cuales se deberán verificar en banco de prueba.
- Potencia equivalente del cálculo del diagrama de marcha y su calentamiento.
- Sobrecarga máxima de par y potencia admisible para este motor durante 30, 15 y 1 minuto.

13.5.5 Resistencia de freno

Se justificará técnicamente la necesidad de incorporar o no resistencia de freno, optimizando la gestión energética y la eficiencia.

En caso de incorporar resistencias de freno, éstas cumplirán con la norma UNE-EN 60322 (o equivalente).

Serán de material anticorrosivo y no se admitirán terminales soldados, ni deformaciones temporales o permanentes debidas a la temperatura.

Se indicará el valor óhmico en función de la temperatura.

Irán dispuestas en bloques fácilmente desmontables.

La disposición deberá ser compatible con la ubicación del resto de equipos y sin que se perjudique lo más mínimo la funcionalidad de los sistemas, así como a trabajos de mantenimiento y de uso.

Las resistencias se dimensionarán como si el único freno de servicio fuera reostático, en las condiciones más desfavorables de circulación, carga y perfil de vía.

Las resistencias tendrán la misma vida útil que las unidades, no debiendo ser necesaria su sustitución por tiempo. Estarán ampliamente dimensionadas y no perderán sus características óhmicas y de disipación a lo largo del tiempo.

Se deberán indicar las medidas de protección previstas para que el calor no afecte al resto de equipos, ni a las personas.

Las resistencias tendrán un dispositivo para la medición de la temperatura: puede ser bien por sensor o por medio de estimación SW. El CONTRATISTA indicará en la solución elegida las ventajas obtenidas.

El equipo (sensor/SW) que mide la temperatura deberá dar una indicación en caso de alcanzar una temperatura máxima en operación de 600 °C. En este caso, además de dar aviso a la cabina de mando en el IHM, será necesaria la desconexión automática del freno eléctrico del vehículo afectado.

El material de las resistencias de freno será el adecuado para alcanzar, al menos, una temperatura de 750 °C. Serán de material anticorrosivo y no se admitirán terminales soldados, ni deformaciones temporales o permanentes debidas a la temperatura.

Se deberá minimizar o anular el ruido generado por el freno reostático, debiendo aportarse en la fase de Diseño datos del nivel de ruido generado en dB con corriente máxima en las resistencias de freno.

El diseño de los bastidores de resistencias, será tal que vayan guiados, de forma que, una vez desconectada la unión eléctrica, las guías facilitarán su extracción, si necesidad de útiles especiales.

13.6 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AUXILIAR

Se deberá diseñar un sistema de alimentación común para toda la unidad, que suministren alimentación tanto a 400 Vca / 230 Vca como a 110 Vcc / 24Vcc capaces de proporcionar la potencia suficiente para todas las cargas de forma simultánea, excepto aquéllas que se expresen específicamente en este Pliego.

La tensión de las líneas de control y de batería auxiliar será preferentemente de 110 Vcc, si bien se admiten otras tensiones nominales, previa justificación.

Los equipos mínimos que deben componer el sistema se describen a continuación:

- Convertidor auxiliar: Consistente en un conversor DC/AC desde el enlace de continua, hasta las líneas de potencia de auxiliares.

- Líneas de potencia de auxiliares: Sistema de alimentación que transporta la corriente de salida de los convertidores auxiliares a lo largo de toda la composición para alimentar las diferentes cargas.
- Fuente de alimentación: Equipos dedicados a la alimentación de los sistemas de control y carga de batería. Podrán formar parte de los convertidores auxiliares.
- Líneas de control: Sistema de alimentación que transporta la corriente de salida de las fuentes de alimentación a lo largo de toda la composición para alimentar las cargas de control.

13.6.1 Requisitos generales sistema de alimentación auxiliar

Como norma general, preferentemente, la clase de ruido acústico, para todos los componentes del sistema no deberá superar la N2, según norma UNE-EN 61287-1 (o equivalente) y certificado mediante ensayo tipo correspondiente.

Se deberán declarar todos aquellos equipos de los que puedan esperarse altas perturbaciones electromagnéticas, así como aquellos que sean más susceptibles a las mismas (apartado 4.4.2 de UNE-EN 61287-1:2015 o equivalente).

Interferencias con sistema de señalización: En fase de Diseño, se decidirá por consenso los valores de corrientes máximas, impedancia y campos magnéticos siguiendo instrucciones del apartado 4.2.8.4 de la norma UNE-EN 61287-1:2015 (o equivalente), no obstante, se debe tener en cuenta que actualmente en METRO sigue habiendo zonas de señalización a 50 Hz, por lo que el filtro de entrada se adaptará de forma que en ningún caso puedan aparecer armónicos de 50 Hz.

El control de puesta en marcha y paro de los equipos de alimentación auxiliar tanto de forma conjunta como de forma individual, estará disponible en el IHM del puesto de conducción.

Se procurará en el diseño la facilidad de sustitución de componentes susceptibles de sufrir averías, como semiconductores, con fácil accesibilidad para su desmontaje, drivers y sistemas de control mediante conectores rápidos de alta fiabilidad. El manual de mantenimiento de cada equipo especificará los métodos de montaje y desmontaje correspondientes.

Todos los elementos que componen cada equipo deberán estar dentro de un subconjunto que facilite su sustitución completa, con el mínimo de conexiones posibles a desconectar.

Se procurará que el centro de gravedad esté lo más centrado posible, sin utilizar en ningún caso lastres que puedan compensar la desviación. Para ello, se entregarán los estudios de disposición realizados donde especifiquen este requisito.

Deberá prever puntos de agarre para su manipulación que permitan su desplazamiento horizontal en paralelo al suelo sin necesidad de compensar el peso.

En general, se procurará que los equipos se diseñen con refrigeración de aire por convención natural. Cualquier sistema de refrigeración forzada, deberá ser justificado e implementar las tecnologías más avanzadas para su mantenibilidad y fiabilidad, garantizando la estanqueidad de zonas que requieran máxima limpieza. METRO se reservará el derecho de rechazar cualquier solución siempre que demuestre que existen en el mercado soluciones que mejoren las prestaciones en materia de mantenibilidad y fiabilidad.

Si por alguna circunstancia se propone una ventilación forzada por motivos de espacio o compactación del sistema, se deberá justificar previamente su mantenibilidad y fiabilidad que deberá ser aprobada por METRO.

El grado de protección de las zonas de electrónica de potencia y control deberá ser como mínimo IP55, pudiendo reducirse para las zonas de inductivos hasta IP24. Se deberá certificar el cumplimiento de la correspondiente norma UNE-EN 60529 (o equivalente) o ensayo de tipo correspondiente.

13.6.2 Entregables en fase de Diseño alimentación auxiliar

Se deberá presentar un estudio de los modos de fallo previstos que puedan afectar a las líneas de potencia y control, así como las soluciones de mitigación previstas a implementar.

Se deberá incorporar un estudio que describa de forma detallada el funcionamiento de compensación de potencia entre convertidores para las líneas de potencia sincronizadas y las líneas de control también sincronizadas entre todos los equipos. La solución no contendrá sistemas de comunicaciones independientes entre los equipos ni circuitos adicionales más allá de la propia medida de la tensión y corriente de las líneas.

Se detallará el número de equipos del sistema de alimentación auxiliar y su ubicación prevista según norma UNE-EN 50155:2017 (o equivalente) según los requerimientos del Anexo C de dicha norma, con análisis de severidad de la ubicación elegida y con requisitos específicos resultantes de la ubicación específica de la instalación a bordo.

13.6.3 Convertidores Auxiliares

Equipos alimentados desde la tensión nominal del enlace DC (ver UNE-EN 62864-1 o equivalente).

Los equipos serán capaces de soportar las sobretensiones de entrada y los transitorios de energía determinados en la norma UNE-EN 50163 (o equivalente) sin sufrir cortes ni deterioros. Aparte de los ensayos correspondientes, se entregará el cálculo que así lo demuestre.

El equipo será capaz de arrancar directamente con tensión de catenaria sin necesidad de alimentación desde las líneas de control. El equipo encargado de suministrar la tensión de alimentación desde catenaria, deberá cumplir tanto las prescripciones sobre equipos

electrónicos UNE-EN 50155 (o equivalente) como los niveles de tensión de UNE-EN 50163 (o equivalentes).

Las salidas de los equipos se conectarán en paralelo de forma sincronizada para que todos ellos entreguen una potencia similar sin necesidad de estar comunicados, para ello, se bastarán de la medida de tensión y corriente de las líneas de control. La descompensación en corriente no deberá superar el 10% entre todos ellos.

El sistema debe garantizar ser capaz de soportar los picos de arranque de cualquiera de las cargas del vehículo en las peores condiciones de carga posible, así como arranques de varios motores a la vez, siempre que no esté limitada esta capacidad, en cuyo caso se especificará para ser aprobado por METRO.

La tensión de salida será de 400-230 Vca con una tolerancia estática máxima del 5% con tres fases más neutro. La frecuencia será 50 Hz y su tolerancia máxima del 2%.

La potencia suministrada por los equipos será definida por el CONTRATISTA en función de los requerimientos de este Pliego para poder alimentar todas las cargas de las unidades en cualquiera de las circunstancias de funcionamiento normal o degradado.

El equipo se inhibirá cuando detecte un cortocircuito a la salida, sin que este produzca ningún deterioro del propio equipo. En fase de Diseño se diseñará el número de rearmes automáticos u otras funcionalidades al respecto.

En caso de cortocircuito a la salida, los convertidores serán capaces de monitorizar dicha salida y rearmar una vez detectada la desaparición del cortocircuito. El tiempo desde que desaparece el fallo y estar los equipos en servicio no debe superar los 5 s.

Los equipos estarán preparados para soportar cargas monofásicas que produzcan una descompensación de, al menos, el 10% de la potencia nominal de salida en corriente alterna.

El rendimiento del equipo deberá ser, al menos, del 94% para condiciones nominales de funcionamiento con ambas tensiones de alimentación de catenaria previstas. No pudiendo estar por debajo del 92% entre el 50% y el 110% de la potencia nominal.

La curva de rendimiento se adaptará lo máximo posible a las condiciones más habituales de carga que se diseñará en fase de Diseño y ajustará en fase de pruebas.

El equipo garantizará aislamiento galvánico entre la alimentación y la tensión de salida.

La tensión de aislamiento se asignará considerando la tensión de alimentación.

Se plantean tres modos de funcionamiento para esta parte del sistema, que contempla modos de fallo en uno o varios equipos. Este sistema de gestión de cargas será aprobado por METRO en fase de Diseño:

- a) Funcionamiento normal: Los equipos dispuestos son capaces de suministrar toda la potencia nominal necesaria para las cargas dispuestas en las unidades.
- b) Funcionamiento degradado con fallo simple: En caso de fallo de uno de los convertidores, se acepta que no sea posible el trabajo, pero sí la recogida y bloqueo de equipos. El resto de sistemas sí deben estar activos en sus prestaciones nominales.
- c) Funcionamiento degradado múltiple: Todos los convertidores están fuera de servicio por fallo múltiple. En estas condiciones la unidad entra en emergencia y deberá cumplir las condiciones de funcionamiento en emergencia según apartado 13.7.

Además de lo anterior, el equipo deberá soportar semiconductores de potencia de al menos dos fabricantes distintos, indicados en fase de Diseño.

13.6.4 Batería Auxiliar

Adicionalmente a la batería de tracción, las unidades dispondrán de una batería auxiliar.

En caso de falta de disponibilidad de las fuentes de energía principales (motor diésel y batería de tracción) la batería auxiliar deberá permitir disponer de, al menos, las siguientes funciones o servicios:

- Puesta en servicio de la unidad.
Llevar los sistemas de seguridad operativos necesarios para esperar a ser remolcado, permitir el acople de vehículo remolcador y circular remolcado.
- Alimentación de PLC / IHM.
- Arranque del motor diésel.
- Recoger y bloquear los elementos móviles.
- Alimentar:
 - Sistemas indicados en el UNE-EN 14033-1 (o equivalente), a excepción de la tracción, calefacción y el aire acondicionado en cabina.
 - Sistema neumático de freno.
 - Sistema de señalización luminosa (faros y pilotos).
 - Sistema de aviso acústico.
 - Sistema de comunicación.
 - Iluminación en cabina.
 - Ventilación en cabina.
 - Tomas eléctricas externas.
 - Registrador.

La batería auxiliar se cargará de manera automática mediante la fuente de alimentación principal que esté operativa (motor diésel o batería de tracción) en condiciones normales.

La batería auxiliar también se podrá cargar mediante tomas externas de METRO.

Cumplirá las normas UNE-EN 50547 y UNE-EN 60623, o equivalentes.

No se admitirán baterías de plomo.

El CONTRATISTA deberá informar previamente, en fase de Diseño, sobre las medidas preventivas que se deben tomar para el uso y mantenimiento de la batería.

La batería deberá estar ubicada en un espacio ventilado, fácilmente accesible y disponer de la sujeción adecuada. Para una extracción sencilla, dispondrá de asas que faciliten su manipulación manual.

Estará diseñada de forma que se minimice cualquier peligro provocado por vapores de ácidos o eyección de éstos. Se tendrán en cuenta las medidas necesarias para minimizar el impacto ambiental de posibles vertidos procedentes del líquido de esta batería.

El polo no conectado al bastidor de la unidad y los conectores asociados estarán cubiertos con material aislante.

Dispondrá de un interruptor de aislamiento, debidamente marcado y fácilmente accesible, que permita su desconexión.

13.7 DISPOSITIVOS DE EMERGENCIA / SITUACIONES DEGRADADAS

Las unidades dispondrán de los dispositivos de emergencia adecuados, que permitan desbloquear cualquier dispositivo funcional que haya quedado averiado, con objeto de retirar las unidades de la línea de forma rápida y eficaz.

En caso de que no sean de accionamiento manual, serán redundantes, para garantizar su disponibilidad en caso de fallo del sistema de alimentación principal.

En la fase de Diseño se determinarán las funciones y servicios que quedarán activos en ausencia y/o fallo de los sistemas de alimentación de tracción y de auxiliares y batería de auxiliares, así como su duración.

En situaciones degradadas, fallo de alguna de las fuentes de energía eléctrica, será posible que la unidad, de manera autónoma:

- Recoja y bloquee los elementos móviles
- Circule hasta al depósito, cochera o apartadero más próximo, a una velocidad mínima de 10 km/h en horizontal y de 5 km/h en rampa de 40 mm/m
- Lleve los sistemas de seguridad operativos necesarios para la circulación, entre otros:
 - Sistemas indicados en el UNE-EN 14033-1 (o equivalente), a excepción de la calefacción y el aire acondicionado en cabina.
 - Sistema neumático de freno.

- sistema de señalización luminosa (faros y pilotos).
- Sistema de aviso acústico.
- Sistema de comunicación.
- Iluminación en cabina.

13.8 SISTEMA DE CONTROL DE LA UNIDAD

El control de la unidad se efectuará mediante un sistema informático, dotado de un PLC y de las correspondientes pantallas de visualización, según se especifica en el apartado 10.3.8.2.1 del presente PPT. Este PLC podrá ser controlado desde cada pupitre de conducción.

Durante la fase de Diseño del proyecto, el CONTRATISTA especificará el sistema de Control, indicando el fabricante y sus principales características, todos los modos de fallo y protecciones asociadas que será aprobado por METRO.

13.8.1 Protecciones del sistema de tracción, suministro de energía y convertidores de auxiliares

El sistema de tracción y suministro de energía dispondrá de las protecciones necesarias para garantizar la seguridad de sus elementos, en las condiciones normales de servicio en la línea. Las actuaciones desencadenadas por dichas protecciones serán las más adecuadas en cada caso, de modo que garanticen que la apertura de disyuntor, del contactor y el aislamiento del equipo de tracción solo se produzca en aquellos casos en que sea estrictamente necesario.

El sistema de tracción y suministro de energía dispondrá, como mínimo, de las siguientes protecciones:

- Protección diferencial frente a derivación a masa.
- Sobretensión y subtensión del enlace de DC.
- Sobrecorriente de línea en el enlace de DC.
- Sobretensión y subtensión en el condensador de filtro.
- Sobrecorriente en las resistencias del freno reostático.
- Sobretensiones en la salida a motores de tracción.
- Sobre corrientes en la salida a motores de tracción.
- Protecciones térmicas de los semiconductores de potencia y otros elementos del equipo que lo precisen.

Los convertidores de auxiliares y equipos de potencia de auxiliares dispondrán, como mínimo, de las siguientes protecciones:

- Protección diferencial frente a derivación a masa.
- Sobretensión y subtenión del enlace DC.
- Sobrecorriente de línea.
- Sobretensión y subtenión en el condensador de filtro.
- Sobretensiones en las salidas de CC y de CA.
- Sobrecorrientes en las salidas de CC y de CA.
- Protecciones térmicas de los semiconductores de potencia y otros elementos del equipo que lo precisen.

En la fase de Diseño se describirán los modos degradados asociados al disparo de las protecciones descritas y a los avisos previos de dichas protecciones. El CONTRATISTA deberá indicar claramente cuáles son los valores y los márgenes de actuación de las protecciones para que sea autorizado por METRO.

13.8.2 Control del freno eléctrico

Mediante interruptores situados en cabina o en la electrónica de control será posible la anulación segura: del freno eléctrico y la carga de batería.

13.8.3 Protección contra el deslizamiento y patinaje de las ruedas

La detección para la corrección del antipatinaje-antibloqueo será llevada a cabo por cada eje individualmente.

Llevará un sistema de antipatinaje para utilizar al máximo la adherencia disponible en cualquier condición ambiental de funcionamiento. Este sistema será de tipo electrónico, muy sensible y de actuación rápida. El objetivo del sistema de control de antipatinaje es ajustar el deslizamiento existente entre las ruedas motrices y el carril de forma que la unidad trabaje en el punto de adherencia óptimo.

Las funciones del sistema de antipatinaje consistirán en corregir el patinaje/deslizamiento de uno o más ejes en tracción o en freno, evitando su bloqueo y la aparición de planos.

El equipo de tracción deberá actuar con la rapidez necesaria para garantizar que se recupera de forma inmediata la adherencia entre rueda y carril, en los ejes afectados por patinaje o deslizamiento.

En la fase de Diseño se propondrá el sistema para su aprobación por parte de METRO.

- Se deberán suministrar datos sobre los tiempos de respuesta obtenidos en las condiciones más desfavorables (patinaje en tracción de los 4 ejes del vehículo, o

deslizamiento en freno simultáneo de los 4 ejes del vehículo). También se deberá suministrar la información que defina la estrategia utilizada por el equipo de tracción para corregir los fenómenos de patinaje y deslizamiento.

- La función de antipatinaje-antibloqueo implementada en el equipo de tracción, dispondrá de un autotest por software que deberá detectar posibles averías en los elementos implicados en esta función. Estas incidencias deberán ser señalizadas en el puesto de conducción, indicando el vehículo afectado a través del IHM.
- La función de antipatinaje-antibloqueo estará operativa para toda la gama de velocidades a la cual circulará la unidad. Debido a que es especialmente crítico el control del patinaje partiendo de vehículo parado, en la fase de Diseño se deberá aportar documentación justificativa de su funcionamiento en ambas situaciones.
- Los captadores de velocidad, que afectan tanto al control de tracción como a las protecciones de antipatinaje-antibloqueo deberán reconocer el sentido de giro de los ejes, y medir velocidades desde 0 km/h (detección de velocidad cero) hasta la velocidad máxima de la unidad. Se deberán aportar datos de la resolución y linealidad del sistema de captación de velocidad adoptado.
- En caso de que las unidades no incorporen este sistema, deberá justificarse técnicamente, de acuerdo a lo indicado en el apartado 9.2.2.2 de la norma UNE-EN 14033:2018 o equivalente.

13.9 FAROS Y PILOTOS

El circuito de faros y pilotos se configurará según las especificaciones funcionales que figuran en el apartado 10.4.2 del presente PPT.

13.10 ALUMBRADO INTERIOR DE CABINA

El alumbrado interior de la cabina, así como el del pupitre y de sus diferentes aparatos responderá a las indicaciones del apartado 10.3.7 del presente PPT.

13.11 ALUMBRADO DE TRABAJO

Las unidades dispondrán del alumbrado de trabajo necesario, para visualizar la catenaria y el área de trabajo según requisitos del apartado 10.4.3 del presente PPT. Se definirá en la fase de Diseño.

13.12 ENCHUFES EXTERIORES

Las unidades dispondrán de tomas eléctricas estándar a 24 Vcc, 230 Vca a 50 Hz y 400 Vca a 50 Hz, para herramientas portátiles y otros posibles equipos externos.

La potencia mínima de las tomas eléctricas será determinada en fase de diseño. En cualquier caso, las tomas de corriente alterna admitirán corrientes de, al menos, 16 A.

Estarán distribuidas por la parte exterior de las unidades, a la altura del bastidor.

El número de tomas y su localización se determinará en fase de Diseño.

Serán estancas, de forma que se evite la entrada de agua por efectos del lavado o del estacionamiento a la intemperie. Tendrán un grado de protección mínimo IP66.

13.13 AVISADORES ACÚSTICOS (BOCINAS)

Cumplirán lo indicado en el apartado 10.4.1.

13.14 DISPOSITIVO DE HOMBRE MUERTO

Las unidades dispondrán de un dispositivo de hombre muerto (H.M.) para la detección automática de ausencia de actividad del conductor.

Dicha actividad se controlará cuando la unidad esté en configuración de conducción y se encuentre en movimiento (el criterio para la detección de movimiento se sitúa en un umbral de velocidad baja). El control se realizará mediante dos mandos que podrán ser usados indistintamente por el conductor, uno mediante pulsador en el pupitre y otro mediante pedal.

Cuando no se constate actividad en ninguno de estos mandos durante un intervalo de tiempo determinado, se disparará una señal de ausencia de actividad del conductor. La secuencia de funcionamiento será la siguiente:

- El dispositivo se activará al actuar sobre el inversor de marcha al retirar el freno de estacionamiento.
- Una vez activado, se seguirá la siguiente secuencia en función de si se lleva o no el actuador pulsado:
 1. Al cabo de 0 segundos, si se circula sin accionar el pulsador del H.M., se encenderá un piloto luminoso de color rojo.
 2. Si se continúa sin accionar el pulsador del H.M., al cabo de 2,5 segundos sonará el zumbador.
 3. Si se continúa sin accionar el pulsador al cabo de 2,5 segundos se producirá el frenado de emergencia.
- En las mismas condiciones operativas del apartado anterior:

1. Al circular con el pulsador accionado se encenderá el piloto luminoso transcurridos 30 segundos.
 2. Al cabo de 2,5 segundos más, en las mismas condiciones, sonará el zumbador.
 3. Transcurridos 2,5 segundos más, se producirá el frenado de emergencia.
- Si se deja de actuar sobre el pulsador de H.M. en cualquiera de los supuestos anteriores se volverá a la situación del primer apartado.

La detección de falta de actividad del conductor deberá disponer de un estudio de fiabilidad y una estimación del índice de fallo de la función.

La instalación del hombre muerto constará, además de los pulsadores de pupitre y de pie, de un avisador luminoso de color rojo y un avisador acústico (ambos en pupitre) y de un inhibidor, protegido con una presilla, para puentear el circuito del hombre muerto en caso de avería. Estas actuaciones, así como todas las que suponen una modificación del estado habitual o estándar de funcionamiento de la máquina, deberán quedar archivadas en el sistema de registro legal de la misma.

En caso de desencadenarse el frenado de emergencia por el sistema de H.M., sólo se podrá rearmar tras detener completamente la unidad.

El frenado de emergencia producido por el hombre muerto será igual al que se produce por pulsación de una seta de emergencia.

El avisador sonoro emitirá en una frecuencia entre 2 y 4 kHz, con una presión sonora superior en 3 dB(A) al ruido medido en cabina durante el trabajo. En ningún caso se superarán los 80dB(A).

13.15 EQUIPOS DE COMUNICACIONES

Cada cabina de conducción y/o trabajo dispondrá de un sistema de comunicaciones radiotelefónico.

El sistema de radiotelefonía debe ser compatible con la red de radiotelefonía de METRO. El modelo será aprobado por METRO en la fase de Diseño.

13.15.1 Misión

El sistema de radiotelefonía tiene como misión permitir las comunicaciones de voz entre el operador de la unidad (o maquinista) y el Puesto de Control Central (PCC).

Estas comunicaciones de voz se realizarán a través de una radio dual, compuesta por un transceptor VHF y otro TETRA. El de VHF es el backup del TETRA.

Asimismo, este sistema de radiotelefonía será responsable de permitir la comunicación de voz con las otras cabinas de la unidad (interfonía entre cabinas) y con la plataforma aérea de trabajo. Es decir, la misma interfaz para el servicio de radiotelefonía entre el operador y el puesto de mando, será utilizada para el servicio de interfonía entre cabinas de conducción y/o trabajo de la unidad y la plataforma aérea de trabajo.

13.15.2 Arquitectura y elementos del sistema

En cada cabina, el sistema estará compuesto por un microteléfono ubicado en el pupitre de conducción; un altavoz y un micrófono que permitan la comunicación de voz sin descolgar el microteléfono; una consola con display y teclado; un rack con los transceptores, CPU, interfaces con las diferentes redes y otros; por último, las antenas. Por otro lado, están presentes un walkie portátil por cabina y su cargador.

El CONTRATISTA realizará una propuesta de consola de forma que sea lo más ergonómica y fácil de usar, ya que se trata de la interfaz entre el operador y este sistema de comunicaciones. Se desecharán elementos que no aporten funcionalidad alguna al maquinista (ver requisitos funcionales). La solución para la consola debe ser simple y práctica.

El sistema VHF es una tecnología inalámbrica basada en FM. Opera en la banda de 168.5-173.975 MHz, bajo la autorización con expediente número MM-910085. En la fase de proyecto se proporcionarán los detalles técnicos necesarios.

El sistema TETRA es un estándar de la ETSI. La banda de frecuencias asignada es 380-392 MHz, según indica la autorización con número de expediente MM-910085. En lo relativo a este sistema, la normativa de referencia y de obligado cumplimiento es la ETS 300-392, ETS 300-394 y ETS 300-279.

13.15.3 Requisitos funcionales

El equipo de radiotelefonía deberá estar disponible en cualquier modo de conducción de la unidad y bajo cualquier supuesto o condiciones de servicio del mismo (alimentación, emergencia, etc.).

El sistema de radio telefonía deberá ser capaz de integrarse en la infraestructura TETRA y VHF actualmente existente en METRO. Los detalles de las mismas se proporcionarán en la fase de proyecto.

En caso de avería en este equipo se señalará automáticamente.

El sistema deberá encenderse de forma sencilla a través de la consola ubicada en el pupitre (por ejemplo, mediante la pulsación de un botón).

Desde esta misma consola se deberá poder:

- Seleccionar la red de acceso radio (TETRA o VHF)
- Seleccionar el canal (asociado a su vez a su correspondiente línea o depósito)
- Controlar el volumen del microteléfono
- Seleccionar el destinatario de la llamada de voz (cabina, Puesto de Control Central, etc.)

En caso de caída de uno de los dos racks de las unidades, el de la otra cabina estará preparado para asumir su rol sin menoscabo de las funciones del sistema.

Se podrán realizar comunicaciones de voz en modo “manos libres” tanto si el origen de la llamada está en la unidad como si no.

El tiempo de establecimiento de llamada deberá estar por debajo de 100 ms.

En lo relativo al nivel físico, el sistema deberá atenerse a lo explicitado por las autorizaciones de uso del espectro antes mencionadas (MM-910085), así como al estándar TETRA definido por la ETSI.

Como es sabido, estos sistemas de comunicaciones de misión crítica requieren de las siguientes funcionalidades que serán verificadas en la fase de pruebas previa a la puesta en servicio de las unidades:

- Llamada de grupo
- Llamada individual
- Llamada de emergencia mediante un pulsador en la consola
- Modo directo entre terminales (sin hacer uso de la red TETRA y/o VHF)
- Autorización de llamadas
- Prohibición de llamadas
- Asignación dinámica de grupo

Las comunicaciones de voz serán half-duplex.

Existirá un sistema de cancelación de ecos y diafonía (crosstalk).

Por otro lado, deberán ubicarse en cabina un radioteléfono portátil (“walkie”) dual TETRA/VHF para uso del maquinista en caso de que sea necesario. Mientras el walkie esté enclavado estará cargando su batería y cuando se retire de su soporte, se accionará un avisador luminoso.

La medida de la inteligibilidad se realizará mediante la norma IEC 60268-16 (o equivalente). La referencia para el CONTRATISTA será un valor de STI de 0.6-0.7.

13.15.4 Requisitos de instalación

La carcasa de la consola de cabina será antivandálica, con un grado de protección igual o superior a IK 07.

El teclado podrá ser piezoeléctrico, sin arrastre de botones o teclas.

El display tendrá un sensor de iluminación que permita ajustar dinámicamente la visibilidad del mismo a las cambiantes condiciones de iluminación en la línea y los depósitos, evitando el deslumbramiento del maquinista y maximizando la legibilidad.

Las antenas se instalarán con sus correspondientes planos de masa.

En la documentación de las antenas se incluirá toda la información necesaria sobre diagramas de radiación, directividad, etc.

El equipamiento de este sistema deberá disponer de la certificación de acuerdo con la norma EN 50155 (o equivalente). Para ello, se adjuntará además del certificado de cumplimiento, el informe preceptivo del laboratorio que certifica dicho cumplimiento de la norma. Esto tiene carácter general para todo el equipamiento embarcado del que se solicita la certificación EN 50155 (o equivalente).

Ningún elemento del sistema requerirá mantenimiento alguno.

Todos los aspectos relacionados con la interfaz con el maquinista (ubicación, pulsadores, pantalla, diseño gráfico, etc.) deberán ser sometidos a la aprobación previa de METRO.

Se deberá garantizar la disponibilidad de los componentes durante al menos 10 años, avisar de su futura obsolescencia con al menos 12 meses de antelación, dar soporte durante 10 años más y los productos sustitutivos deberán ser compatibles hacia atrás.

13.16 REGISTRADOR

El registrador deberá cumplir los apartados de la EN 62625-1 (o equivalente) indicados en la UNE-EN 14033 (o equivalente).

La ubicación o localización del vehículo, se deberá realizar a partir del dato de distancia recorrida desde un punto de referencia. Dicha ubicación se ajustará mediante señal GPS (u otro sistema GNSS) o lectura de balizas, según se describe en el apartado F.2 de la norma EN 62625-1 (o equivalente).

13.17 CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y VENTILACIÓN

Cada cabina de conducción dispondrá de un equipo de calefacción, refrigeración y ventilación que cumplirá con lo dispuesto en el apartado 10.3.6 del presente PPT. Tal y como se indica en el citado apartado, las unidades dispondrán también de un extractor manual de aire.

13.18 MANDO DE LOS DISPOSITIVOS OPERACIONALES

Se efectuará según se indica en los apartados correspondientes del presente PPT, relativos a los sistemas operacionales de las unidades.

13.19 ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPAMIENTOS INFORMÁTICOS

Con criterio general, los equipamientos electrónicos o informáticos que se instalen en la unidad cumplirán, como mínimo, los requisitos que se indican a continuación (ver también apartado 8):

- 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 auto-diagnos que verificarán la operatividad del sistema.
- Las incidencias surgidas durante la explotación de la unidad quedarán almacenadas en memorias. 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 esta 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 (o equivalente), en lo referente al diseño, construcción, condiciones de funcionamiento y ensayos.

Dispondrán de los dispositivos adecuados de condena que, en caso de fallo de los equipos electrónicos, permitan el desplazamiento de las unidades de manera autónoma y así abandonar la zona de trabajo.

Los equipamientos electrónicos o informáticos a instalar 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 (o equivalente). Además, deberán garantizar el funcionamiento correcto ante sollicitaciones propias del funcionamiento normal de la unidad (aceleraciones longitudinales procedentes de la tracción o el frenado). Deberá tenerse en cuenta que la unidad operará 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, mantenibilidad y seguridad responderán a lo establecido en la norma UNE-EN 50126 (o equivalente).

El software asociado a los sistemas informáticos cumplirá con lo dispuesto en la norma UNE-EN 50128 (o equivalente). El CONTRATISTA se compromete a suministrar a METRO la versión instalada y las sucesivas actualizaciones que pueda tener el software instalado en las unidades, sin coste adicional; así como, las herramientas necesarias para llegar a cabo dicha actualización (cables, software de instalación, etc.).

Hasta fin de la garantía, al CONTRATISTA deberá cumplir con los procedimientos de gestión de la configuración software en vigor en METRO.

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.

Los equipos informáticos deberán tener el menor mantenimiento posible.

13.20 PULSADORES, RELÉS Y MAGNETOTÉRMICOS

Los pulsadores y relés tendrán un factor de seguridad de 2 para las peores condiciones de utilización en lo referente a las corrientes de paso por sus contactos.

Se minimizará el uso de relés, y en todo caso éstos estarán preparados para funcionar aún en ambientes polucionados, si bien quedarán adecuadamente protegidos. Los autómatas utilizados en lugar de relés, también quedarán protegidos contra la polución.

Todos los contactos de relés o pulsadores, estarán diseñados para que no se peguen sus contactos ante cortocircuitos, sin que antes no haya saltado la protección correspondiente.

Los magnetotérmicos, siendo rearmables en la medida de lo posible, quedando dicho evento registrado, tendrán una curva de disparo especialmente seleccionada para el tipo de circuito y

servicio a proteger. Se unificará el tipo a utilizar, empleando el mínimo número de calibres distintos.

Los equipos de protección y los relés deben funcionar con una tolerancia del $\pm 5\%$ de su ajuste máximo del rango

En el diseño de circuitos, se utilizará el mínimo número de magnetotérmicos, en especial si se tiende a la informatización de los circuitos, y su función y terminología será inequívoca para el conductor. En el cuadro de magnetotérmicos o donde queden situados aquéllos, su función se indicará claramente con textos grandes y bien visibles.

La caída de un magnetotérmico no afectará, en ningún caso, a otro circuito de la unidad que no tenga nada que ver con el magnetotérmico caído.

La utilización de fusibles queda prohibida, como norma general, debiendo justificar el CONTRATISTA, de manera exhaustiva y detallada, su uso e imposibilidad de protecciones alternativas rearmables. En caso de uso, el calibre de los fusibles deberá estar detallado junto a ellos.

Todos los aparatos citados, serán fácilmente localizables en el mercado nacional español.

13.21 NUMERACIÓN DEL CABLEADO

Todos los hilos y cables eléctricos dispondrán de la correspondiente numeración, que figurará en los extremos de cada cable, en las inmediaciones de los terminales, así como en los planos y esquemas eléctricos correspondientes.

El método específico de identificación será acordado con METRO. En caso de emplearse identificación con código de colores, se cumplirá con lo dispuesto en la norma UNE-EN 60204-1 (o equivalente).

14. EQUIPOS NEUMÁTICOS Y DE FRENO

14.1 EQUIPO DE FRENO. GENERALIDADES

Las unidades constarán, al menos, del siguiente equipo de freno:

- Freno continuo y automático UIC
- Freno directo
- Freno electrodinámico

- Freno de estacionamiento
- Freno de urgencia (seta de emergencia)

14.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS FRENOS

Se dará preferencia al frenado mediante zapatas.

El material de rozamiento de las zapatas de freno estará fabricado en fundición de hierro o en material “LL” o “K”. Se podrá emplear material compuesto siempre que éste cumpla con la Ficha UIC 541-4 (o equivalente).

En la medida de lo posible se emplearán zapatas de una calidad y tamaño ya utilizados por otros vehículos de METRO.

Se dispondrá del mecanismo adecuado que permita reducir la holgura lateral de las zapatas del freno o de sus portadores en la zona de la banda de rodadura, evitando la formación de surcos, canales, etc.

La disposición de la instalación permitirá el uso de calces en la unidad. Además, se garantizará que las zapatas y/o sus guarniciones no producen chirridos durante su aplicación, en cualquier época del año, bien sea en circulación en túnel o en intemperie. En caso de que éstos se produjesen, el CONTRATISTA realizará los ensayos precisos para su total eliminación. Se realizarán ensayos que permitan comprobar este aspecto.

En caso de emplearse discos de freno, éstos serán conformes a la norma UNE-EN 14535-1 o bien UNE-EN 14535-2 (o equivalentes), según sean montados en los ejes o en las ruedas. En todo caso, estos elementos no afectarán al funcionamiento de los detectores de cajas calientes.

Se garantizará que no exista riesgo de caída a la vía de las piezas móviles.

Como medida para evitar el juego ocasionado por el desgaste, se dispondrá de un dispositivo automático de recuperación del juego.

Será posible comprobar la aplicación del estado del freno desde el exterior de la unidad.

14.3 FRENO CONTINUO Y AUTOMÁTICO UIC

El freno continuo y automático debe ser estar conforme a los requisitos de las máquinas categoría 4 según la UNE-EN 14033 (o equivalente). Su arquitectura debe estar conforme con los requisitos de la Norma EN 14198 (o equivalente). Las unidades dispondrán de un equipo de freno de aire comprimido cuyas características de diseño, presiones y tiempos de respuesta sean conformes a la ficha UIC 540 (o equivalente). 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 y UNE-EN 15611 (o equivalentes)).

Este freno actuará en todos los ejes.

Se aportará el cálculo de freno de la unidad.

Cada unidad estará equipada con una válvula de aflojamiento manual y con un dispositivo que impida la tracción si la presión de la TFA es inferior a 4,7 bar. En caso de aflojar el freno desde la cabina, sólo podrá realizarse desde la cabina de conducción activada. Esta comprobación se incluirá durante las pruebas de recepción de la unidad.

Además, entre las pruebas a realizar, se incluirá un protocolo estático de freno conforme a lo dispuesto en la ficha UIC 547 (o equivalente) y el resto de comprobaciones necesarias que permitan verificar las condiciones de frenado. Se incluirán las comprobaciones relativas a la desaparición y fallo de un tipo de freno y la transición al freno neumático.

El sistema de freno de la unidad detendrá e inmovilizará al mismo en caso de ruptura del enganche o en caso de avería en los circuitos eléctricos de seguridad.

Se preferirá el empleo de tuberías metálicas (que respeten las normas UNE-EN 10220, UNE-EN 10305-4 o UNE-EN 10305-6 (o equivalentes), 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.

14.4 FRENO DIRECTO

Las unidades dispondrán 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 UIC.

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 s.

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

Será posible aislar el freno desde la cabina que no esté en uso.

14.5 FRENO DE ESTACIONAMIENTO

Las unidades dispondrán de freno de estacionamiento, de aplicación por medio de muelle y de aflojamiento neumático, que permitirá conseguir su inmovilización durante un tiempo indefinido.

El freno de estacionamiento se calculará según la ficha UIC 544-1 (o equivalente), para las pendientes máximas descritas en el presente PPT. Las prestaciones del freno de estacionamiento permitirán mantener la unidad, al menos, en rampas del 52‰, consideradas como las rampas máximas existentes en las líneas de Metro Pesado, sin que sea necesario un coeficiente de rozamiento entre la rueda y el carril superior a 0,12.

Además, en el exterior de la unidad 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.

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

14.6 FRENO DE EMERGENCIA

Las unidades permitirán que, en caso de emergencia, se pueda aplicar el freno continuo y automático.

Para ello, estarán equipadas con un dispositivo destinado, únicamente, a la aplicación del freno de emergencia (seta de emergencia). Este dispositivo será claramente visible y fácilmente accesible.

El accionamiento de estos dispositivos permitirá vaciar el conducto del 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. El escape del aire debe producirse fuera de la unidad.

14.7 FRENO ELECTRODINÁMICO

Considerando las definiciones de la norma UNE-EN 14478:2018, se entiende por freno electrodinámico (o también nombrado como freno eléctrico) al freno dinámico cuya fuerza de freno la generan los motores de tracción eléctrica.

Además de cumplir lo indicado en el apartado 9.2.7 de la UNE-EN 14033-1:2018 (o equivalente), el freno electrodinámico deberá cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 14198 (o equivalente).

Deberá asegurarse que la no disponibilidad de freno electrodinámico no afectará a las prestaciones de freno de servicio o directo; ni tampoco al freno de emergencia, en caso que se aplique con este.

Existirá una única empuñadura para controlar tanto el freno electrodinámico como el freno de fricción de una manera coordinada. De manera que, haya una conjugación de ambos frenos (o blending) que automáticamente aplique el freno de fricción en caso que sea necesario para llegar a la demanda de freno requerida.

La derivada de la deceleración en relación al tiempo (jerk o traqueteo instantáneo) será menor de 2 m/s^3 .

14.8 COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LOS FRENOS

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

14.9 EQUIPO NEUMÁTICO. GENERALIDADES

Las unidades deberán disponer de un equipo neumático. Se dispondrá de dispositivos de almacenamiento (depósitos) y de producción de aire comprimido (compresores).

El aire comprimido producido por el compresor, junto con el almacenado en los dispositivos de reserva, será utilizado para la alimentación del circuito del equipo de freno, así como para la alimentación de otros circuitos neumáticos de la unidad. Si el mismo compresor alimenta los diferentes depósitos de aire y los depósitos auxiliares, el llenado del circuito de freno debe tener prioridad.

Siempre que la funcionalidad y seguridad de los diversos sistemas no se vea comprometida, los circuitos auxiliares se alimentarán de los depósitos de reserva.

La instalación dispondrá de un sistema de purga de aire automático (si fuera viable técnicamente) y filtrado de aceite y agua.

La instalación de los diferentes elementos del sistema en las unidades prestará especial atención a la correcta accesibilidad a los mismos para su vigilancia y mantenimiento. En aquellos conjuntos funcionales donde los tiempos de respuesta, equilibrio de presiones y actuaciones sincronizadas sean fundamentales, los elementos se montarán simétricos, o lo más cerca posible de los correspondientes órganos de ejecución.

Los semiacoplamientos del freno (elementos para el acoplamiento de las tuberías de frenos) deben satisfacer lo dispuesto en la norma UNE-EN 15807 (o equivalente). La llave de paso final debe ser conforme con la Norma EN 14601 (o equivalente).

El acceso a las diferentes llaves neumáticas deberá ser cómodo, tanto para el personal de conducción como el de mantenimiento.

14.10 ALMACENAMIENTO Y PRODUCCIÓN DE AIRE

14.10.1 Depósitos de aire

Los depósitos de aire serán conforme a las normas UNE-EN 286-3 (o equivalente) para depósitos de acero y UNE-EN 286-4 (o equivalente) para depósitos de aleaciones de aluminio.

El CONTRATISTA colocará los depósitos de aire comprimido necesarios para abastecer a toda la instalación neumática de las unidades con la presión mínima nominal del compresor. Existirá una reserva de aire específica para el circuito de freno, que no podrá ser empleada para otras aplicaciones. Como mínimo, la capacidad del depósito destinado al circuito de freno debe permitir 2 aplicaciones de emergencia consecutivas, en condiciones de carga máxima.

Los depósitos estarán provistos de válvula de seguridad para evitar el exceso de presiones. Queda prohibida la instalación de depósitos en el recinto de las cabinas.

La calidad del aire de la instalación será la mejor posible, en función del régimen de funcionamiento exigido. En cualquier caso, se dispondrá de eficaces sistemas de purga que provoquen el mínimo consumo de aire posible.

14.10.2 Compresores

Durante la etapa de diseño del proyecto se indicará expresamente el tipo de compresor del que dispondrá cada unidad, así como sus principales características y su sistema de accionamiento. Deberá aportarse el cálculo que justifique que el volumen de aire suministrado por el compresor es suficiente para abastecer el consumo previsto.

Este compresor podrá funcionar en régimen continuo, sin detrimento de sus características. Su funcionamiento en servicio normal será automático.

La calidad del aire suministrado debe ser, al menos, de clase 4.3.4, medida de acuerdo con la Norma ISO 8573-1 (o equivalente) y con la Norma NF F11-100:2005 (o equivalente).

Si el mismo compresor alimenta los diferentes depósitos de aire y los depósitos auxiliares, el llenado de los circuitos de freno debe tener prioridad.

El funcionamiento del compresor no deberá emitir vibraciones a las cabinas que resulten apreciables. Su fijación será robusta, garantizando la seguridad del conjunto.

En el Plan de mantenimiento se indicarán claramente los períodos y operaciones de mantenimiento del compresor. A tal efecto, el compresor deberá estar dotado de un contador horario, o bien justificarse la posible utilización del contador horario general de la unidad.

El mantenimiento ordinario del compresor deberá quedar limitado a la vigilancia periódica del nivel del aceite, al cambio del mismo y a la limpieza de su filtro de aspiración y filtro de aceite, si lo tuviera. La ubicación del compresor facilitará la realización de estas operaciones.

En caso de requerirse radiadores, éstos serán especialmente resistentes en sus embocaduras y no se formarán grietas o fisuras en funcionamiento ordinario.

14.10.2.1 Motor de compresor neumático

Además de cumplir los requisitos específicos indicados en el sistema neumático, el motor compresor deberá cumplir lo indicado en este apartado.

Protecciones superficiales antihumedad, pintura e impregnación especial.

Construcción totalmente cerrada y estanca, con grado de protección mínimo IP55, apto para intemperie, que cumpla con los requisitos según UNE-EN 60349-2 (o equivalente).

El motor será capaz de arrancar al compresor aún con la máxima contrapresión, sin que se mermen sus condiciones funcionales ni la longevidad.

Las protecciones se adaptarán a la normativa vigente indicada en este Pliego sobre equipos eléctricos y adecuada al sistema a proteger, tanto para la línea como el propio motor.

El arranque se realizará mediante dispositivos que minimicen en la mayor medida posible los picos de corriente, ya sea mediante arrancador estrella-triángulo o sistemas electrónicos. Estos sistemas electrónicos, cumplirán con norma UNE-EN 61287 (o equivalente) y requisitos de equipos similares expuestas en este Pliego como variadores de velocidad de climatización. En fase de Diseño, se presentará la documentación del sistema de arranque en función del modelo elegido (documentación sobre aparellaje eléctrico para arranque estrella triángulo y de sistemas de alimentación auxiliar para arrancador).

En fase de Diseño, se presentará una especificación técnica del motor que incluya, al menos todas las referencias a los requisitos solicitados sobre construcción, protección, grado de protección, capacidad de arranque, protecciones, potencia eje bloqueado, características eléctricas, etc.

14.10.3 Regulación y protección

Existirá un regulador de presión incorporado en el compresor, ajustado entre las presiones de trabajo máxima y mínima.

Para proteger la instalación neumática de excesos de presión, se dispondrá de una válvula de seguridad que impida la superación de una determinada presión.

La válvula de seguridad se suministrará convenientemente timbrada y precintada, equipada con una chapa en la que se indique su presión de ajuste.

14.10.4 Transductores y presostatos

Todos los transductores y presostatos que necesiten las unidades tendrán un grado de protección IP-65, de forma que puedan lavarse exteriormente. No deberán requerir ajuste de tarado alguno, una vez se haya efectuado la primera regulación. Tendrán estanqueidad interna y externa y serán de alta fiabilidad.

El fluido de las tuberías no afectará y/o atacará a elemento alguno del equipamiento neumático o de sus circuitos, independientemente de la calidad de dicho fluido.

Los presostatos y funciones afines de la unidad, así como los que se suministren de repuesto, vendrán de fábrica con las maniobras precisas para que su ajuste se mantenga indefinidamente, sin necesidad de posteriores manipulaciones.

En la fase de Diseño del proyecto deberán especificarse el fabricante, el modelo y las características de los transductores y presostatos de los que constarán las unidades.

15. EQUIPOS HIDRÁULICOS

15.1 ASPECTOS GENERALES

El equipo hidráulico estará compuesto, principalmente, de:

- Bombas hidráulicas
- Motores hidráulicos
- Fluido y las adecuadas canalizaciones

El diseño de los elementos del equipo hidráulico y su disposición en las unidades deben permitir el mantenimiento sencillo de los mismos. A este efecto, se dispondrán de los medios adecuados para evitar derrames y eliminar los mismos cuando la unidad se encuentre en las instalaciones de limpieza. Preferentemente, se instalarán elementos de contención de derrames, equipados con llaves de vaciado.

Los sistemas hidráulicos deberán cumplir las normas UNE-EN ISO 12100 y UNE-EN ISO 4413 (o equivalentes).

Las unidades tendrán las tomas hidráulicas exteriores que se determinen en la fase de Diseño. Las tomas hidráulicas exteriores serán del estándar compatible con las herramientas y mangas utilizadas en METRO.

15.1.1 Sistemas auxiliares

En los apartados correspondientes se describen los dispositivos funcionales de las unidades alimentados hidráulicamente.

15.2 BOMBAS HIDRÁULICAS

Durante la fase de Diseño del proyecto, el CONTRATISTA especificará el tipo de bombas hidráulicas propuesto, indicando el fabricante y sus principales características.

15.3 MOTORES HIDRÁULICOS

Al menos en la fase de Diseño, el CONTRATISTA especificará el tipo de motores hidráulicos propuesto, indicando el fabricante y sus principales características.

16. EQUIPAMIENTO DE TRABAJO

16.1 EQUIPAMIENTO DE TRABAJO DE VEHÍCULOS DE LÍNEA AÉREA

16.1.1 Plataforma Aérea de Trabajo

16.1.1.1 Generalidades

Cada unidad tractora tipo I-A y cada vagón tipo II-A tendrán una plataforma aérea de trabajo (en adelante referida también como “plataforma elevadora de trabajo”, “plataforma elevadora” o simplemente “plataforma” o “PEMP”).

Los requisitos, en especial los de alcance y capacidad de carga, son referidos a la plataforma instalada sobre cada vehículo.

El objeto de la plataforma es lograr que los operarios puedan alcanzar con seguridad los diferentes elementos de la línea aérea instalados en METRO: hilo de contacto, barras de catenaria rígida, soportes, hilo sustentador, cables de alimentación (feeder), cable de guarda, aisladores, seccionadores, etc. (véase apartado 6.2) con objeto de realizar labores de mantenimiento sobre los mismos. A excepción de: los puntos más altos de pórticos y funiculares

en algunos depósitos y cocheras de METRO; así como, de los soportes de catenaria rígida de las estaciones más altas.

Se tendrá en cuenta que, conforme a la normativa interna de METRO, el acceso y uso de las plataformas elevadoras no está permitido bajo línea aérea en tensión.

Dicha plataforma será una plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) específica para elevación de personas.

En el caso de las unidades tractoras (unidades tipo I-A), los movimientos respecto al bastidor se logran mediante una tijera de accionamiento hidráulico.

En el caso de los vagones (unidades tipo II-A), los movimientos respecto al bastidor de la unidad se logran mediante un brazo articulado y, en caso de ser necesario, prolongas. El brazo articulado será de accionamiento hidráulico. En caso de haber prolongas, estas irán revestidas de teflón, o material equivalente, para garantizar un mantenimiento mínimo.

Todas sus partes tendrán conexión eléctrica equipotencial al carril, conforme al apartado 15.1 de la UNE-EN 14033-1:2018, o equivalente.

16.1.1.2 Normativa

Deberá cumplir la norma UNE-EN 280 o equivalente.

Asimismo, se tendrán en cuenta las recomendaciones de la NTP 1039 del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

La evaluación de la conformidad según Reglamento (UE) 2023/1230, relativo a las máquinas deberá haberse obtenido mediante el procedimiento de examen CE de tipo o el procedimiento de aseguramiento de calidad total, conforme, respectivamente, a las opciones a) y b), ambos dentro de los puntos 2 y 3 del artículo 25 de dicho Reglamento.

El CONTRATISTA acreditará lo anterior, facilitando a METRO una copia del certificado, aprobación o documento equivalente emitido por el Organismo Notificado, según el correspondiente procedimiento de evaluación de la conformidad.

16.1.1.3 Dimensiones

El área de la plataforma será la suficiente para que puedan trabajar 4 personas y portar herramienta.

En el caso de las unidades tractoras (unidades tipo I-A), la dimensión longitudinal (eje de la unidad) será como mínimo de 2,5 metros, y a ser posible de al menos 3 metros. La dimensión transversal será como mínimo de 1,4 metros

En el caso de los vagones, la dimensión longitudinal (eje del vagón) será como mínimo de 2,7 metros, y a ser posible de al menos 3 metros. La dimensión transversal será como mínimo de 1,6 metros.

16.1.1.4 Capacidad de carga

La capacidad de carga útil (incluyendo la herramienta de mano que necesiten los operarios) será, al menos, 4 personas más herramienta, considerándose los criterios definidos en la UNE-EN 280 (o equivalente), y, en cualquier caso, igual o superior a 400 kg sin necesidad de emplear o desplegar estabilizadores, independientemente de la distribución de la carga sobre el suelo de la plataforma, así como del peralte de la vía.

Sólo en caso de trabajos sobre la catenaria de la vía contraria o sobre postes, en los que sea necesario que el operario alcance distancias en horizontal a más de 2,5 metros del eje de la vía de la unidad o alturas por encima de los 6 metros sobre el carril, se acepta que la capacidad de carga útil sea, al menos, de 300 kg, sin necesidad de emplear o desplegar estabilizadores, independientemente de la distribución de la carga sobre el suelo de la plataforma, así como del peralte de la vía. No obstante, es preferible que esta rebaja de la carga útil no sea necesaria, y se valorará negativamente si así lo fuese.

El fabricante podrá utilizar contrapesos si lo determina necesario, siempre y cuando se respeten las restricciones de invasión de gálibo de túnel (zona R0), tal y como se indica en el apartado 16.1.1.6.

La unidad podrá incorporar estabilizadores, siempre y cuando sólo sean necesarios para alcances y/o capacidades de carga superiores a los mínimos requeridos en este PPT.

La plataforma tendrá un autómata que conocerá: la carga, la posición relativa de la plataforma, los estabilizadores e incluso el peralte en cada momento (siendo el conocer este último parámetro deseable pero no obligatorio); de manera que, en función de estos parámetros, detecte sobrecarga y automáticamente optimice el alcance máximo posible de la plataforma en condiciones de estabilidad.

16.1.1.5 Traslación

Será posible la traslación (desplazamiento de la unidad a lo largo de la vía) desde los mandos de la plataforma y desde las cabinas de conducción, conforme tipo 2 y tipo 3 según clasificación de UNE-EN 280 (o equivalente).

En la evaluación de riesgos, en la fase de Diseño, deberá analizarse y evaluarse los condiciones o limitaciones técnicas y procedimentales más adecuadas a implementar, para la traslación desde los mencionados puestos con seguridad e impacto mínimo en la operatividad. Finalmente será METRO quien determine las medidas mitigadoras a implementar, que podrán ser las

especificadas en este PPT, u otras, que tendrían que ser implementadas por el CONTRATISTA sin coste para METRO.

Como medida técnica, para viabilizar la traslación de la unidad desde la plataforma elevadora con seguridad, deberán existir monitores y cumplirse lo indicado en el apartado 5.11 y anexo D de la UNE-EN 14033-3:2018 (o equivalente).

Adicionalmente, este sistema de cámaras y monitor deberá tener:

- Grado de protección IP 67 e IP X6, según la UNE EN 60529 (o equivalente).
- Un tamaño de pantalla de, al menos, 10 pulgadas.
- Imagen a color con las condiciones de iluminación que únicamente proporcione la unidad, es decir, sin una fuente natural o artificial de luz exterior.

Adicionalmente, METRO podrá exigir que, en los puestos de conducción de las cabinas, el conductor allí situado disponga un dispositivo de validación que tan sólo accionándolo pueda la persona en la plataforma elevadora trasladar el vehículo, confirmando de este modo, que no se encuentran personas ni obstáculos delante de la unidad.

Esta función de seguridad deberá ser del PL adecuado, y siempre igual o mayor que “c”.

Los mandos de plataforma y desde las cabinas de conducción podrán regular de forma continua y sencilla la velocidad de traslación, entre 0 y la velocidad máxima, no pudiendo nunca superarse dicha velocidad máxima.

La velocidad de traslación consignada se mantendrá constante de manera automática independientemente de los cambios de pendiente. La variación máxima admitida será del 10 %.

La velocidad máxima será configurable por personal autorizado, pudiendo ser por defecto la determinada en la norma UNE-EN 280 (o equivalente) u otra inferior que determine METRO.

16.1.1.6 Alcance o área de trabajo

16.1.1.6.1 Alcance habitual

Las unidades están destinadas principalmente a realizar trabajos sobre el hilo de contacto, por lo que deberá otorgar la mayor flexibilidad y comodidad a los operarios para esos trabajos.

De manera fácil y rápida, el operario podrá situar la plataforma centrada o no (según conveniencia) bajo el hilo y a la altura que proporcione la posición más cómoda, teniendo en cuenta las posibles alturas y descentramientos del hilo respecto al eje de la vía.

Por lo anterior, y dada la poca altura del hilo de contacto en METRO en muchas zonas, al objeto de garantizar la ergonomía del trabajo, la altura mínima del suelo de la plataforma desde la superficie de rodadura del carril debe ser de ser igual o inferior a 2300 mm, preferentemente menor de 2100 mm. Se valorará de manera importante que esta altura sea lo menor posible.

16.1.1.6.2 Alcance general

Además, la plataforma podrá moverse respecto del vehículo de manera que se pueda trabajar sobre el resto de elementos que conforman la línea aérea, incluyendo los de la vía en la que se encuentra la unidad como de la vía contraria y la vía desviada; así como los cables de alimentación, aisladores, cables de guarda, etc. fijados en postes, funiculares o el techo del túnel; a excepción de los lugares que excepcionalmente están más altos que la altura mínima requerida especificada en este apartado.

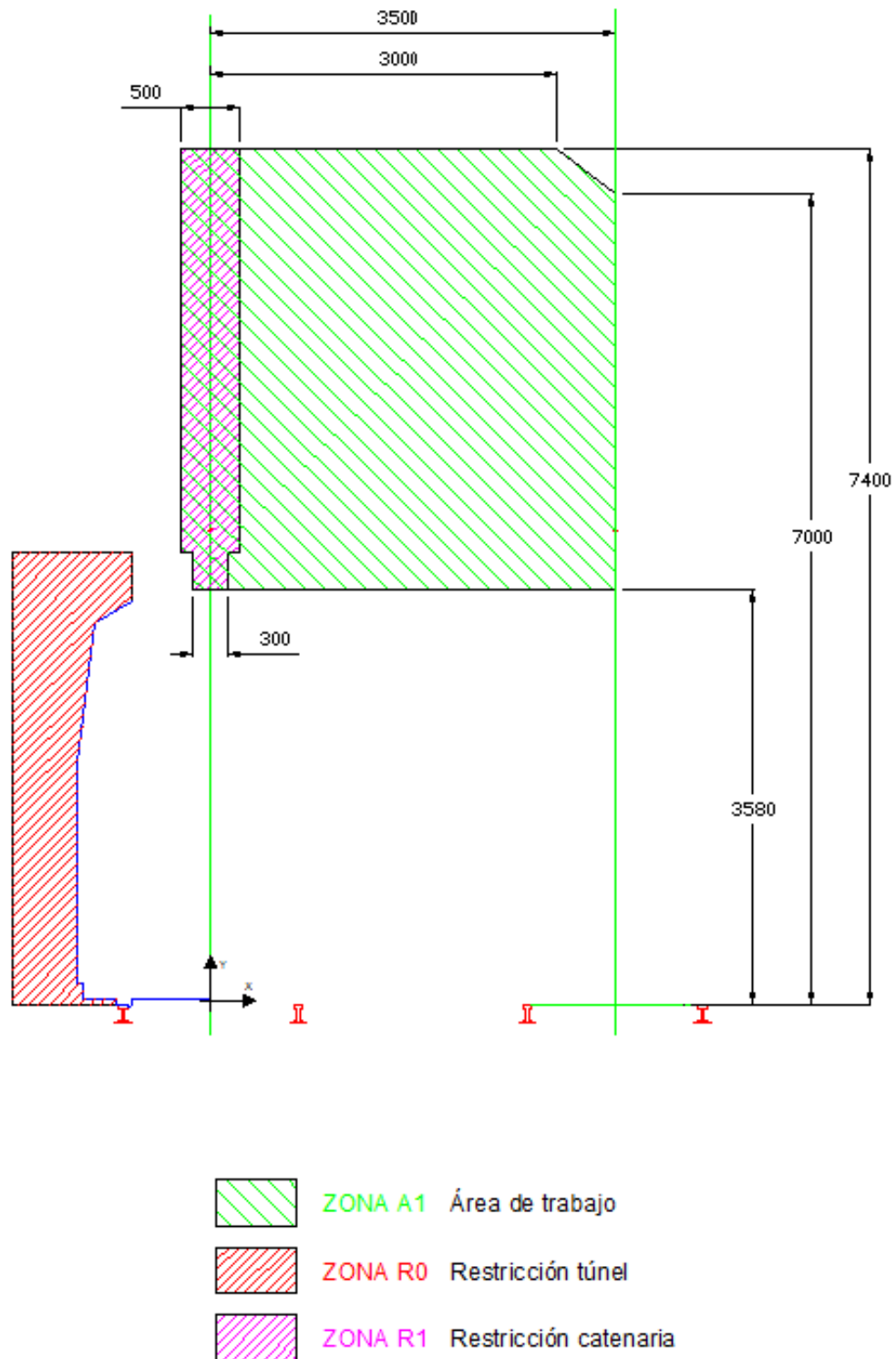


Figura 5: Situación general. Área de trabajo mínima requerida por lado y restricciones

La plataforma permitirá que un operario sobre la plataforma llegue a alcanzar, con seguridad y comodidad, cualquier punto situado en el área de trabajo (zona A1) especificado en la vista frontal de la figura anterior, sin que, durante los movimientos (o maniobras) necesarios, la plataforma (incluyendo el brazo articulado o cualquiera de sus elementos) invada: las posibles posiciones del hilo de contacto de la vía en la que está situada la unidad y los elementos de sustentación sobre él (zona R1) y el lateral del túnel (zona R0).

El requisito anterior debe cumplirse en ambos lados de la unidad. Esto no significa que la suma de las áreas de trabajo que alcanza la unidad ofertada a un lado y al otro del mismo tengan que ser necesariamente simétrica, si no que tiene que cubrir/contener, al menos, la requerida.

La geometría de la zona R0 viene determinada por el plano de gálibo estático de alineación recta (plano de METRO n.º 13794).

Obsérvese que, el área de trabajo (zona A1) y la restricción debido a la catenaria sobre la vía donde se encuentra la unidad se solapan (zona R1). Esto es porque se considera que el operario puede alcanzar más allá que los límites de las barandillas de la plataforma tanto verticalmente como lateralmente, extendiendo sus brazos.

Para determinar el área que alcanza el operario desde los límites físicos de la plataforma (barandilla y suelo), de manera segura y cómoda, se debe considerar un operario de talla pequeña según UNE-EN ISO 3411 o UNE-EN 547 (o normas equivalentes) y los principios ergonómicos definidos en la norma UNE-EN 614 (o equivalente). Y, en cualquier caso, no se considerará que pueda alcanzar una distancia horizontal mayor de 40 cm desde el plano de la barandilla y una altura superior a 1,8 metros desde el suelo de la plataforma de trabajo.

Por coherencia con lo anterior, excepcionalmente para alcanzar la franja vertical de la zona de trabajo situada más a la izquierda del plano vertical y longitudinal a la vía (entre 250 y 150 mm) se permite que la plataforma necesite invadir la zona R1 hasta 100 mm en dirección horizontal.

16.1.1.6.3 Alcance en los espacios más limitados

Al mismo tiempo, la plataforma deberá poder trabajar sobre los elementos de línea aérea en la situación más comprometida por espacio, considerando como tal la que se produce en las líneas de gálibo estrecho con la distancia entre vías más pequeña.

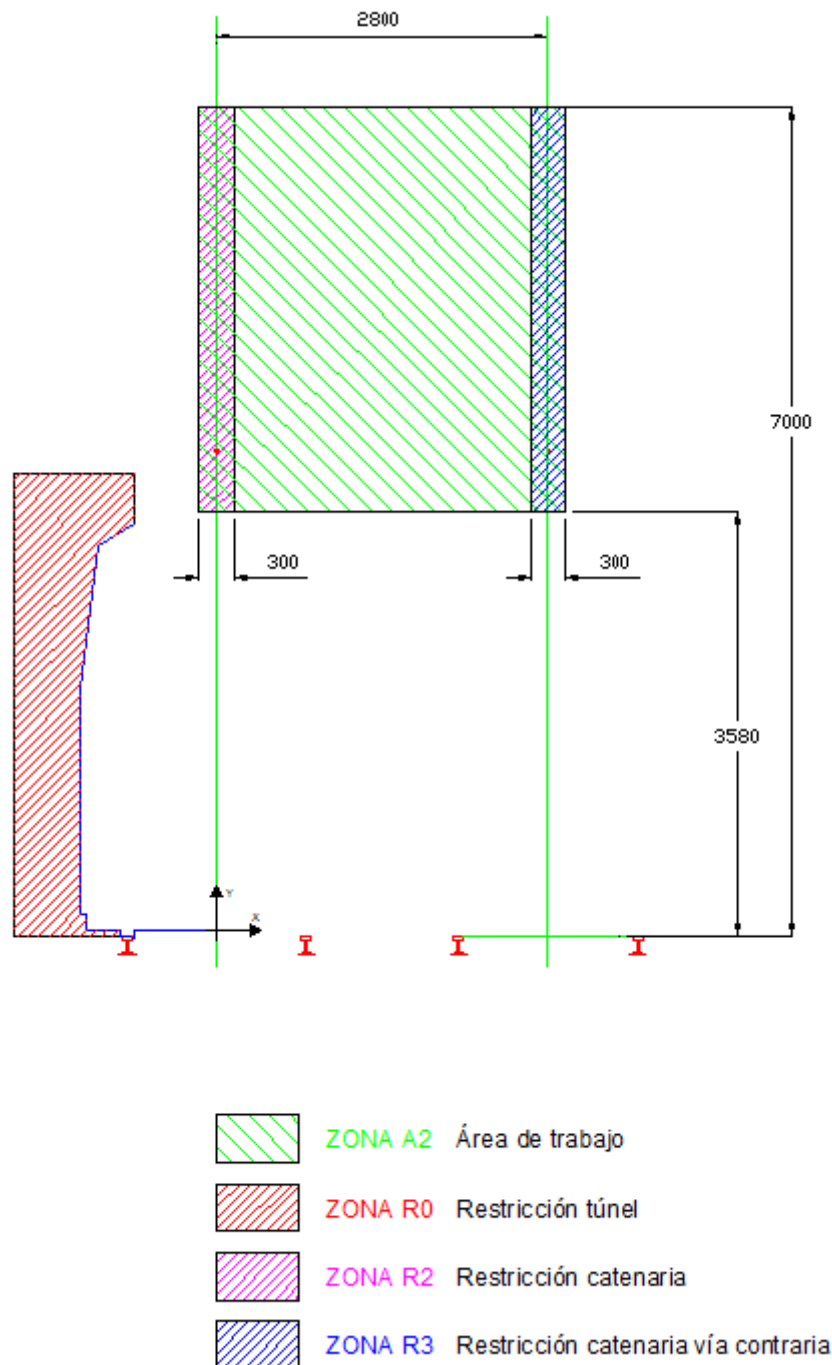


Figura 6: Situación en espacios limitados. Área de trabajo mínima requerida por lado y restricciones

La plataforma permitirá que un operario sobre la plataforma llegue a alcanzar, con seguridad y comodidad, cualquier punto situado en el área de trabajo (zona A2) especificado en la vista frontal de la figura anterior, sin que, durante los movimiento (o maniobras) necesarios, la plataforma (incluyendo el brazo articulado o cualquiera de sus elementos) invada: las posibles

posiciones del hilo de contacto de la vía en la que está situada la unidad y los elementos de sustentación sobre él (zona R2), los de la vía contraria (zona R3) y el lateral del túnel (zona R0).

El requisito anterior debe cumplirse en ambos lados de la unidad.

La geometría de la zona R0 viene determinada por el plano de galibo estático de alineación recta (plano de METRO n.º 13794).

El criterio a considerar para determinar el área que es capaz de alcanzar el operario desde los límites físicos de la plataforma, será el mismo que el especificado en el apartado anterior, 16.1.1.6.2.

16.1.1.7 Equipamiento

La plataforma tendrá el siguiente equipamiento:

- Al menos dos tomas de aire comprimido para la alimentación de herramienta.
- Calderín de aire comprimido en la propia plataforma, para asegurar presión y caudal.
- Al menos dos tomas eléctricas para la alimentación de herramienta.
- Iluminación de trabajo.
- Sistema de calefacción, preferentemente mediante calor radiante.
- Rodillo sobre borde barandilla más cercana al portabobinas, para facilitar el guiado de cables.
- Empujador de hilos cuya posición sea fácilmente regulable y fácil de desmontar.
- Soporte/bandeja para herramienta y materiales, accesible e iluminado.
- Baúl de almacenamiento de herramienta y materiales.
- Interfono de comunicación
- Monitor para permitir la visibilidad

Las especificaciones de este equipamiento y su ubicación concreta serán determinadas por METRO en fase de Diseño.

16.1.1.7.1 Interfono de comunicación

La plataforma tendrá un interfono capaz de comunicarse con los equipos de comunicación de los puestos de conducción de ambas cabinas descritos en el apartado 13.15.

Este equipo será fijo y se encontrará cerca de los mandos de manejo de la plataforma o integrados en ellos.

El equipo debe estar disponible con condiciones de funcionamiento normal y degradados, como por ejemplo en caso de falta de disponibilidad de la batería de tracción.

Tendrá función “manos libres”, por defecto, y también tendrá la posibilidad de conectar auriculares con micrófono.

El volumen del altavoz y el micrófono serán ajustables.

Las comunicaciones serán full-duplex.

Existirá un sistema de cancelación de ecos y diafonía (crosstalk).

El grado de IP será de, al menos 65, conforme a la UNE-EN 60529 (o equivalente).

16.1.1.8 Mando

El mando situado en la plataforma deberá soportar golpes, caídas y condiciones meteorológicas exteriores, sin perder propiedades durante al menos 10 años.

Conforme a lo anterior, se valorará que haya sido sometido a ensayos normalizados, así como el nivel de exigencia superado.

En particular, será recomendable que haya sido sometido a ensayos de caída conforme a la norma UNE-EN 60068-2-31 (o equivalente) y la altura que haya sido superada.

El grado de IP será de, al menos 65, conforme a la UNE-EN 60529 (o equivalente).

El mando podrá retirarse de manera fácil y rápida desconectando y separándolo de su fijación a la plataforma sin necesidad de herramientas.

Para guardar el mando, dentro de la cabina existirá un lugar protegido específicamente destinado para ello.

En caso que la comunicación sea inalámbrica, será compatible con las distintas frecuencias de uso en la red de METRO.

No siendo un requisito obligatorio, se valorará que el mando disponga de un mando sensitivo (conforme a la UNE-EN ISO 12100, o equivalente) que haga volver la plataforma a la posición de transporte o circulación de manera automática.

16.1.1.9 Configuración de circulación

En posición de circulación o de transporte, la plataforma deberá estar recogida, cumplir el galíbo y bloqueada mecánicamente.

En caso que la plataforma no esté bloqueada, automáticamente deberá señalizarse en el pupitre de conducción y no será posible mover el vehículo en configuración de circulación, pero si en configuración de desplazamiento.

No obstante, de lo anterior, la posición del bloqueo y desbloqueo debe ser visible por el operario desde la unidad.

16.1.1.9.1 Función de bloqueo y desbloqueo remoto

El bloqueo y desbloqueo será posible de manera remota.

Esta acción será posible desde cualquiera de las cabinas y desde la propia plataforma, preferentemente desde el mando de manejo de la plataforma.

En caso de fallo de este sistema, el usuario podrá bloquearlo o desbloquear manualmente de manera sencilla.

16.1.2 Portabobinas

Cada unidad de tipo II-A tendrá un portabobinas, con capacidad de llevar, al menos, una bobina.

Será compatible con bobinas del tipo M1000, M1250 y M1400 según DIN 43139 (o equivalente), con, al menos, 1300 kg de peso total.

Estará dispuesto respecto a la plataforma para que un operador sobre la plataforma pueda coger el extremo del hilo de la bobina directamente con la mano, o pasándolo de mano a mano a través de otro operario que se encuentre a bordo de la unidad y junto al portabobinas.

Incorporará un motor, preferentemente eléctrico, para girar la bobina en cualquier de los dos sentidos y permitir en desenrollar o enrollar el hilo (o cable) automáticamente. El sistema incorporará un freno automático que se accionará desde los mandos del portabobinas para dejar fijada la bobina y no permitir que gire libremente.

Existirá un modo de funcionamiento para que la bobina pueda girar libremente, de modo que facilite ciertas operaciones, como el tendido de hilo.

En caso de fallo del sistema, existirá la forma de liberar o impedir el giro de la bobina de manera manual.

El portabobinas será considerado una máquina, en sí misma, conforme al Reglamento (UE) 2023/1230, relativo a las máquinas. El contratista entregará su declaración CE de conformidad específica y su preceptiva documentación.

El portabobinas deberá cumplir las normas armonizadas EN que se le sean de aplicación. Estas serán, al menos: UNE-EN ISO 12100 (o equivalente).

Habrán unos mandos e indicadores fijos junto al portabobinas; y, adicionalmente, otros en un mando inalámbrico, para manejo desde la plataforma.

El portabobinas será accesible de manera que permita la retirada y colocación de las correspondientes bobinas con un toro y no con una pluma.

16.1.2.1 Dispositivo de guiado de hilo/cable

Se dispondrá de un dispositivo junto a la bobina que, mediante rodillos, permita que el extremo del hilo/cable de la bobina sea fácilmente alcanzable desde la plataforma elevadora; así como, ayude al guiado del hilo/cable para proceder a su tendido (más aún en el caso de que no sea posible centrar el portabobinas respecto al eje central de la unidad).

Dicho dispositivo podrá ajustarse vertical y horizontalmente por el operador.

Este dispositivo podrá desmontarse de la unidad, como si de un equipo intercambiable se tratase.

La geometría y la necesidad de incorporar finalmente este dispositivo en las unidades a entregar, serán decididas por METRO en fase de Diseño.

16.1.3 Pantógrafos de medida

Cada unidad incorporará el siguiente sistema para medir y comprobar la altura y el descentramiento del hilo de contacto en cualquier punto de la red de METRO, según las características especificadas en el apartado 6.2, mediante los pantógrafos que sean necesarios. Es decir, podrá medirse tanto la catenaria en las vías de gálibo ancho, como en las vías de gálibo estrecho.

Los pantógrafos de medida irán lo más cerca posible del centro del eje.

Los pantógrafos de medida deberán disponer de sistemas de bloqueo (ver apdo 9.2.1).

Deberán cumplir como mínimo lo indicado en apdo 5.8.6 de la norma UNE-EN 14033-2:2018 (o equivalente).

Para medir, el pantógrafo irá tocando la catenaria con la presión adecuada, de manera que se mida la posición relativa de la mesilla (o elemento de contacto con el hilo de contacto de la catenaria) respecto a la parte fija del pantógrafo. Y, a partir, de este dato, se calculará automáticamente la altura del hilo de contacto respecto de la superficie de contacto del carril.

El sistema podrá ajustarse y calibrarse fácilmente. Y, estará específicamente preparado para introducir y considerar los cambios de diámetro de rueda, tras operaciones de retorneado.

La altura del hilo de contacto respecto del carril será mostrada en tiempo real a través de un display junto al mismo pantógrafo con el tamaño y contraste adecuado para poder leerse desde la plataforma elevadora. Además, METRO podrá requerir que dicha medida se muestre también en sendos displays en las cabinas de conducción y en otro situado en la plataforma.

La precisión de la medición de la altura del hilo de contacto respecto del carril será, al menos, de ± 10 mm.

Para medir y comprobar el descentramiento de la catenaria, la mesilla del pantógrafo tendrá una regla horizontal, como las instaladas actualmente en los vehículos de METRO (véase siguiente figura) o similar. De manera que directamente de manera visual, se pueda observar donde se produce el contacto entre el hilo de contacto y la mesilla.

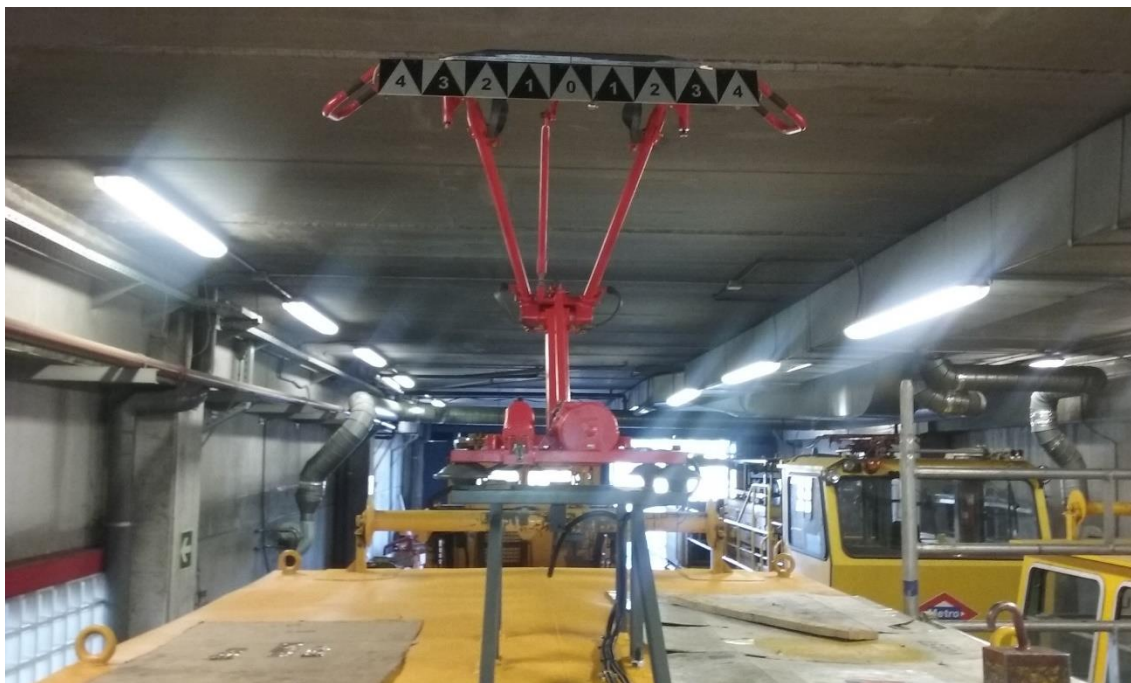


Foto 10: Regla para comprobar el descentramiento de hilo de contacto instalada en vehículos de METRO

Las marcas serán cada 5 cm y tendrán el aspecto mostrado en la siguiente figura.

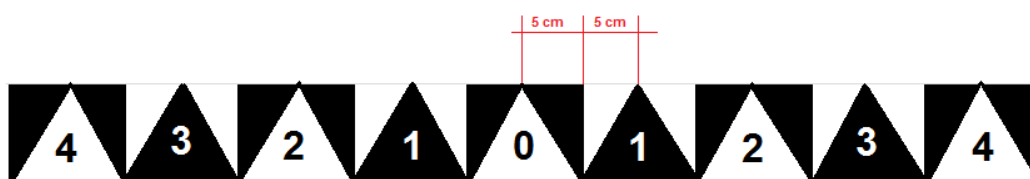


Figura 7: Marcas y divisiones de la regla

Los números y marcas de división de la regla serán fácilmente legibles desde la plataforma aérea, con relieve e indelebles. No deberá perder color por efecto del sol y las condiciones meteorológicas exteriores en varios años.

La precisión de la regla será, al menos, de ± 5 mm.

16.1.3.1 Cámaras en pantógrafos de medida

Se instalará un circuito cerrado de televisión (CCTV) para monitorización el estado de la catenaria, la interacción pantógrafo-catenaria y permitir la lectura del valor de descentramiento de cada pantógrafo de medida desde ambas cabinas.

Cada cámara deberá estar orientada de forma que se visualice de forma nítida el contacto entre el hilo de la catenaria y el frotador del pantógrafo, y sus inmediaciones, y que permita apreciar correctamente el descentramiento de la catenaria, los despegues, arcos, chispazos y otros comportamientos indeseados. La cámara deberá poder visualizarse tanto en condiciones de baja iluminación (dentro del túnel) como de alta (en estación o en intemperie).

En cada unidad existirán tantas cámaras para este propósito como pantógrafos de medida haya en la composición.

Las cámaras serán IP y seguirán el estándar ONVIF.

El almacenamiento de grabaciones de estas cámaras deberá ser de mínimo 5 días, con una resolución al menos de 2 mPx.

La visualización de las imágenes de estas cámaras, así como la descarga de las grabaciones será posible mediante una aplicación web.

La imagen en tiempo real y las grabaciones podrá ser visualizadas desde sendos monitores de cabina. Esta funcionalidad se definirá en la fase de Proyecto.

Los monitores de visualización serán exclusivos para este propósito.

Los monitores serán de al menos 10 pulgadas.

En el video de esta cámara se dispondrá de:

Etiqueta identificativa de la cámara a la que corresponde (por ejemplo, 777/GE) si se trata de la cámara asociada al pantógrafo de gálibo estrecho del vehículo 777. Esta etiqueta será retirable por configuración o al exportar el video a un formato reproducible con un player de mercado (i.e. VLC).

Etiqueta con la fecha y la hora (incluyendo segundero).

Cada cámara se alimentará por PoE (Power over Ethernet) desde el switch que corresponda.

Cada cámara deberá contar con una envolvente con un grado de protección IP 67 e IP X6 (según la UNE-EN 60529 o equivalente). Se deberá prestar especial atención a la carcasa a instalar para proteger esta cámara, por el entorno especialmente hostil en el que deberá trabajar. En este sentido, se deberá prestar consideración lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN 50125-1:2014 (o equivalente).

16.1.4 Sistema de almacenaje y transporte de herramientas y materiales

16.1.4.1 Generalidades

Todos los baúles y armarios para el almacenaje de herramientas y materiales deberán cumplir los siguientes requisitos.

La apertura será manual.

Tendrán una cerradura mecánica, cuya llave podrá común para todas las cerraduras mecánicas que haya en la unidad y para todas las unidades, si METRO lo determina en fase de Diseño. METRO podrá decidir también, si desea que la llave sea una en concreto, que ya utiliza en sus vehículos o instalaciones actuales.

En caso de encontrarse fuera de las cabinas, su apertura no invadirá gálibo.

Cuando las puertas se cierren por efecto de la gravedad, estas llevarán dos amortiguadores para facilitar su apertura y sujetar la puerta en posición abierta. En caso de fallo de un amortiguador, el otro podrá sujetar la puerta en su posición abierta. Llevando la puerta a su posición cerrada, el amortiguador no podrá abrirla, aunque no se cierre el armario o baúl con llave.

En caso que se encuentre fuera de la cabina, el grado de IP será de, al menos 65, conforme a la UNE-EN 60529 (o equivalente).

Llevará anclajes ad-hoc para las herramientas y materiales que comúnmente se necesiten llevar a bordo.

16.1.4.2 Herramienta accesible desde plataforma aérea

En la plataforma elevadora, situada de manera que no reste zona útil (pisable) de la plataforma, habrá uno o varios baúles donde se pueda alojar la herramienta mostrada en la siguiente figura:



Foto 11: Herramientas accesibles desde la plataforma elevadora

Las dimensiones orientativas son: 380 x 550 x 450 (Ancho x Largo x Profundo) en mm.

16.1.4.3 Herramienta accesible desde plataforma de vía

Por procedimiento de trabajo y con objeto de asegurar que, en la zona de trabajo, no haya tensión en la catenaria, el operario debe utilizar una pértiga para conectar la catenaria al carril y un verificador de tensión.

Estos dos elementos deben estar guardados en un lugar accesible para el operario desde la plataforma de vía y desde ambos lados de la unidad. Si es necesario, habrá dos armarios o baúles (con sendos juegos de elementos), uno a cada lado de la unidad, para que hay siempre un juego fácilmente accesible.

**SUMINISTRO 24 DE UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LÍNEA
AÉREA Y LA INFRAESTRUCTURA EN LA RED DE METRO DE MADRID**

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL



Foto 12: Herramientas accesibles desde la plataforma de vía

Las dimensiones orientativas son: 500 x 1800 x 250 (Ancho x Largo x Profundo) en mm.

16.1.4.4 Herramienta accesible desde cabina

En cada cabina debe haber un armario para almacenamiento con cajones.

16.1.4.5 Otros materiales

En la zona fuera de cabina, debe haber algún espacio adicional para dejar material diverso: repuestos, hilo sustituido, etc.

16.2 EQUIPAMIENTO DE TRABAJO DE VEHÍCULOS DE VÍA

16.2.1 Plataforma de carga con polipasto

La plataforma de carga tendrá una superficie aproximada de 4 m², con polipasto instalado para facilitar la carga y descarga de materiales. Capacidad de carga de 250 kg

El polipasto debe tener la capacidad de cargar y descargar sobre la plataforma de carga de la unidad los siguientes materiales elevándolos desde el suelo.



Figura 8: Polipasto

SUMINISTRO 24 DE UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LÍNEA
AÉREA Y LA INFRAESTRUCTURA EN LA RED DE METRO DE MADRID

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL

16.2.2 Grúa

La grúa tendrá las siguientes especificaciones de referencia:

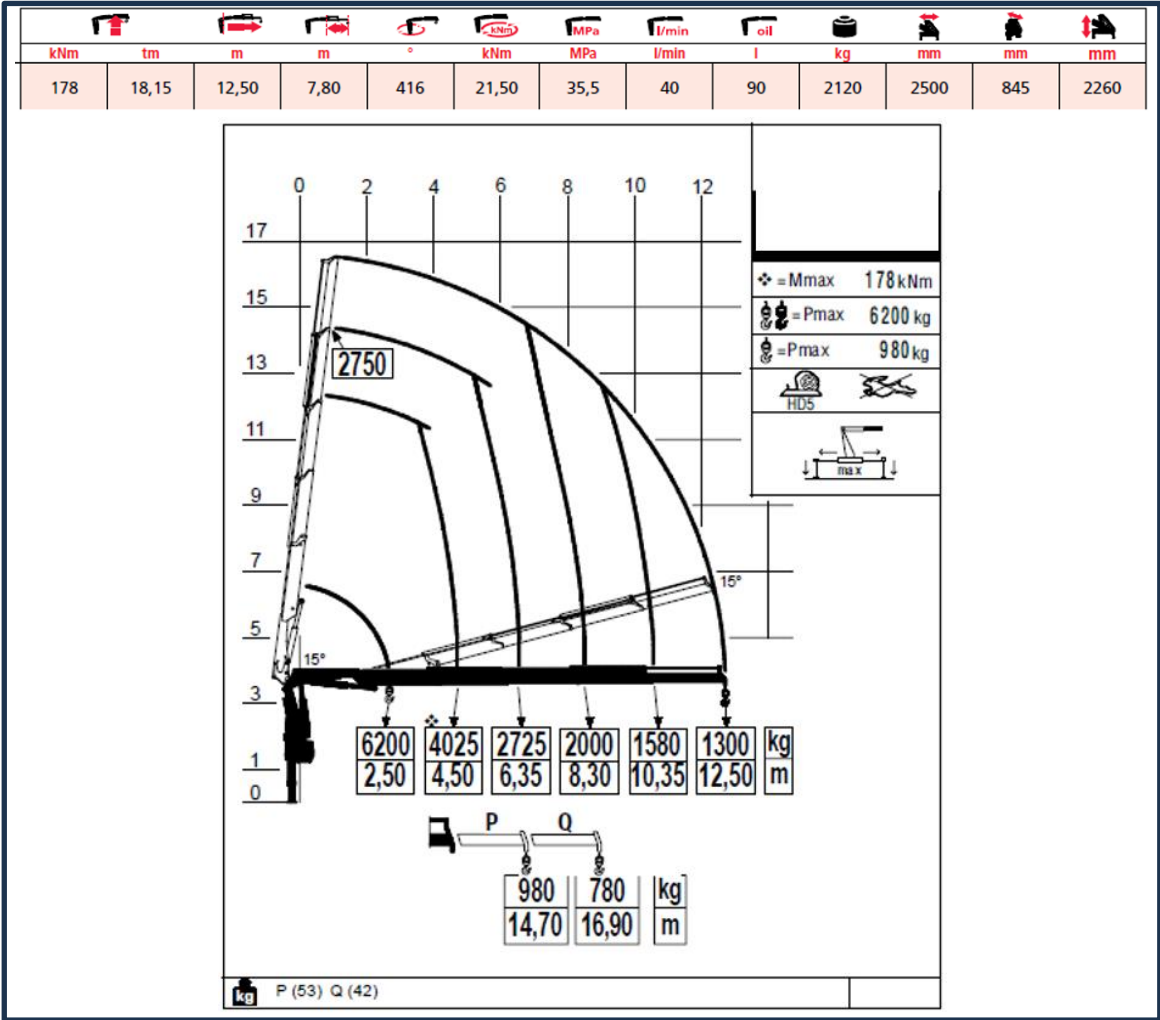


Figura 9: Grúa

16.3 CÁMARAS DE VISUALIZACIÓN

Todas las unidades dispondrán de cámaras IP (en cada extremo en el que no exista cabina de conducción), con tecnología ONVIF. Además, estarán conectadas a un sistema de grabación, compatible con la tecnología ONVIF, que permitirá la grabación continua o selectiva, según conveniencia del operario.

Serán en color, dispondrán de 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 previstas.

Las cámaras estarán provistas de carcasas exteriores con la resistencia adecuada para hacer frente a las inclemencias climatológicas, la limpieza de las unidades y las posibles generaciones de contaminación ambiental.

Deberá cumplir los requisitos del anexo D de la norma UNE-EN 14033-3:2018 o equivalente.

17. LUBRICANTES Y ACEITES

Todos los lubricantes y aceites empleados en las unidades se encontrarán fácilmente disponibles en el mercado nacional. Se preferirá el uso de lubricantes y aceites multigrado. Se aportarán tablas de equivalencia entre los aceites y lubricantes propuestos y otros existentes en el mercado.

El aceite para uso en las unidades sólo podrá transportarse en ubicaciones que garanticen un almacenamiento seguro, donde se pueda recoger cualquier fuga o derrame.

18. SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO DE TALLER O UTILLAJE

El contratista suministrará todo el equipamiento de taller (o utillaje) que posibilite y/o facilite el mantenimiento de las unidades en las instalaciones de METRO. Esto no incluye pórticos y grúas elevadores de taller de los que ya dispone un taller ferroviario. Tampoco incluye herramienta de mano, manómetros o calibres (pie de rey) comunes de un taller, salvo si hiciera falta algún adaptador específico.

Para ello, se estudiará previamente la compatibilidad del equipamiento existente que permita realizar el mantenimiento de las unidades.

19. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

19.1 NORMATIVA DE REFERENCIA

Para la elaboración de la documentación, han de cumplirse al menos las siguientes normas (o equivalentes):

- UNE-ISO 10007 (o equivalente) Gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la configuración

- UNE-ISO 30301 (o equivalente) Información y documentación. Sistemas de gestión para los documentos. Requisitos
- UNE-EN 15016-1 (o equivalente) Dibujos técnicos. Aplicaciones ferroviarias. Parte 1: Principios generales
- UNE-EN 15016-2 (o equivalente) Dibujos técnicos. Aplicaciones ferroviarias. Parte 2: Listas de piezas
- UNE-EN 15016-3 (o equivalente) Dibujos técnicos. Aplicaciones ferroviarias. Parte 3: Gestión de las modificaciones de los documentos técnicos.
- UNE-EN 15016-4 (o equivalente) Dibujos técnicos. Aplicaciones ferroviarias. Parte 4: Intercambio de datos
- Los manuales de instrucciones, manejo, mantenimiento y la documentación técnica como mínimo deberán incluir lo indicado en las normas UNE-EN 14033 (o equivalentes) (ver apartado 20 de la UNE-EN 14033-1:2018; apartado 7, Anexo E y Anexo K de la UNE-EN 14033-2:2018, apartado 8 de la UNE-EN 14033-3:2018 y apartado 7 de la UNE-EN 14033-4:2019 o equivalentes, entre otros).
- UNE 58921 (o equivalente) Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP)

19.2 CORRESPONDENCIA Y GESTIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Toda la correspondencia se enviará a la Dirección del Proyecto y destinatarios designados por METRO.

Toda la información (documentación y datos) que se genere durante el Proyecto:

- Se trasladará en tiempo real a una plataforma que realice las funciones de gestor documental, y que sea la vía de comunicación entre el CONTRATISTA y METRO, siendo ésta de carácter bidireccional; y posteriormente
- Se migrará al sistema de PLM implantado en METRO, el cual se encuentra en fase de definición en el momento de publicación de este Pliego. Se definirán los detalles del sistema implantado en METRO a lo largo del proyecto.

En este sentido, deberá proponerse:

- Una plataforma para un gestor documental. Se acordará, al inicio del Proyecto, entre el CONTRATISTA y METRO la herramienta a utilizar para el intercambio de información, que deberá quedar operativa en el plazo máximo indicado en el apartado 27 PLANIFICACIÓN. Esta plataforma podrá consistir en el mismo sistema utilizado por el CONTRATISTA para su gestión documental o su sistema de PLM.
- Una propuesta para un proyecto de migración desde el sistema de gestión documental (o de PLM – gestión de ciclo de vida del producto) del CONTRATISTA hacia el sistema que se implante en METRO, considerando este como un sistema genérico PLM con, al menos:
 - Funcionalidades para la gestión documental

- Funcionalidades de visualización (documental, gráfica 2D y gráfica 3D)
- Funcionalidades para la gestión de requisitos de producto
- Funcionalidades para la gestión de trazabilidad
- Funcionalidades para la gestión de la configuración

Durante la traslación y distribución de información a lo largo del proyecto se generarán los registros correspondientes para las transmisiones de documentación, de forma trazable con los requisitos de Proyecto cuando sea aplicable.

La migración indicada anteriormente se realizará en el momento en que METRO lo considere más conveniente para el Proyecto.

Dicho proyecto de migración será asumido por parte del CONTRATISTA como alcance de la presente Licitación.

El CONTRATISTA propondrá una estructura de contenidos de la documentación en base a su experiencia en el desarrollo de producto. Esta estructura deberá ser lógica e intuitiva, de tal forma que permita de forma sencilla acceder a la documentación deseada por el usuario y tendrá que ser aprobada por METRO.

El uso que se dará a la plataforma indicada, entre CONTRATISTA y METRO, será el siguiente:

- Permitirá el intercambio de información entre los distintos interlocutores durante el desarrollo del Proyecto.
- Servirá como almacén de la información que se vaya generando a lo largo del Proyecto.
- Una vez finalizado el Proyecto tendrá una estructura fija (previa aprobación por METRO), que podrá exportarse a un formato de base de datos portables compatible con cualquier sistema Windows.
- Tendrá en cuenta el control de versiones de la documentación, garantizando la disponibilidad de la totalidad de la documentación en todas sus versiones.
- Podrá servir también como repositorio software con control de versiones para el inventariado del Software de equipos del vehículo.

Se podrá conocer el número de serie y lote de los componentes en el vehículo.

19.3 REQUISITOS GENERALES

Toda la documentación generada a lo largo del Proyecto deberá ser en español, en su totalidad, incluyendo planos, sus títulos, denominaciones, despieces, notas, etc.

METRO, o entidad en la que delegue, tendrá acceso al expediente técnico, planos, cálculos, e información de detalle suficiente para verificar que la unidad a construir y suministrar cumple con lo requerido en el este PPT y es compatible con las instalaciones y vehículos de METRO.

El CONTRATISTA debe entregar toda la documentación necesaria para que METRO, con sus propios medios, pueda operar y mantener la unidad objeto del suministro, así como las herramientas y equipamiento asociado.

El CONTRATISTA asegurará el control de la documentación y su trazabilidad mediante un sistema adecuado de gestión documental, en su realización, aprobación, distribución y modificación. Cualquier modificación del Proyecto en cualquiera de sus fases quedará debidamente recogida a través del correspondiente control de modificaciones de los documentos y/o planos afectados.

A tal efecto, el CONTRATISTA pondrá a disposición de METRO todos los procedimientos relacionados que garanticen el punto anterior. Podrán servir de referencia la norma UNE-EN 15016-3, UNE-ISO 30301 y UNE-ISO 10007 (o equivalentes) ante cualquier desviación o desacuerdo al respecto.

El CONTRATISTA deberá detallar al inicio del Proyecto el sistema de codificación utilizado para la identificación de los documentos.

Independientemente del código asignado por el CONTRATISTA, se podrá asociar también a cada documento, hasta al menos, dos códigos propios de METRO, que se facilitarán durante el desarrollo del Proyecto, debiendo por tanto preverse la doble o triple codificación. Estos serán a priori el N.º de Plano de METRO y N.º de Matrícula.

Se insertará también el logotipo de METRO en toda la documentación generada.

El CONTRATISTA tomará como referencia principal las normas UNE-EN 15016 (todas sus partes) para la elaboración de su documentación.

19.4 SOPORTE, FORMATOS Y CARACTERÍSTICAS

Toda la documentación técnica y los datos e información vinculados al proyecto se suministrarán asociados a la estructura de producto creada para la definición, diseño y fabricación del vehículo.

El nivel más bajo del que se entregará definición, y por tanto el nivel más bajo de la estructura de producto, será el de pieza indivisible.

La documentación de proyecto se actualizará por parte del CONTRATISTA, tanto en la plataforma de traspaso de información, como en el sistema PLM de METRO tan pronto surjan nuevas versiones a lo largo de todo el Proyecto y hasta el final de la garantía.

Al menos, se incluirá dentro de la documentación a compartir en la plataforma y migrar posteriormente al sistema PLM:

- Los archivos 3D vinculados a los componentes de la estructura de producto.

- Las revisiones y versiones de los planos u otros documentos que definan algún componente del vehículo a lo largo de toda la producción, vinculados a la estructura de producto.
- Requisitos de proyecto y su gestión.
- Metadatos e información asociada a todos los componentes del vehículo y al proyecto en general.
- Se definirán a lo largo del proyecto aquellos metadatos e información que sean imprescindibles. Entre ellos se encontrará la codificación doble o triple, así como el número de serie de cada componente (hasta el nivel de pieza indivisible).

El CONTRATISTA pondrá a disposición de METRO el acceso, sin límite de usuarios, a la plataforma definida en el punto 19.2, con el fin de garantizar la consulta y visualización de toda la estructura de producto de diseño y de fabricación del vehículo con toda la documentación asociada indicada.

El interfaz dispuesto de la plataforma será compatible con la consulta y visualización de su contenido a través de ordenadores con sistema operativo Windows (versión a concretar), y dispositivos portátiles tipo tablet con sistema operativo Android o iOS (versiones a concretar).

Deberán preverse la posibilidad de visualización e impresión desde la plataforma.

Deberá incluirse un motor de búsqueda rápido y efectivo, con posibilidad de aplicar filtros para restringir la búsqueda a voluntad y árboles de búsqueda.

Todos los planos y la documentación deberán migrarse al sistema de gestión documental de METRO en PDF y en archivos editables de acuerdo con los siguientes formatos:

- Todos los documentos de texto se entregarán en el formato de procesador de textos Word de Microsoft, correspondiendo a cada documento un único fichero, compatible totalmente con la versión 2019 de Microsoft y en formato PDF. A cada documento le corresponderá un único fichero. Asimismo, se entregará un único fichero del conjunto de documentos en formato PDF.
- Las listas de materiales se entregarán en formato Excel de Microsoft, compatible totalmente con la versión 2019 de Microsoft y en formato PDF. A cada documento le corresponderá un único fichero. Asimismo, se entregará un único fichero del conjunto de documentos en formato PDF.
- Todos los planos se entregarán en formato vectorial, DWG o DXF, y modelos 3D asociados en formato compatible con Autocad 2019, en formato compatible con CATIA V5 y en formato PDF.
- No se admitirán planos escaneados o en formatos no editables.
- Siempre que sea posible, los planos en su formato PDF se entregarán en un único archivo, agrupándose en él todas sus hojas.
- Para todos aquellos planos en que sea posible, principalmente para aquellos que representen piezas únicas o pequeños ensamblajes susceptibles de ser mantenidos de

forma periódica, se ajustará su presentación para poder ser consultado en formato A3 o A4.

- Dentro de la documentación a entregar, se configurará un catálogo electrónico de repuestos, que quedará integrado como un módulo, con una estructura basada en la estructura de producto del vehículo, permitiéndose niveles de vistas explosionadas desde el conjunto vehículo hasta el nivel de pieza indivisible. En cada plano de repuesto, deberá existir un hueco para poder albergar la denominación del repuesto tal como se registra en los almacenes de METRO, así como sus codificaciones (dobles o triples).
- En el caso de que el CONTRATISTA no pudiera enviar la documentación en alguno de los formatos establecidos, METRO estudiará la posibilidad del envío de otro tipo de formato.
- La estructura, presentación, tipo de formato, proceso, codificación, etc., serán indicados por Dirección Facultativa de METRO.

19.5 DETALLE DE LOS PLANOS Y LA DOCUMENTACIÓN

19.5.1 Detalle de los planos

Los planos a entregar serán a nivel de pieza constructiva con todas sus cotas y especificaciones.

Deberá figurar la calidad y clase de material empleado en cada pieza o parte de ella, todas las cotas y dimensiones y las tolerancias de las mismas, así como los pesos parciales y totales de aquellos elementos cuya naturaleza lo requiera.

Los planos se referirán tanto a la fabricación como al montaje de todas las piezas de la unidad bien sean del CONTRATISTA o de cualquier Proveedor o tercero que intervenga en la fabricación.

19.5.2 Documentación de componentes y equipos

Deberá comprender como mínimo la siguiente información:

- Descripción general y datos técnicos básicos del equipo en su conjunto y de cada uno de sus subconjuntos.
- Descripción funcional detallada del equipo y de cada subconjunto integrante del equipo.
- Protocolos de pruebas.
- Esquemas, listas de piezas de los conjuntos, planos de conjunto y de todas las piezas.
- Para equipos eléctricos-electrónicos, de comunicaciones y/o informáticos, estas descripciones incluirán diagramas de bloques.
- Planos de interconexión con los circuitos de la unidad.
- Cuando corresponda, como interacciones con la unidad se entregará un diagrama que especifique el estado de las salidas del equipo en función de lo recibido en sus entradas.

- Planos eléctricos de cableados, (Racks, armarios, etc.), especificando el punto de origen y de destino de cada conexión.
- Lista de componentes del equipo, con referencias de tarjetas, con la denominación utilizada en los circuitos eléctricos del mismo, y la referencia comercial de cada subconjunto, así como su fabricante.
- Planos de interconexión entre las distintas tarjetas y entre éstas y los módulos, subconjuntos y elementos discretos que compongan los equipos, así como de los conectores de entrada y salida del equipo con los elementos a los que se conectan en su interior.
- Planos eléctricos de las tarjetas, a nivel de bloques y a nivel de componentes electrónicos, incluidos circuitos especiales montados en las tarjetas a modo de subconjunto o bloque.
- Planos constructivos y de serigrafía de las tarjetas, de disposición de componentes y de circuitos impresos o pistas eléctricas (aunque sean multicapa), incluidos los posibles circuitos especiales que éstas tengan, así como protocolos de pruebas de las tarjetas.
- Lista de componentes de cada tarjeta integrante del equipo, con la denominación utilizada en los circuitos eléctricos de la misma, y la referencia comercial de cada componente, así como su fabricante.
- En el caso de que el equipo incluya componentes no comerciales se entregarán todas las características y planos necesarios para su fabricación.
- En el caso de incluir módulos o subconjuntos comerciales o no fabricados por el CONTRATISTA, éste estará obligado a recopilar toda la información técnica y realizar su entrega a METRO, con las mismas cláusulas aplicables en las especificaciones de equipos electrónicos anteriormente reseñadas.

19.6 PROPIEDAD Y UTILIZACIÓN DE LOS PLANOS, DOCUMENTACIÓN Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS

METRO podrá utilizar todos los documentos y programas informáticos entregados por el CONTRATISTA para los fines de utilización, explotación, mantenimiento y reparación de la unidad y sus equipos mediante sus propios medios o de terceros, así como para la adquisición de materiales de repuesto a cualquier Proveedor que estime oportuno, y también para fabricar y/o reparar las piezas en sus propios Talleres o en otros ajenos.

En caso de documentación sometida a patente o sistemas de tecnología avanzada, METRO se pondrá a disposición del CONTRATISTA para establecer de común acuerdo las fórmulas precisas que permitan a METRO disponer íntegramente de la documentación y al CONTRATISTA salvaguardar los intereses en ese campo.

19.7 PROYECTO DEFINITIVO

El CONTRATISTA elaborará un Proyecto Definitivo “as built”, con base al anteproyecto constituido por la Oferta y su documentación asociada, recogiendo los diseños y desarrollos completados en fase de ejecución del Proyecto, así como todos los cálculos, estudios, simulaciones, etc. requeridos como entregables en toda la fase de Proyecto.

De acuerdo con el apdo. 27 PLANIFICACIÓN, previamente a la Recepción Provisional, el CONTRATISTA deberá incluir en el proyecto todas aquellas modificaciones que haya introducido en las unidades durante el proceso de puesta a punto y que prevea continuar durante la garantía. Deberá ser actualizado durante todo el periodo de garantía.

El Proyecto Definitivo, al menos, contendrá:

- Análisis de riesgos.
- Planos 2D y modelos 3D.
- Lista de planos de todo el Proyecto completo (estructura de producto indexada por sistemas y subsistemas) que incluya los códigos facilitados por METRO, así como toda la información y datos o metadatos acordados asociados a los componentes.
- Relación de despieces de todos los equipos eléctricos, mecánicos, neumáticos, hidráulicos (estructura de sistemas y subsistemas). Listado completo de piezas de repuesto, con sus planos/croquis, especificaciones y proveedores.
- Listado de cables eléctricos y regleteros, con las características de los cables empleados.
- Esquemas eléctricos y neumáticos.
- Documentos de diseño, cálculo, estudios, entre ellos:
 - Plano del conjunto del bastidor de la unidad. Cálculos estructurales mediante modelo de elementos finitos.
 - Planos del rodaje y de sus principales subconjuntos.
 - Planos de la estructura de las cabinas.
 - Diseño del panel de conducción.
 - Planos de los diversos componentes mecánicos de la unidad.
 - Cálculos eléctricos y consumos previstos.
 - Planos de distribución física del cableado eléctrico, tuberías neumáticas y tuberías hidráulicas.
 - Tipo de compresor del que dispondrá la unidad, principales características y sistema de accionamiento. Cálculo que justifique que el volumen de aire suministrado por el compresor es suficiente para abastecer el consumo previsto.
 - Tipo de bombas hidráulicas, indicando el fabricante y sus principales características.
 - Fabricante, modelo y las características de los transductores y presostatos de los que constará la unidad.

- Gestión de las modificaciones.
- Planes de control y de pruebas.
- Protocolos e informes de resultados de prueba de origen, factoría o vía.
- Plan de mantenimiento.
- Manuales descriptivos de los equipos.
- Documentación de herramientas, repuestos.
- Manuales de mantenimiento.
- Manuales de manejo y mantenimiento de usuario.
- Especificaciones de seguridad para el manejo y mantenimiento de la unidad.
- Manuales de formación.
- Certificados originales de que la unidad, 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 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.

Todos los planos que acompañen al proyecto definitivo se suministrarán en soporte informático, compatible con los sistemas utilizados por METRO.

Todos los planos entregados a METRO estarán actualizados y serán fácilmente legibles. En caso de pérdida o deterioro de algún plano, METRO podrá solicitar el envío de un nuevo original, sin coste adicional ni pago de licencia, bien sea en soporte informático o en formato papel.

Todos los textos de los planos estarán escritos en idioma español. Se admitirán planos bilingües, siempre y cuando uno de los idiomas sea el español y reproduzca fielmente al del idioma original.

19.8 CARPETAS DE CONSTRUCCIÓN

El CONTRATISTA entregará a METRO, según apartado 27. PLANIFICACIÓN, la recopilación de los documentos acreditativos de su fabricación, si bien podrá exigirse la entrega parcial de la documentación a pie de obra.

Se incluirán todas las certificaciones de materiales, productos semielaborados, planillas de medición, calificaciones de procesos, soldaduras, ensayos, protocolos de pruebas y sus resultados, etc. generados a lo largo de la construcción de la unidad y en su inspección.

El contenido de estas carpetas garantizará la trazabilidad de cada elemento, sistema, equipo, e información suministrada, así como la disponibilidad de toda la documentación hasta llegar al

nivel más elemental. La disponibilidad de esta documentación tendrá naturaleza legal en caso de accidentes graves.

Toda esta información, se trasladará también a través de la plataforma y al sistema de gestión documental.

19.9 DOCUMENTACIÓN PARA EL MANEJO Y MANTENIMIENTO DE USUARIO Y PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE 1º Y 2º NIVEL (TALLER)

El CONTRATISTA entregará a METRO, en el plazo indicado en el apartado 27. PLANIFICACIÓN, toda la documentación necesaria para el manejo y mantenimiento de usuario, y mantenimiento preventivo y correctivo (de 1º y 2º nivel) del vehículo.

Toda la información, se trasladará también a través de la plataforma y al sistema de gestión documental.

19.9.1 Documentación descriptiva de la unidad y equipos

A nivel de unidad, incluirá, el siguiente contenido mínimo:

- Diagramas de bloque de las lógicas funcionales.
- Planos de conjunto generales, en el que se indiquen los emplazamientos relativos de todas las instalaciones, equipos y sistemas principales.
- Planos de los sistemas principales, grupos de instalaciones y/o equipos que forman el conjunto general, en el que se indique el emplazamiento relativo y la cantidad de todos y cada uno de los subconjuntos que comprenden.
- Esquemas eléctricos de potencia, control, mando y auxiliares y su descripción.
- Esquemas neumáticos e hidráulicos y su descripción.
- Listas de equipos y aparatos eléctricos, electrónicos, neumáticos e hidráulicos, y motor de tracción y componentes asociados.
- Diagramas de bloque de la lógica funcional de los diferentes circuitos y sistemas.

A nivel de sistemas y equipos, incluirá el siguiente contenido mínimo:

- Una descripción del sistema y su funcionalidad.
- Despiece y lista de sus componentes y sus referencias.

19.9.2 Plan de mantenimiento

Se deben incluir, entre otras, las operaciones a realizar, periodicidad de las mismas, listado de materiales necesarios (incluyendo sus referencias comerciales), herramientas y tiempos de trabajo requeridos, instrucciones para las distintas operaciones, equipos de protección

necesarios para el personal, ensayos a realizar después de las intervenciones de mantenimiento, etc. El plan de mantenimiento debe contemplar las actuaciones a realizar, como mínimo, durante la vida útil de la unidad.

El Plan de Mantenimiento inicial se acompañará de toda la documentación asociada al mismo y necesaria para su aplicación y seguimiento.

Conforme se vayan desarrollando las actividades del Plan de Mantenimiento, deberán actualizarse en caso necesario las versiones correspondientes del plan de mantenimiento y documentos asociados.

19.9.3 Normas de manejo y mantenimiento de usuario

Se entregará la Norma de manejo y mantenimiento de usuario de unidad, y los manuales de instrucciones de uso de los dispositivos funcionales (portabobinas, plataforma aérea de personal, equipos de medición etc.), así como de la totalidad de las herramientas o máquinas-herramientas de las que se encuentre dotada cada unidad.

19.9.4 Normas de mantenimiento

Las normas de mantenimiento y manuales deben contemplar la posibilidad de un mantenimiento integral de las unidades, incluyendo todos sus equipamientos y componentes, así como códigos y listados de repuestos, para su uso por parte de METRO.

Se entregarán normas de Mantenimiento para cada sistema u órgano, con estructura y contenido de instrucciones de trabajo, contemplando al menos los siguientes aspectos:

- Los procedimientos de montaje y desmontaje.
- Operaciones procedimentadas de mantenimiento preventivo.
- Diagnóstico de averías.
- Procedimientos especiales de reparación.
- Ajustes, comprobaciones y protocolos de pruebas.
- Equipos y utillajes necesarios.

En caso de ser necesario un PC para el mantenimiento, se aportará toda la documentación sobre el software a utilizar y los elementos para la conexión y comunicación entre el PC y el equipo en pruebas (cables, tarjetas de comunicaciones etc.).

Además de esta documentación el CONTRATISTA estará obligado a entregar, cualquier documentación adicional de detalle precisa para el mantenimiento extraordinario o la reparación de las unidades en caso de accidentes.

19.10 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN PARA EL SOCORRO

El CONTRATISTA deberá aportar el procedimiento de operación para el socorro de las unidades o rescate en línea. Este Procedimiento deberá ser adecuado para su uso en las instalaciones de la red de explotación de METRO.

En el procedimiento se describirá cómo debe actuarse frente a un posible rescate (tipo y modo de acoplamiento a emplear). Asimismo, se fijará la potencia mínima necesaria para rescate de la unidad en las condiciones más desfavorables de la red y, en su caso, la necesidad de barrones específicos para este fin.

Durante las pruebas de recepción de la unidad, se realizará una prueba de remolcado para verificar la validez o adecuación del procedimiento para recuperar la unidad en dificultades.

19.11 NORMATIVA APLICABLE

El contratista referenciará la normativa aplicable a cada uno de los aparatos o equipamientos de las unidades.

19.12 CERTIFICADOS

El CONTRATISTA entregará a METRO, antes de la Recepción provisional de la unidad, los siguientes certificados emitidos por terceras entidades:

- Declaración CE de Conformidad y Certificado CE de Tipo (en caso que corresponda), ambos en formato original.
- Documentación y estudios que soportan dicha certificación, incluyendo la evaluación de riesgos laborales.
- 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 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. De cara al anexo II, la empresa que emita dicho certificado, debe considerar, al menos, la versión vigente del documento “Información para Empresas Externas sobre riesgos y medidas preventivas a aplicar en lugares de trabajo de Metro de Madrid”, y así debe quedar reflejado en dicho certificado.

METRO se reserva el derecho de solicitar a una Entidad Inspectora Independiente un informe que avale el cumplimiento del certificado CE y la evaluación de riesgos laborales efectuada por el CONTRATISTA.

20. CONDICIONES DE ENTREGA DE LAS UNIDADES

El CONTRATISTA entregará las unidades sobre las vías de METRO, en el depósito de su red que se designe.

El CONTRATISTA se hará cargo de la gestión y costes asociados al transporte y encarrilamiento de las unidades acabadas, incluyendo los seguros asociados para garantizar el traslado seguro hasta las vías de METRO.

El momento de entrega será conforme a lo indicado en el apartado 27 PLANIFICACIÓN.

Las unidades se entregarán completamente terminadas y en condiciones de funcionamiento, tan solo con los ensayos preliminares de puesta a punto y los ensayos de recepción pendientes de realizar, por necesitar las instalaciones de METRO para llevarlas a cabo.

21. SEGUIMIENTO DE LA FABRICACIÓN

21.1 INFORMACIÓN PERIÓDICA DEL ESTADO DE LOS TRABAJOS

El CONTRATISTA está obligado a informar a METRO del estado y avance de los trabajos de diseño y fabricación de las unidades, incluyendo sus equipos y sistemas; así como, otras actividades asociadas al contrato.

Entre otros modos de intercambios de información, de manera regular se mantendrán reuniones conjuntas entre METRO y el director del proyecto por parte del CONTRATISTA con una periodicidad mínima de una vez por mes.

21.2 ACCESO A LOS LUGARES DE CONSTRUCCIÓN

Con objeto de inspeccionar la marcha de los trabajos, los representantes autorizados por parte de METRO tendrán acceso a aquellas partes de las instalaciones o plantas del CONTRATISTA donde tenga lugar la construcción de la unidad, o bien en las que tenga lugar el suministro de materiales a instalar sobre el mismo.

El CONTRATISTA cooperará, en todo cuanto sea posible, para facilitar el desarrollo de dichas inspecciones. Así, permitirá la consulta de los planos, cálculos, diagramas, datos, ensayos, etc. que los representantes de METRO puedan necesitar durante la inspección.

La presencia y actuaciones de los representantes de METRO en las plantas del CONTRATISTA o instalaciones de METRO donde se efectúen los trabajos no eximirán, en medida alguna, la responsabilidad del CONTRATISTA en lo que respecta al cumplimiento de sus obligaciones del

Contrato, especificaciones, proyecto, etc., así como tampoco a la garantía de los equipos o de las unidades.

21.3 VIGENCIA DE MATERIALES

Si METRO tuviese evidencia razonable de que se han realizado o permitido trabajos defectuosos, o bien de que se hayan utilizado materiales en mal estado, o de características no acordes con las especificaciones, el CONTRATISTA deberá proporcionar los recursos adecuados para que se pueda efectuar un análisis detallado de dichos materiales o procedimientos.

Dichos análisis podrán consistir en radiografías, gammagrafías, exámenes de ultrasonidos, ensayos de probetas, estudio de certificados de terceros suministradores, etc. Los gastos que se deriven de todas estas actuaciones serán por cuenta del CONTRATISTA.

Si como resultado de dichos análisis se demostrase que se han utilizado materiales o procedimientos inadecuados, el CONTRATISTA deberá tomar, a la mayor rapidez posible, las medidas oportunas para subsanar los defectos correspondientes. El coste asociado a la adopción de las citadas medidas correrá a cuenta del mismo.

Se prohíbe expresamente la modificación de la documentación con el único fin de eliminar la referencia a los materiales o procedimientos inadecuados, con el único fin de conseguir la aceptación por parte de METRO del producto ya fabricado.

21.4 LABORATORIOS HOMOLOGADOS

En caso de necesidad de realización de pruebas que no se puedan efectuar en los laboratorios del CONTRATISTA, éste recurrirá a la red de laboratorios acreditados por la Entidad Nacional de Acreditación y Control (ENAC) o por cualquier otro firmante del MLA de la EA, según UNE-EN ISO/IEC 17025 (o equivalente) para el ámbito ferroviario.

En caso de que no pudiesen encontrarse laboratorios acreditados para la realización de determinados ensayos, deberán emplearse laboratorios de referencia. En los casos en que el laboratorio no esté acreditado y en función de los ensayos a realizar, METRO podrá solicitar información sobre la experiencia del laboratorio, referencias del mismo en el sector, así como información que ratifique la correcta ejecución y resultados de los ensayos (método de ensayo, estado de calibración y mantenimiento de los equipos de medida empleados, etc.).

21.5 DAÑOS DURANTE LA FABRICACIÓN

Cualquier tipo de trabajo, así como cualquier equipo o parte de él que durante el proceso de fabricación y/o construcción pudiesen resultar dañados, sea cual sea el motivo, serán rehechos o repuestos por parte del CONTRATISTA.

21.6 CONTRATACIÓN DE UNA ENTIDAD INSPECTORA

Para el seguimiento de los trabajos de proyecto y fabricación, METRO podrá contratar la colaboración de un organismo de inspección, debidamente acreditado según UNE-EN ISO 17020 (o equivalente).

El personal designado por el organismo de inspección, previamente aprobado por METRO, tendrá ante el CONTRATISTA los mismos derechos que el personal propio de METRO.

Los trabajos que podrá efectuar el organismo de inspección serán:

21.6.1 De naturaleza general

- Estudio de la documentación del proyecto y de la oferta seleccionada.
- Estudio de la ingeniería de sistemas a instalar.
- Propuesta de requerimientos de calidad a aplicar en los subsistemas, según lo dispuesto en la normativa aplicable.
- Control de cambios y de documentación “as built”.
- Auditoría de los sistemas de calidad del CONTRATISTA y fabricantes.
- Análisis, informe y auditoría relativa a los planes de calidad propuestos por el Constructor.
- Asesoramiento e informes a la Dirección Facultativa, ante posibles litigios o alternativas planteadas por el CONTRATISTA.
- Control de la adopción de medidas preventivas, en materia de Seguridad, Higiene y Prevención de Riesgos Laborales (PRL), por parte del CONTRATISTA, actuando si se precisase como Coordinadores de Seguridad y Salud (CSS).

21.6.2 De naturaleza específica

- Inspección continua de la fabricación, con el preceptivo control de la evolución de la misma.
- Seguimiento del cumplimiento de las condiciones de Contrato, Pliegos y Oferta.
- Análisis, informe y auditoría de los estudios y medios específicos previstos y puestos en obra por el CONTRATISTA, para la mejora de la fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.
- Asistencia a las reuniones de seguimiento de obra, elaboración de actas y corrección y distribución de las mismas.

- Seguimiento del proyecto y de la gestión de la calidad del mismo desde el origen, detectando preventivamente desviaciones de los plazos acordados y analizando sus causas, medidas correctoras o mitigadoras, con información inmediata a la Dirección Facultativa.
- Control de acopios e inspección de los procesos de compras de equipos y materiales, ya sean semielaborados o elaborados.
- Control y seguimiento del almacenamiento y procesamiento-manipulación de materiales en factorías de constructores y fabricantes.
- Análisis, informe, auditoría y seguimiento sobre los planes de calidad, pruebas, mediciones, controles, planillas y ensayos propuestos por el CONTRATISTA.
- Seguimiento del cumplimiento de la normativa aplicable a cada caso y, especialmente, en los equipos y aparatos de menor fiabilidad (equipos eléctricos y electrónicos; compatibilidad electromagnética, etc.).
- Mediciones, controles, pruebas y ensayos en factorías de Constructores y Fabricantes, ya se trate de equipos o productos, semielaborados o elaborados.
- Aseguramiento de la calidad de los trabajos, montajes y equipos instalados.
- Comprobación de que todo elemento o equipo instalado ha sido ensayado y ha superado con éxito las correspondientes pruebas, normas y protocolos a los que ha sido sometido.
- Realización de contraensayos, en los casos que sea necesario.
- Realización de la Recepción de los vehículos, incluyendo la firma de las actas correspondientes y emisión de la numeración de aparatos.
- Presencia de los inspectores del CONTRATISTA durante la visita de METRO a las factorías, con información detallada y actualizada de la evolución del proyecto.
- La asistencia a las reuniones de evolución del proyecto y realización de actas quedarán específicamente reguladas por las directrices establecidas por METRO.

21.6.3 Gestión documental

- Como norma general, la documentación y procedimientos a entregar por el Consultor u organismo de inspección, así como por el CONTRATISTA, cumplirán con lo dispuesto en la norma ISO 9000 (o equivalente), facilitándose su archivo, ordenamiento y búsqueda.
- Tratamiento, seguimiento e informe de las no conformidades o rechazos detectados, sugiriendo soluciones o alternativas a METRO.

- Realización de informes quincenales de avance de los trabajos, a los que se acompañarán la planificación de seguimiento de obra y los informes de desviaciones y causas, mediante programas informáticos de uso común.
- Emisión y control de la documentación y certificaciones que pudiesen servir como certificación de hito de pago para METRO, tanto de equipos y/o aparatos como del propio vehículo, a su salida de las instalaciones de fabricantes y constructor.
- Control y archivo de la documentación y certificaciones emitidas por el CONTRATISTA, durante el proceso de fabricación. La documentación archivada será entregada a METRO tras la recepción de la unidad, para la formación de los dossiers finales de construcción.

21.6.4 Procedimientos

- Comprobación aleatoria del cumplimiento de la norma ISO 9000 (o equivalente) por parte del CONTRATISTA, al menos en los campos de la calidad, revisión de proyecto, actualización de la documentación, control de reformas y modificaciones.
- Elaboración bajo los formatos y criterios de la norma ISO 9000 (o equivalente) de, como mínimo, los siguientes procedimientos:
 - Procedimiento para la implantación y seguimiento de los trabajos de Constructor y Fabricantes.
 - Procedimiento para el control de la documentación del proyecto y modificación.
 - Procedimiento para el control de modificaciones y reformas.
 - Procedimiento para el tratamiento de las no conformidades.
 - Procedimiento para la realización de pruebas de recepción de los equipos y entrega de documentación de control, planos y normas técnicas.

Pese al nivel de detalle de los trabajos a ofertar por el consultor u organismo de inspección, anteriormente descritos, éstos deberán entenderse no limitados, pudiéndose ampliar o permutar con otras actividades que pudieran ser aconsejables para la mejor evolución y consecución de objetivos de este proyecto.

21.6.5 Homologaciones

- Comprobación de la homologación de Constructores y Fabricantes según ISO, en las actividades que son propias de este suministro.
- Homologación de soldadores intervinientes en la fabricación.
- Homologación de procedimientos de soldaduras.
- Homologación de los procedimientos de análisis y aceptación-rechazo de soldaduras.

- Homologación para la inspección de soldaduras o verificación de ensayos no destructivos.
- Contrainformes, en relación con la evaluación de riesgos laborales de la unidad y sus certificaciones CE.

22. PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE LAS UNIDADES Y EQUIPOS

22.1 GENERALIDADES

Según lo indicado en el apartado 27, el CONTRATISTA deberá enviar un plan desglosado de verificación y pruebas (detallando como mínimo lo especificado en “4.3. Plan de ensayo” de la norma UNE-EN IEC 61133:2023 (o equivalente), o la actualización del mismo si hubiera actualización posterior de dicha norma y lo indicado en apartados 8 y 22 de este PPT), por apartados Pruebas de materiales y equipos, Pruebas de Sistema, Pruebas a unidad montada en factoría, Pruebas a unidad montada en METRO, para comentarios y validación por parte de METRO, definiéndose el Plan de Pruebas Definitivo en el plazo especificado en Apdo. 27 PLANIFICACIÓN. Asimismo, se efectuarán además las pruebas que METRO y/o la ENTIDAD INSPECTORA estimasen imprescindibles, debiendo ser consensuadas previamente con el CONTRATISTA.

El CONTRATISTA indicará, para cada uno de los conjuntos y materiales de entidad de los siguientes subapartados, las Normas bajo las cuales serán construidos, ensayados y lugar de construcción y pruebas.

Como mínimo deberá considerarse como referencia las Normas UNE-EN 14033, UNE-EN IEC 61133 (o equivalentes) y normas asociadas, la edición en vigor en el momento de la realización de cada una de las pruebas, adaptadas a las particularidades de estas unidades.

Las diversas pruebas y ensayos a realizar, han de tener en cuenta los siguientes criterios:

- Las pruebas sobre equipos o materiales aislados no representan una garantía total sobre el buen funcionamiento del conjunto de las unidades, pero sí lo condicionan.
- Siempre será más fácil para el CONTRATISTA o Fabricante, la sustitución o reparación de un elemento antes de ser incorporado al conjunto que después.
- Determinados detalles en la construcción o calidad de los elementos pueden quedar ocultos en las unidades totalmente acabadas, siendo por ello necesaria su comprobación previa o individual.
- El verdadero comportamiento de las unidades no puede asegurarse hasta transcurrido cierto tiempo desde su entrada en servicio.

- Todo equipo ensayado, que haya superado las pruebas, deberá estar amparado por el correspondiente certificado.

Todas las pruebas a efectuar serán realizadas ante METRO o ENTIDAD INSPECTORA, para ello contratada. Los ensayos serán realizados, según el caso, en origen o en la factoría del CONTRATISTA o del Constructor / Proveedor, siempre y cuando se cumplan los requisitos que se enumeran en cada prueba.

De todas las pruebas, comprobaciones, medidas o ensayos que se efectúen, bien el fabricante del equipo, bien la ENTIDAD INSPECTORA, deberán confeccionar un certificado en el que figuren como mínimo:

- Entidad fabricante, modelo y número de fabricación.
- Características técnicas del elemento o aparato.
- Toda la información suplementaria, como el grado o categoría de los componentes.
- Normativa bajo la cual se han efectuado las pruebas.
- Los resultados de las pruebas, comprobaciones, medidas o ensayos efectuados, valor teórico y tolerancia.
- El lugar y fecha donde se han realizado.
- La fecha de la documentación
- La firma de la persona responsable de las pruebas por parte del Fabricante.
- La firma del Inspector de METRO o de la ENTIDAD INSPECTORA que ha asistido a las pruebas.

Los certificados conteniendo los resultados obtenidos en todas las pruebas y ensayos, serán remitidos a METRO, quien indicará los comentarios correspondientes si los hubiere, y decidirá sobre la validez y aceptación de los mismos.

22.1.1 Gestión de la verificación y pruebas

El CONTRATISTA desarrollará e implementará:

- Un plan de verificación y pruebas.
- Procedimientos de verificación.
- Informes de verificación.

El CONTRATISTA deberá cumplir con lo indicado de las normas UNE-EN 14033 y UNE-EN IEC 61133 (o equivalentes), realizará actividades de verificación utilizando procedimientos de verificación y tendrá en cuenta los mínimos indicados en el presente Pliego para la realización del plan de verificación y pruebas.

22.1.2 Plan de verificación y pruebas

El CONTRATISTA desarrollará e implementará un Plan de verificación y pruebas, que deberá estar autorizado por METRO, y que describa, como mínimo:

- Cómo cumplirá con los requisitos de verificación.
- Cómo utilizará los procedimientos de verificación para verificar que las unidades y sus componentes cumplen con todos los requisitos definidos en el presente Pliego y sus derivados.
- Los procesos de verificación que se utilizarán en cada fase del ciclo de vida de las unidades
- Cómo se verificará el producto intermedio según su diseño o especificación.
- Una matriz de verificación para cada componente (sistema, subsistema o unidad que se requiera) de las unidades, que incluirá:
 - El método de verificación propuesto y su requisito derivado.
 - La trazabilidad de requisito trasladado a los procedimientos de verificación propuestos para verificar el cumplimiento del requisito.
- Cómo gestionará los incumplimientos/fallos y no conformidades de la actividad de verificación.
- Cómo se verificará el producto terminado con respecto a su diseño o especificación.
- Cómo se cumplirá con los requisitos de prueba de las unidades indicados en este PPT y en las normas UNE-EN 14033 y UNE-EN IEC 61133 (o equivalentes).
- El plan de pruebas tipo que se aplicará para cada componente de las unidades, incluidas las inspecciones de primer artículo (FAI), las pruebas en fábrica, las pruebas de integración, las pruebas de instalación, las pruebas estáticas y las pruebas dinámicas.
- El plan de pruebas serie que se llevarán a cabo para verificar que cada componente se ajusta al estándar de diseño probado en las pruebas tipo.
- Cómo se gestionarán las pruebas de integración en la infraestructura y red de explotación de METRO.
- Cómo se determinará el alcance de las pruebas asociadas con modificaciones de las unidades realizadas a lo largo de la fase de entrega y la fase de mantenimiento.
- Cómo se presentarán los datos y la documentación que se utilizarán para respaldar la verificación del cumplimiento de los requisitos.

22.1.3 Procedimientos de verificación y pruebas

Todos los procedimientos de verificación incluirán al menos:

- El objetivo de la actividad de verificación y los componentes que se verifican.
- El nivel de integración (componente, integración en sistema, integración en unidad en fábrica, integración en unidad en METRO, etc.).
- El tipo de actividad de verificación (prueba, inspección, cálculo, simulación, etc.).
- Los requisitos que se verifican, incluida la trazabilidad necesaria para constatar que se verifican los requisitos. El CONTRATISTA mantendrá actualizada la matriz de requisitos durante el ciclo de vida de las unidades.
- Cualquier documento de referencia relevante para la realización de la actividad de Verificación.
- Cualquier condición previa, incluidas las condiciones ambientales relevantes y la estabilización asociada, que deben cumplirse antes del comienzo de la actividad de verificación.
- Cualquier restricción que se aplique durante la actividad de verificación.
- Cualquier equipo de prueba requerido, procedimientos operativos y requisitos de interfaz.
- Los requisitos de cualificación del personal que realiza las actividades de verificación y sus competencias.
- Las advertencias de peligro asociadas con la realización de la actividad de verificación, incluidos los controles de seguridad establecidos para mitigar el riesgo.
- El procedimiento y la secuencia de verificación, incluidas las instrucciones para tomar cualquier medida.
- El criterio de aprobación objetivo para cada paso de la actividad de verificación.
- Cualquier instrucción o acción en caso de error durante la actividad de verificación.

22.2 PRUEBAS DE EQUIPOS Y MATERIALES

22.2.1 Conceptos generales

METRO, bien a través de sus propios representantes o bien mediante la ENTIDAD INSPECTORA, comprobará la calidad de los diversos materiales antes de procederse a su utilización en la construcción de las unidades o sus equipos.

Además de cumplir las prescripciones del Pliego, los materiales que se utilicen en la ejecución de los trabajos, deberán tener una calidad no menor de la indicada en el Proyecto.

Como norma general, ningún material o equipo podrá ser utilizado en la construcción o montaje, sin que previamente haya sido examinado, ensayado o inspeccionado con éxito. En este sentido, el CONTRATISTA deberá exigir a sus Proveedores, incluso indicándolo expresamente en el pedido, las certificaciones pertinentes de haber superado las pruebas establecidas, dado que tales documentos serán exigidos por METRO y/o la ENTIDAD INSPECTORA. Esta prescripción también aplica en caso de ser el mismo CONTRATISTA quien suministrase el material o equipo correspondiente.

Conforme a lo anterior, se evitarán a toda costa incidencias en explotación, averías, etc. derivadas de una remesa deficiente de materiales.

El CONTRATISTA y en especial sus departamentos de Compras y Recepción de Materiales, prestarán la máxima atención a los elementos suministrados por terceros, al objeto de verificar el cumplimiento de las especificaciones. En este sentido, si se llevara a cabo el montaje de elementos suministrados por terceros, sin conocimiento y aprobación por escrito de METRO, se procederá a su inmediata sustitución independientemente del estado de gestión, compra o implantación.

En cualquier caso, el empleo de materiales o equipos autorizados, no exime al CONTRATISTA de la responsabilidad del mismo, pudiendo ser rechazado, caso de observarse defecto de calidad o uniformidad.

Los materiales se almacenarán de tal modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en la fabricación y de forma que se facilite su inspección. METRO y/o la ENTIDAD INSPECTORA podrá ordenar, si lo consideran necesario, el uso de plataformas adecuadas, almacenes o edificios para la protección de aquellos materiales que se requiera.

En caso de que algún equipo o materiales, estuviese sometido a alguna norma/s especial o interna del Fabricante, ésta será entregada a METRO para su aceptación o rechazo.

Asimismo, y en los procedimientos de control, el CONTRATISTA, inexcusablemente, propondrá la realización de Pruebas de Sistema, Pruebas Tipo, consistencias, materiales, equipos afectados y lugar y fecha de realización de las pruebas. METRO deberá aprobar por escrito la propuesta citada. Esta propuesta del CONTRATISTA se efectuará en el plazo citado en apartado 22.1. GENERALIDADES.

Los acuerdos sobre las pruebas citadas anteriormente, serán remitidos por el CONTRATISTA a los respectivos lugares de fabricación y pruebas (Fabricantes, Proveedores, Factorías, Casas Matrices, etc.), al objeto de preparar adecuadamente los bancos de prueba y evitar dilación en la realización de las comprobaciones acordadas y asegurar que aquéllas se hagan sobre el primer equipo.

El CONTRATISTA entregará en el plazo citado, un cuadro indicando la designación del aparato, denominación s/plano, normas de pruebas, lugar y fecha prevista. A estas normas se adjuntarán las pruebas acordadas, según indicado anteriormente.

Deberán efectuarse y entregarse simultáneamente a las características técnicas de los elementos montados, el resultado de las pruebas del examen toxicológico, así como las fichas de seguridad de cada uno de los fluidos (aceites, grasas, líquidos refrigerantes, etc.), utilizadas en las unidades o equipos del mismo.

22.2.2 Recepción de primeros equipos en las factorías del Fabricante

De aplicación a equipos de entidad (motores, bombas, compresores, suministro eléctrico, equipos auxiliares, etc.) y a equipos o piezas de características específicas (vidrios de seguridad o resistentes al fuego, pavimento, interiorismo, ensayos de fuegos-humos, emisiones, vibraciones etc.), el CONTRATISTA informará a METRO de la realización de las pruebas FAT sobre los equipos, en cuanto a:

- Proveedor, fecha, lugar, etc.
- Aportación del protocolo de pruebas a que va a ser sometido dicho equipo.

En relación a las citadas pruebas, el CONTRATISTA deberá, antes de su envío a METRO, verificar que se cumplen como mínimo las siguientes condiciones:

- Que contempla la realización de pruebas con la dotación y condiciones funcionales requeridas en el PPT, y para ello, el Fabricante establecerá las condiciones asociadas necesarias. Estas condiciones ya deberían de haberse incluido en el pedido del CONTRATISTA a su Proveedor.
- Que contempla la realización de pruebas básicas de carácter general (p.ej. el grado de protección IP de cofres, sistemas de refrigeración, etc.)
- Lógicamente, a estas condiciones, se añadirán aquellas que el Fabricante indique, en relación al propio aparato, debiendo éstas ser comunicadas previamente a METRO.

La asistencia del CONTRATISTA a estas pruebas, se considerará imprescindible y de la cual, se levantará el Acta correspondiente. El CONTRATISTA deberá avisar a METRO con la antelación suficiente, para posibilitar la asistencia de METRO, si METRO lo estima oportuno.

Se realizarán las pruebas y ensayos detallados a continuación (lista no exhaustiva). Dependiendo de la solución que se implante a nivel de tracción, auxiliares y equipos de trabajo, habrá que aportar las correspondientes pruebas y ensayos de los equipos añadidos.

22.2.3 Pantógrafo de medida

Se realizarán las pruebas tipo y serie de acuerdo con la norma UNE-EN 50317 y UNE-EN 50206-2 (o equivalente) para la funcionalidad requerida, además de las específicas descritas anteriormente.

Se realizarán los ensayos de las bandas de frotamiento de acuerdo con la norma UNE-EN 50405 (o equivalente).

22.2.4 Disyuntor / contactores – enlace DC

Se realizarán las pruebas tipo y serie de acuerdo con la norma UNE-EN 60077-3 (o equivalente).

22.2.5 Pararrayos

Se realizarán las pruebas tipo y serie de acuerdo con la tabla 3 de la UNE-EN 60099-4:2016 (o equivalente).

22.2.6 Dispositivo de puesta a tierra

Se realizarán pruebas tipo y serie de acuerdo con las normas UNE-EN 60060-1 y UNE-EN 60947 (o equivalentes) en referencia a las siguientes comprobaciones:

- Inspección visual.
- Comprobación dimensiones y peso.
- Rigidez dieléctrica y resistencia de aislamiento.

22.2.7 Reactancias

Se realizarán las pruebas tipo de acuerdo con la tabla 10 de la UNE-EN 60310:2017 (o equivalente), además de las verificaciones preliminares, según apartado 13.5.2.2.

Se realizarán las pruebas serie de la tabla 10 de la UNE-EN-60310:2017 (o equivalente).

22.2.8 Convertidor de tracción

Se realizarán las pruebas tipo y serie de acuerdo con la tabla 3 de la norma UNE-EN 61287-1:2015 (o equivalente).

22.2.9 Batería de tracción

Se realizarán como mínimo las pruebas tipo y serie de la Tabla 1 de la norma UNE-EN IEC 62928:2018 (o equivalente).

22.2.10 Motores eléctricos de tracción

Se realizarán las pruebas tipo correspondientes a lo indicado en la norma UNE-EN 60349-2 (en caso de ser motores asíncronos), o la UNE-EN 60349-4 (en caso de ser motores eléctricos síncronos de imanes permanentes) (o equivalentes). Se realizarán los siguientes ensayos de inspección complementarios:

- Pesado del motor.
- Curvas características en vacío.
- Curvas características de cortocircuito.
- Prueba de calentamiento con tensión sinusoidal sin cubrir entrada de aire.
- Prueba de calentamiento con tensión sinusoidal cubriendo la entrada de aire.

Se realizarán las pruebas serie, según la norma UNE-EN 60349-2 o la UNE-EN 60349-4 (o equivalentes).

22.2.11 Resistencia de freno

En caso de llevar resistencia de freno según lo indicado en apartado 13.5.5, se realizarán las pruebas tipo de acuerdo con la norma UNE-EN 60077-1 (o equivalente) para las condiciones generales de los equipos eléctricos y a la UNE-EN 60322 (o equivalente) específica para las resistencias de freno. Habrá que realizar también la medición de ruido acústico según punto 8.2.6 de la norma UNE-EN 60322:2001 (o equivalente).

Se realizarán las siguientes pruebas serie:

- Inspección visual (UNE-EN 60077-1 o equivalente).
- Comprobación dimensional y peso (UNE-EN 60077-1 o equivalente).
- Verificación del valor óhmico en frío (UNE-EN 60322:2001 apartado 8.2.3 o equivalente).
- Ensayo de rigidez dieléctrica (UNE-EN 60322:2001 apartado 8.5.2. o equivalente).
- Ensayo de aislamiento (UNE-EN 60077-1 o equivalente).

22.2.12 Electrónica de control, sistemas informáticos y comunicaciones

Se realizarán las pruebas tipo y serie de acuerdo con la norma UNE-EN 50155 (o equivalente).

Para todos los equipos y redes de comunicación descritos, se ensayará en las pruebas de equipo/componente en origen todo lo que la norma UNE-EN 50155 (o equivalente) establezca como obligatorio.

Adicionalmente, se realizarán los siguientes ensayos específicos para los siguientes equipos:

- Registradores: ensayos de conformidad de acuerdo con lo previsto en la norma UNE-EN 62625-2:2017 (o equivalente).
- Sistema de radiotelefonía: se testarán los aspectos relacionados con la adecuación del equipamiento a la normativa de referencia del estándar ETSI de TETRA.
- Bus CAN: Ensayos de acuerdo con las normas ISO 11898 y ISO 16845 (o equivalentes)

22.2.13 Dispositivos para la transmisión de órdenes de marcha y freno

Las pruebas y ensayos hacen referencia a la palanca o empuñadura de tracción y freno. En las pruebas tipo y serie se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Verificación visual y dimensional.
- Medida de aislamiento y rigidez dieléctrica conforme a la norma UNE-EN 60077 (o equivalente).
- Verificaciones funcionales:
 - Comprobación esfuerzos maneta en diferentes posiciones del manipulador.
 - Comprobación del dispositivo de hombre muerto.
 - Medición intensidad transductor desplazamiento lineal – angular.

22.2.14 Convertidores, fuentes de alimentación, arrancadores, etc.

Los convertidores, fuentes de alimentación, arrancadores, etc. deberán ser sometidos a los ensayos de validación especificados en la Tabla 3 – Lista de ensayos de la norma UNE-EN 61287-1:2015 (o equivalente), o en su defecto, certificado expedido por laboratorio acreditado de haber superado con éxito cada ensayo tipo. Los ensayos individuales deberán ser sometidos a cada uno de los convertidores entregados. En cualquier caso, se deberá entregar un plan de pruebas tipo y pruebas serie, donde se especifique de cada una de las pruebas que se realizarán:

- Certificados o informes que serán resultantes de dichas pruebas.
- Necesidades y requerimientos para la realización de las pruebas.
- Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones sobre estos ensayos:
- El ensayo de grado de protección podrá ser justificado mediante certificado acreditativo, o bien, mediante ensayo según norma UNE-EN 60529 (o equivalente).
- Ensayos sobre el funcionamiento del sistema de refrigeración. Solamente aplica en caso de ventilación forzada.
- Ensayo de estanqueidad. Solamente aplica en caso de ventilación mediante un fluido en un circuito cerrado. El tipo de ensayo deberá ser consensuado con METRO.

- Ensayo de calentamiento. Se realizará acorde a las condiciones del punto 7.5.7 de la norma UNE-EN 61287-1:2015 (o equivalente). Los puntos de medición se consensuarán con METRO.
- Determinación de la pérdida de potencia. Se realizará mediante mediciones entre los rangos de 50% a 110% de la potencia nominal.
- Ensayo de corte en carga.
- Además, se realizarán los ensayos adicionales especificados en la Tabla 6 – Ensayos adicionales para convertidores auxiliares de la norma UNE-EN 61287-1:2015 (o equivalente) o certificado de aceptación de cada uno de ellos.

Se aportarán los certificados correspondientes a los ensayos de componentes del convertidor y subconjuntos según el apartado 4.5.2.2.1 de la norma UNE-EN 61287-1:2015 (o equivalente).

- Ensayo de interrupción de la alimentación de corta duración.
- Para convertidores, este ensayo se realizará en funcionamiento con escalas entre el 50% y el 110% de la potencia nominal (escalas a determinar en fase de Diseño).
- Para las fuentes de alimentación, si estas pertenecen al propio convertidor se realizará conjuntamente. Si no pertenecen al propio convertidor, se realizará de forma individual con cargas igualmente entre el 50% y el 110% de la potencia nominal.
- Para los VVVF (variadores de frecuencia) la carga será similar o igual al compresor que deben alimentar, y se probará en escalas de frecuencia entre el 50% y el 110% de la frecuencia nominal del motor.
- Los cortes de alimentación, deberán calcularse para:
 - Micro cortes capaces de ser cubiertos por el filtro de entrada.
 - Cortes cercanos a la parada del equipo.
 - Cortes que suponen la parada del equipo.
- Para el ensayo de calentamiento se medirán al menos todos los semiconductores de potencia, inductores, tarjetas electrónicas, etc. El CONTRATISTA deberá indicar la temperatura máxima de funcionamiento de cada componente, incidiendo para los equipos electrónicos en aquellos componentes más sensibles a la temperatura como los componentes ópticos. En ningún caso, la temperatura deberá alcanzar valores superiores al 80% de la temperatura de ruptura del elemento.

22.2.15 Baterías auxiliares

En función del tipo de batería se adaptarán los ensayos tipo y serie tal como indica la propia norma UNE-EN 50547 (o equivalente) y que hace referencia a las normas correspondientes

(UNE-EN 60623 para níquel cadmio, o equivalentes). Si finalmente se opta por otra tecnología se adaptará a la norma correspondiente.

- Aquellos ensayos de baterías serie que se demuestren más costosos, podrán ser realizados por muestras según acuerdo entre CONTRATISTA y METRO, en caso de desacuerdo, se regirá por la norma UNE ISO 2859-1 o equivalente.
- En caso de baterías de uso contrastado en material ferroviario, el ensayo de choque y vibración podrá ser justificado mediante certificación.
- Se realizarán los cálculos o ensayos para determinar los datos más relevantes de la batería, en función de los perfiles de carga requeridos, las condiciones ambientales, etc. tal como se indica en el apartado A.3 del Anexo A norma UNE-EN 50547:2013 (o equivalente). La documentación generada de este ensayo será la indicada en el apartado A.4 del mismo documento.

22.2.16 Freno, equipos neumáticos y producción de aire comprimido

En relación a lo especificado en el apartado 14, se realizarán pruebas en origen tipo y serie sobre: los paneles de freno, paneles auxiliares y panel del pantógrafo con los siguientes contenidos mínimos, según norma UNE EN 13452-2 o equivalente:

- Inspección visual.
- Prueba de seguridad eléctrica.
- Prueba de estanqueidad.
- Prueba funcional de todos sus componentes.

Se realizarán pruebas tipo y serie en origen del compresor principal y compresor auxiliar realizando al menos ensayos eléctricos, test de ruido y de humedad y verificación de: componentes, dirección de rotación, contador horas de operación, ausencia fugas, secado del aire, mandos de presión y grabación de principales parámetros para cálculos de flujo de entrada.

Se realizarán pruebas estáticas en factoría tipo y serie que comprueben el correcto funcionamiento del equipo de freno, antibloqueo y producción de aire según alcances a consensuar con METRO que al menos contengan las siguientes consistencias:

- Test de equipos y elementos del sistema incluido el mando de compresor.
- Pruebas de estanqueidad y tiempos de llenado.
- Puesta en marcha y parada del compresor.
- Comprobación de grifos de purga y llaves de aislamiento/llaves de paso, transductores y presostatos/válvulas reductoras de presión/paneles de freno y auxiliares/actuación de canales de freno.

- Adicionalmente como prueba tipo se realizarán pruebas de tiempos de frenado, y número de aplicaciones de freno de emergencia sin generación de aire con TDP a 10 bar y a 0 bar.

La electrónica de control de freno y antideslizamiento se probarán al menos con:

- Correcta instalación eléctrica y comprobación de protocolo de comunicaciones.
- Test de equipos verificando su correcta funcionalidad.
- Comprobación del equipo de alimentación del freno de estacionamiento.
- Comprobación de circuito de pantógrafo en todas sus posibilidades de accionamiento.

22.2.17 Acoplamientos Scharfenberg de gálibo estrecho y adaptadores

Se realizarán en factoría en banco de pruebas al menos todas las pruebas para verificar los requisitos indicados en este PPT, y lo indicado en los apartados 10.3, 10.5 y 10.7 de la norma UNE-EN 14033-1:2018, efectuándose como mínimo las pruebas y ensayos indicados en este apartado.

Acoplamientos automáticos:

- Examen de aspecto
- Comprobación de dimensiones según plano
- Funcionamiento
- Estanqueidad de válvulas de retención
- Medida de aislamiento con botoneras y contactos.
- Análisis químicos del material.
- Prueba de compresión de muelles.
- Estanqueidad hidráulica
- Grado de protección
- Disparo y rearme manual del sistema, con esfuerzos moderados.
- Condensación de botoneras.
- Prueba de acoplador automático con adaptador de gancho gálibo estrecho – gálibo ancho.

En caso de que las unidades estén formadas por varios vehículos, se llevarán a cabo al menos las siguientes pruebas en los acoplamientos semipermanentes:

- Examen de aspecto.

- Comprobación de dimensiones según plano.
- Estanqueidad hidráulica y neumática.
- Funcionamiento.
- Medida de aislamiento en conectores.
- Análisis químico del material.
- Prueba de compresión de muelles.

22.2.18 Motor diésel-generador

Se realizarán en factoría en banco de pruebas al menos todas las pruebas para verificar los requisitos indicados en este PPT (apartados 11.3.2 y 11.4 entre otros), efectuándose como mínimo las pruebas y ensayos indicados en este apartado.

Servirá de referencia lo indicado en el apartado 8.16 de UNE-EN UEC 61133:2023 o equivalente, y en la ficha UIC 623 o equivalente (debiendo actualizarse los valores de referencia, de acuerdo a la legislación vigente).

- Examen visual y control dimensional
- Medición de emisión de gases y partículas.
- Curvas características

22.3 PRUEBAS DE SISTEMA

Se aplicarán a Sistemas, equipos o aparatos que, como es este caso, por primera vez se van a implantar en METRO. Para ello se realizarán pruebas de simulación y/o en banco de pruebas, donde quedarán integrados todos los componentes intervinientes, con el objeto de comprobar su Funcionalidad, Fiabilidad, Paramentos de diseño, etc., y, en definitiva, verificar la idoneidad de la solución propuesta respecto de las condiciones exigidas en Pliego y que aflorarán en la explotación.

Inexcusablemente, será de aplicación este tipo de pruebas a la cadena de tracción, sistema de alimentación de auxiliares y equipamientos de trabajo, donde estarán incorporados los elementos que de forma real los constituyan (aparellaje convencional y transductores caso de haberlos, cableados, electrónica de regulación-control – vigilancia – informática, motores, equipos hidráulicos / neumáticos, etc. Todos los aparatos a utilizar corresponderán exactamente a los que se montarán en las unidades.

En estas condiciones, se podrá simular el funcionamiento en condiciones reales, sobre todo en aspectos relativos a la geometría de la red, condiciones térmicas y ambientales, mediciones energéticas, influencia electromagnética, actuación de protecciones-vigilancias,

establecimiento de los diferentes modos de conducción y de funcionamiento de los equipos de trabajo, funcionamiento en las condiciones más desfavorables.

De todo ello se emitirá un detallado informe por el CONTRATISTA, de donde se deduzca de forma inequívoca la idoneidad del producto para las condiciones requeridas, haciendo hincapié en el campo de la Seguridad y la Fiabilidad.

Este tipo de pruebas también será de aplicación a equipos como compresores, reductores, motores, bombas, etc., y se entenderán adicionales a las que estarán sometidos los aparatos constituyentes de las mismas.

Los resultados de tales pruebas definirán los parámetros y adaptaciones constructivas a incorporar en las unidades, de forma que desde el origen se monten los más idóneos, evitando costosas modificaciones posteriores.

22.4 VIGILANCIA Y COMPROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

Durante el periodo de construcción de las unidades se efectuará un control de la misma por parte de METRO y/o la Entidad Inspectora, según se indica en el apartado 21 “Seguimiento de la Fabricación”.

En estos trabajos participará todo el personal necesario y medios para el buen cumplimiento de sus misiones de inspección, vigilancia y comprobación.

De común acuerdo con el CONTRATISTA, se tratará de evitar la repetición de las pruebas e inspecciones, salvo que METRO estime necesaria su repetición y lo crea oportuno, en cuyo caso se efectuarán dichos trabajos.

22.5 PRUEBAS A UNIDAD MONTADA Y RECEPCIÓN PROVISIONAL

Se realizarán como mínimo todas las pruebas especificadas en el apartado 22.5.3 “Contenido de las Pruebas” y en las normas UNE-EN 14033 y UNE-EN IEC 61133 o equivalentes y todas las normas de aplicación, así como todas las pruebas adicionales necesarias.

La lista no debe entenderse como exhaustiva, sino que puede usarse como guía en el proceso utilizado por el fabricante al producir su Plan de Pruebas.

22.5.1 Pruebas en Factoría

Una vez montada la unidad en los Talleres del CONTRATISTA, se realizarán las pruebas y ensayos aprobados por METRO / Entidad Inspectora.

En factoría se realizarán las pruebas consensuadas previamente, incluyendo como mínimo todas las pruebas estáticas, así como las pruebas dinámicas que las instalaciones del CONTRATISTA permitan.

Para que estas pruebas puedan considerarse correctas, deberán estar montados en la unidad todos los elementos, no realizándose las mismas hasta que esto ocurra.

Si por causas especiales, verdaderamente justificadas a juicio de METRO fuera imprescindible o muy recomendable el montaje en Madrid de algún elemento o parte de la unidad, el CONTRATISTA deberá advertirlo previamente. Previa autorización escrita de METRO, podrán realizarse las pruebas correspondientes en METRO una vez completada la instalación de los elementos faltantes.

Si según certificación de METRO y/o Entidad Inspectora el resultado de las pruebas de la unidad en vías del CONTRATISTA fuera satisfactorio, se autorizará el traslado de la unidad a METRO.

22.5.2 Pruebas en METRO – Recepción Provisional

Una vez que la unidad se encuentre sobre vías de METRO, en las condiciones operativas adecuadas a juicio del CONTRATISTA, se procederá, con el visto bueno de METRO, a efectuar todas las pruebas y ensayos que demuestren las funcionalidades de la unidad y se especifiquen en este pliego.

Con objeto de no ocupar indebidamente las instalaciones de depósito o de línea general, así como al personal de METRO, el CONTRATISTA evitará someter a pruebas de Recepción a la unidad mientras no se encuentren totalmente a punto para ello.

Si, a juicio de METRO, el resultado de los ensayos es satisfactorio, se establecerá la oportuna Acta de Recepción Provisional. METRO y el CONTRATISTA designarán las personas autorizadas para firmarlas.

METRO podrá exigir que el personal del CONTRATISTA esté habilitado para conducir tanto en vía principales y vías secundarias, según la NOP-02, para realizar las pruebas de recepción. Los costes derivados de la formación, correrán a cargo del CONTRATISTA.

22.5.3 Contenido de las pruebas

Las unidades serán sometidas a las pruebas necesarias para comprobar que se cumplen los requisitos especificados en el presente PPT. Las pruebas que se lleven a cabo en las instalaciones de METRO podrán realizarse en línea y fuera de las horas del servicio de viajeros.

Sin ánimo de ser exhaustivo, a continuación, se lista una serie de pruebas estáticas y dinámicas que se realizarían, previa aprobación de METRO. Deberá verificarse el cumplimiento de los requisitos indicados en:

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL

- Este PPT.
- Tabla A.1. de la UNE-EN 14033-1:2018 o equivalente.
- Tabla B.1 de la UNE-EN 14033-2:2018 o equivalente.
- Tabla B.1 de la UNE-EN 14033-3:2018 o equivalente.
- UNE-EN 14033-4 o equivalente

PRUEBAS ESTÁTICAS:

- Pruebas de dimensiones y Pruebas de dimensiones relativas al gálibo. (apdos. 8.2 y 8.3 incluidos ensayos voluntarios UNE-EN IEC 61133:2023 y apdos. 5, 7.6 UNE-EN 14033-1:2018 o equivalentes)
- Prueba de capacidad de elevación (apdo. 8.4 UNE-EN IEC 61133:2023 y apdo 6 UNE-EN 14033-1:2018 o equivalentes)
- Pruebas de pesaje (apdo. 8.5 UNE-EN IEC 61133:2023 y apdo 7.7 UNE-EN 14033-1:2018 o equivalentes).
- Pruebas de estanqueidad o sellado (apdo. 8.6 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente).
- Pruebas de aislamiento eléctrico (apdo. 8.7 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente).
- Pruebas de conexiones de protección y circuitos de retorno (apdo. 8.8 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente).
- Pruebas de shuntado o continuidad eléctrica (apdo. 11 UNE-EN 14033-1:2018 o equivalente).
- Pruebas del sistema neumático (apdo. 8.9 UNE-EN IEC 61133:2023, apdo. 9 UNE-EN 14033-1:2018, apdo. 5.12 UNE-EN 14033-2:2018 y apdos 5.21 y 5.26 UNE-EN 14033-3:2018 o equivalentes)
- Pruebas del sistema hidráulico (apdo. 8.10 UNE-EN IEC 61133:2023 y apdo 5.22 UNE-EN 14033-3:2018 o equivalente)
- Pruebas del sistema de freno de fricción (apdo. 8.11 UNE-EN IEC 61133:2023, apdo. 9 UNE-EN 14033-1:2018, apdo. 5.12 UNE-EN 14033-2:2018 y apdos 5.21 y 5.26 UNE-EN 14033-3:2018 o equivalentes)
- Pruebas del freno de estacionamiento (apdo. 8.12 UNE-EN IEC 61133:2023 y apdo. 9.2.6 UNE-EN 14033-1:2018 o equivalentes)
- Pruebas del sistema de alimentación auxiliar (apdo. 8.13 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Pruebas de carga de las baterías (apdo. 8.14 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL

- Pruebas del sistema auxiliar y de control (apdo. 8.15 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente), incluyendo entre otros:
 - Sistema de control de la unidad. Pruebas del terminal de cabina, equipos de comunicaciones, telemantenimiento, diagnóstico, descarga de averías y alarmas. Interfaces entre sistemas.
 - Pruebas de calefacción, ventilación y aire acondicionado y equipo de presurización / filtrado de partículas de cabina
 - Pruebas de los sistemas de iluminación.
 - Otros sistemas (radio, detección y extinción de incendios etc)
- Pruebas de motor térmico y conjuntos generadores asociados o de la transmisión (apdo. 8.16. UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Pruebas del sistema de tracción (apdo. 8.17. UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Pruebas de operabilidad y mantenibilidad (apdo. 8.18. UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Pruebas de ruido y vibraciones (apdo. 8.19. UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Pruebas de sistemas o dispositivos de seguridad (apdo. 8.20. UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente y tabla B.1 UNE-EN 14033:2018 o equivalente) y UNE-EN 280 o equivalente.
- Pruebas estáticas de seguridad contra el descarrilamiento en vía alabeada (UNE-EN 14363:2017+A1:2019 o equivalente)
- Pruebas de exposición de gases y partículas en el interior de cabina (CO, NOX y C elemental).

PRUEBAS DINÁMICAS

- Características de funcionamiento de la tracción (características del esfuerzo de tracción / velocidad) (apdo. 9.2 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Características de funcionamiento de la tracción (apdo. 9.3 UNE-EN IEC 61133 o equivalente)
- Prueba de circulación, donde deberá desarrollar satisfactoriamente las velocidades especificadas en el PPT, 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.
- Pruebas de frenado (apdo. 9.4 UNE-EN IEC 61133 y apdo. 9.2.2 UNE-EN 14033-1:2018 o equivalentes)

- 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 de la unidad 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 estando la unidad en condiciones de carga máxima, durante un tiempo mínimo de 15 minutos.
- Pruebas térmicas en tracción y frenado (apdo. 9.5 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Ensayo del sistema de regulación de velocidad para los distintos modos de conducción incluyendo el manejo de la Plataforma Aérea de Trabajo (apdo. 9.7 UNE-EN IEC 61133:2023 y UNE-EN 280 o equivalentes)
- Sistemas de protección automática de las unidades, en cuanto a las seguridades, finales de carrera, etc. de las unidades de los vehículos (apdo. 9.8 UNE-EN IEC 61133:2023 y UNE-EN 280 o equivalentes)
- Pruebas de seguridad en la circulación y distancias de separación (apdo. 9.9 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Pruebas de gálibo cinemático (apdo. 9.11 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Pruebas de compatibilidad electromagnética (apdo. 9.15 UNE-EN IEC 61133:2023, EN 50121-3-1, EN 50121-3-2 o equivalentes)
- Pruebas acústicas (apdo. 9.17 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Sistemas neumáticos. Ciclo de trabajo del compresor (apdo. 9.18 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Pruebas del limpiaparabrisas (apdo. 9.19 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Pruebas del sistema de control de la unidad (apdo. 9.20 UNE-EN IEC 61133:2023 o equivalente)
- Pruebas de acoplabilidad con otros vehículos, para el rescate del mismo en caso de avería, en todas las configuraciones requeridas.
- Pruebas para verificar el procedimiento de operación para el socorro, verificando todas las posibilidades indicadas en apartado 9.8.
- Pruebas funcionales en condiciones de trabajo real de los equipamientos de trabajo definidos en el apartado 16, medida y registro, operación y recogida, en todas sus funcionalidades y situaciones degradadas.

22.6 PRUEBAS DE ACOPLABILIDAD – RESCATE DE SOCORRO

En todos los casos se comprobará el acoplamiento en recta y en curva de radio mínimo.

Estas pruebas se realizarán en las instalaciones de METRO.

22.6.1 Pruebas de acoplabilidad con otros vehículos de METRO:

Se comprobará la acoplabilidad mecánica y neumática y rescate de socorro con una unidad de cada una de las siguientes series de METRO:

- S3000 1ª serie
- S3000 2ª serie
- S2000A
- S2000B
- Vehículo amolador E-501
- Otros que en fase de Proyecto puedan ser susceptibles de ser acoplados, al objeto de verificar su viabilidad.

Se comprobará la acoplabilidad mecánica y neumática y rescate de socorro, utilizando el adaptador de gancho Scharfenberg gálibo estrecho – gálibo ancho, con una unidad de cada una de las siguientes series de METRO:

- S5000
- S6000
- S7000
- S8000
- S9000
- Otros que en fase de Proyecto puedan ser susceptibles de ser acoplados, al objeto de verificar su viabilidad.

22.6.2 Pruebas de acoplabilidad entre unidades objeto de este PPT:

En la Recepción de la 1ª unidad, en cuanto a las pruebas reflejadas en apartado 22.5, siempre que sea posible deberá comprobarse el acoplamiento entre unidades por simulación.

Se simulará el rescate de una unidad averiada por otra unidad en funcionamiento normal, simulando varios modos de fallo que se pueden dar en la explotación y que se definirán en fase de Proyecto.

En la Recepción de la 2ª unidad y en la medida en que vayan recepcionándose las siguientes unidades, en cuanto a las pruebas reflejadas en apartado 22.5:

- Se comprobará el funcionamiento de acoplador automático verificando el acoplamiento mecánico, neumático y eléctrico entre las unidades.
- Se realizarán todas las pruebas de acoplabilidad y la comprobación dimensional y funcional de varias unidades acopladas (en todas las combinaciones posibles de unidades dentro del convoy) y también de rescate de socorro de unidad averiada, contemplando las diferentes casuísticas de avería y en todas las configuraciones requeridas.

El CONTRATISTA acometerá todas las correcciones y modificaciones necesarias en las unidades, incluidas aquellas unidades que hayan sido recepcionadas previamente, al objeto de garantizar la plena funcionalidad.

23. GARANTÍA

23.1 OBJETO

Es la obligación del CONTRATISTA de corregir defectos y reparar averías de las unidades suministradas y del resto de suministros incluidos en el alcance del contrato, durante un periodo determinado. Será aplicado sobre el conjunto total de las unidades, independientemente de que todos sus elementos o equipos sean de fabricación propia del CONTRATISTA, o bien, de otros fabricantes o suministradores. De igual manera, la garantía sobre el resto de suministros será de aplicación independientemente de si es prestada o suministrada por el CONTRATISTA o es subcontratada por él.

23.2 OBLIGACIONES DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LAS UNIDADES CUBIERTO POR LA GARANTÍA

El comienzo y duración mínima de la garantía de las unidades (o el mantenimiento correctivo cubierto por la garantía) viene definida en el apartado 27.2.4. El LICITADOR podrá ofertar una duración de la garantía mayor para todas las unidades o para determinados sistemas o grupos que lo integran, de manera independientemente.

Durante el periodo de garantía, el CONTRATISTA estará obligado a sustituir, reparar o arreglar, a solicitud de METRO, cuantos materiales, dispositivos y piezas de los mismos no funcionen debidamente, siempre que el defecto no sea imputable al mal uso o mala conservación. Todas estas operaciones se realizarán a expensas del CONTRATISTA, incluyendo el coste del transporte

del material hasta el taller donde deba realizarse la reparación, así como la mano de obra requerida para el transporte de las partes defectuosas y la sustitución de las mismas.

Asimismo, serán por cuenta del CONTRATISTA los costes asociados a los repuestos y materiales utilizados para sustituir o reparar los defectos de construcción o piezas defectuosas.

Las reparaciones o sustituciones se efectuarán, tan rápida y eficazmente como sea posible, para minimizar la indisponibilidad del vehículo. El tiempo de indisponibilidad será penalizado económicamente conforme al apartado 36 c. del PCP.

El personal asignado por el CONTRATISTA será capaz de reparar, instruir y formar al personal de METRO, en la ejecución de los trabajos de reparación de las unidades en explotación.

El CONTRATISTA se compromete a entregar a METRO las sucesivas actualizaciones de software que pueda haber en los sistemas informáticos instalados a bordo de las unidades, al menos hasta el fin de la garantía.

El CONTRATISTA se obliga a informar a METRO, por escrito, de las averías que puedan presentarse en las unidades durante el período de garantía, cuando METRO así lo requiera.

Durante el periodo de garantía, el CONTRATISTA estará obligado a entregarle a METRO informes de seguimiento del estado y funcionamiento de la unidad. Como mínimo, el CONTRATISTA entregará un informe completo cada 3 meses.

Si, excepcionalmente, fuese preciso trasladar la unidad durante el período de garantía a las instalaciones del CONTRATISTA, los gastos ocasionados por el transporte serán por cuenta del mismo.

23.3 REFORMAS Y MODIFICACIONES EN LAS UNIDADES

Las reformas y modificaciones en las unidades contarán con una garantía que comenzará con la recepción de la misma y finalizará cuando hayan transcurrido 24 meses desde la recepción de la modificación en la última unidad.

La propuesta de modificaciones podrá partir de METRO o del CONTRATISTA. En ambos casos, se le requerirá a este último una propuesta concreta y planificada para acometer los trabajos, y deberá ser aprobada por METRO. Salvo justificación en contra, la reforma o modificación se realizará en una unidad y, tras un periodo de prueba, se extenderá al resto de unidades en el plazo menor posible.

Se realizarán todas las actualizaciones documentales que procedan como consecuencia de las reformas efectuadas durante este período (manuales, planos, certificados, etc.), incluyendo la

evaluación de riesgos, certificado de conformidad con el Real Decreto 1215/1997 y los documentos de conformidad CE (o UE).

23.4 GARANTÍA DE LOS SUMINISTROS DISTINTOS A LAS UNIDADES ENTREGADAS

Estos suministros contarán con una garantía que comenzará con la recepción de cada uno de ellos y tendrá una duración mínima de 24 meses.

23.5 RELACIONES CON PROVEEDORES A EFECTOS DE LA GARANTÍA

METRO no responderá, ni directa ni subsidiariamente, de las obligaciones que correspondan al CONTRATISTA con respecto a quienes le suministren materiales, elementos, etc.

A efectos de la Garantía sobre el conjunto de las unidades o elementos individuales de las mismas, el único responsable ante METRO será el CONTRATISTA, sin que se mantengan otras relaciones con distintos proveedores. A tal fin, con carácter general, el CONTRATISTA deberá respetar las especificaciones de origen o de los Fabricantes de los equipos que incorporen, en orden a que éstos puedan garantizar sus condiciones de seguridad, funcionamiento y demás características, con independencia de la garantía del propio CONTRATISTA.

El CONTRATISTA está obligado a informar a sus Proveedores sobre el resultado en explotación de sus productos.

24. FORMACIÓN

24.1 GENERALIDADES Y PLAN DE FORMACIÓN

El objetivo de los cursos del CONTRATISTA será garantizar que el personal de METRO comprenda el diseño general de las unidades, su manejo y el de los equipos instalados, incluyendo su correcta y eficaz utilización, el modo para efectuar el mantenimiento programado de la máquina, así como el modo de reparar sus posibles averías.

El CONTRATISTA entregará a METRO un Plan de formación, en los plazos indicados en el apartado 27.5.1. Antes de la impartición de esta formación, el plan deberá contar con la aprobación por parte de METRO, quien podrá incluir, eliminar o modificar el alcance de aquellos bloques de formación que considere de cara al uso particular de la máquina en la explotación.

Toda la documentación estará en castellano y estará específicamente dirigida a dos colectivos de personas diferentes:

- Personal que deba efectuar la conducción y operación de las unidades, así como intervenir en operaciones sobre el mismo durante la explotación.
- Personal que deba efectuar el mantenimiento de las unidades.

Los alumnos recibirán la documentación, al menos, en un soporte digital (pendrive).

Los cursos serán eminentemente prácticos y fácilmente comprensibles para los colectivos de personas a los que van dirigidos.

Salvo la formación inicial (apartado 24.2), el resto de la formación deberá ser impartida en las instalaciones de METRO.

Los costes derivados del traslado y manutención de los posibles formadores del CONTRATISTA, serán por cuenta del CONTRATISTA.

La programación de cursos se adaptará a las necesidades y la disponibilidad prevista de agentes, conforme indique METRO. Los cursos impartidos a los distintos grupos, en los que se divide un colectivo para satisfacer un mismo tipo de formación, no tienen por qué ser consecutivos.

Los cursos se podrán impartir en los turnos de mañana, tarde o noche, a decidir por METRO, conforme a sus necesidades.

Los días programados para la impartición del curso podrán ser modificados hasta el último momento, si los agentes que reciben el curso no pudieran asistir, por que surgiera una necesidad en su Servicio/Departamento.

En caso que algún agente no pudiera asistir total o parcialmente al curso que tuviera programado, se le facilitará la recuperación en los próximos cursos programados o en una convocatoria extraordinaria.

El formador o formadores deben hablar castellano, al menos nivel B2.

Entre el temario a incluir en cada uno de los cursos, se incluirá el siguiente sobre conocimientos generales de las unidades; y, su contenido en detalle deberá estar adaptado a las necesidades de cada colectivo al que vaya dirigido:

- Descripción general de la máquina.
Se incluirá un descriptivo de los elementos principales, su ubicación y sus funciones. Se incidirá en lo relativo a la descripción, ubicación y funcionamiento de los diferentes instrumentos de control y seguridad.
- Desplazamiento y estacionamiento de la máquina
Se realizará una descripción general sobre el manejo de la máquina para su movimiento en línea y en depósitos, así como para el correcto estacionamiento de la misma en condiciones de seguridad. Se incluirá el listado de comprobaciones a realizar de forma

previa al arranque de la máquina, así como las comprobaciones a realizar una vez ésta se encuentre encendida.

En este bloque deberá incluirse la formación práctica adecuada.

- Generalidades sobre el sistema de alimentación de energía y de la tracción

En este bloque se incluirá una visión general sobre el sistema de tracción. Se describirán las comprobaciones a realizar de forma previa al arranque, durante el funcionamiento, la selección de las distintas fuentes de alimentación de energía, así como las instrucciones a seguir en caso de emergencia y/o de avería.

- Generalidades sobre los equipos neumáticos y de freno

Se explicará la concepción y diseño del equipo de freno disponible en la máquina. Se incluirá un descriptivo de su funcionamiento y manejo, así como un listado de comprobaciones a realizar sobre este equipo antes y durante el funcionamiento de la máquina.

- Generalidades sobre los equipos eléctricos y electrónicos

Se incluirá formación sobre el diseño de este equipo, incluyendo un listado de elementos principales, junto con su ubicación, funcionamiento e interpretación de parámetros. Se incluirá el listado de comprobaciones y ajustes necesarios, así como las medidas a tomar en caso de avería.

- Generalidades sobre los equipos hidráulicos

Se incluirá formación sobre el diseño de este equipo (explicación de diagramas hidráulicos, descripción de las diferentes funciones), su arranque, comprobaciones y ajustes necesarios, así como las medidas a tomar en caso de avería.

- Generalidades sobre el equipamiento de trabajo y otros equipos

En este apartado se incluirá formación sobre el equipamiento de trabajo, sistema de rodadura, sistemas de extinción de incendios, equipos de cabina como el aire acondicionado, ventilación y refrigeración, sistemas de comunicación, etc. Se formará sobre su diseño, elementos disponibles y ubicación, comprobaciones a tener en cuenta en cada uno de los equipos, así como resolución de averías comunes.

24.2 FORMACIÓN INICIAL

En caso de que METRO lo considerase necesario, el CONTRATISTA deberá ofrecer formación inicial durante el proceso de diseño y construcción de la unidad. Esta posible formación es ajena a las visitas de inspección que pudiesen realizarse durante la fabricación.

El CONTRATISTA y METRO podrán acordar una distribución de días de formación y nº de asistentes óptimo para las necesidades de METRO.

24.3 FORMACIÓN PARA EL MANEJO Y MANTENIMIENTO DE USUARIO

24.3.1 Objetivo

Entre la formación a impartir, existirá una parte específica destinada al personal involucrado en la conducción y operación de las unidades. Es necesario reseñar que dicho personal es el encargado de intervenir en las averías que puedan surgir durante la operación en vía, por lo que deben disponer de conocimientos adecuados sobre la máquina para hacer frente a estos imprevistos.

24.3.2 Nº de asistentes y grupos, y duración mínima

El CONTRATISTA y METRO podrán acordar una distribución de días por bloque formativo y nº de asistentes óptimo para las necesidades de METRO.

24.3.3 Requisito previo de habilitación para conducir de los formadores

Al menos, el formador y un ayudante deben haber obtenido la habilitación para conducir la unidad por vías principales y secundarias de METRO, según la Norma Operativa interna NOP-02 ("Habilitación de conductores de empresas externas").

24.3.4 Contenido mínimo

Entre el temario a incluir en esta parte de la formación se encontrará, como mínimo, el siguiente:

24.3.4.1 Descripción general de la unidad

Se describirán las características principales de las unidades y de los diferentes sistemas y equipos que lo componen, conforme al temario descrito en el apartado 24.1.

24.3.4.2 Portabobinas de tipo II-A

Se formará al personal sobre el portabobinas. Se explicarán todas las funcionalidades del mismo, seguridades y mantenimiento de usuario.

24.3.4.3 Pantógrafos de medida de unidades de tipo I-A

Se explicarán todas las funcionalidades del mismo, seguridades y mantenimiento de usuario.

24.3.4.4 Plataforma aérea de personal de unidades de tipo I-A y de tipo II-A

Se incluirá formación sobre cómo realizar todas las funcionalidades. Asimismo, se formará al personal sobre los equipos de medición dispuestos a bordo, su ubicación, funcionamiento y resolución de averías comunes.

Será conforme a UNE 58923 o equivalente.

24.3.4.5 Grúa de unidades de tipo I-B

Se incluirá formación sobre cómo realizar todas las funcionalidades.

24.3.4.6 Unidades de tipo II-B y III

Se incluirá formación sobre cómo realizar todas las funcionalidades.

24.3.4.7 Preparación para el trabajo

Se realizará una formación práctica sobre las comprobaciones a realizar de forma previa a los trabajos.

24.3.4.8 Resolución de averías en línea

En este apartado se incluirá formación sobre la resolución de averías comunes que puedan darse en línea y el modo de actuación en emergencia, teniendo en cuenta que el personal de operación hace frente a las averías que puedan surgir durante la explotación de las unidades. Se incidirá en averías o malos funcionamientos procedentes de los equipos de trabajo.

24.3.4.9 Necesidad de rescate

Se explicará el contenido del procedimiento de socorro, las medidas a tomar en caso de avería de las unidades mientras circulan por la vía, así como las instrucciones para la preparación y el remolcado de la unidad. Se requiere formación práctica.

24.3.5 Aceptación del servicio

El CONTRATISTA realizará un examen con parte teórica y práctica, previamente consensuado con METRO, para cerciorarse que el personal formado ha obtenido los conocimientos pretendidos.

En caso de no alcanzarse el objetivo, deberá repetirse la formación (en parte o totalmente) hasta corroborar mediante examen que la formación ha sido la suficiente.

24.4 FORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO BÁSICO POR PARTE DE LOS TALLERES DE METRO

24.4.1 Objetivo

El objeto principal de esta formación es capacitar al personal de mantenimiento para la resolución de incidencias en línea (rescate, encarrilamiento, etc.) y resolver averías o daños conforme al apartado 23 GARANTÍA.

Además de esto, se impartirá la formación suficiente para que el personal adquiriera unos conocimientos generales de las unidades y su plan de mantenimiento preventivo, así como para conducir las unidades en vías secundarias.

24.4.2 Nº de asistentes y grupos, y duración mínima

El CONTRATISTA y METRO podrán acordar una formación de duración y nº de asistentes óptimo para las necesidades de METRO.

24.4.3 Aceptación del servicio

El CONTRATISTA realizará un examen con parte teórica y práctica, previamente consensuado con METRO, para cerciorarse que el personal formado ha obtenido los conocimientos pretendidos.

En caso de no alcanzarse el objetivo, deberá repetirse la formación (en parte o totalmente) hasta corroborar mediante examen que la formación ha sido la suficiente.

24.5 FORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO AVANZADO POR PARTE DE LOS TALLERES DE METRO

24.5.1 Mantenimiento de 1º nivel

24.5.1.1 Objetivo

Esta formación tiene por objeto capacitar al personal de talleres de METRO para poder realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de manera totalmente autónoma, tan sólo apoyándose en los manuales o documentación de las unidades.

24.5.1.2 Contenido y duración mínima

Además de la formación general, el personal de mantenimiento deberá disponer de formación específica, de carácter eminentemente práctico. Entre dicha formación específica se incluirán, al menos, los siguientes bloques.

El CONTRATISTA y METRO podrán acordar una distribución de días por bloque formativo más óptimo para las necesidades de METRO.

24.5.1.2.1 Equipos de tracción

Se formará en el sistema de tracción (descripción, mantenimiento preventivo y correctivo). Asimismo, se indicará cómo se monitorizan los parámetros referentes al sistema de tracción y cómo se interpretan dichos parámetros.

24.5.1.2.2 Equipos neumáticos y de freno

Se ubicarán in situ todos los elementos, contrastándolos con los esquemas neumáticos. Se describirán con detalle todos los elementos y accesorios del circuito, listando las averías frecuentes y modos de reparación de las mismas. Se explicará cómo realizar el ajuste del sistema de frenos y cómo proceder ante averías de este equipo.

Dentro de este bloque se recibirá formación práctica sobre el acoplamiento neumático.

24.5.1.2.3 Equipos eléctricos y electrónicos

Se comprobarán sobre la unidad la disposición de los elementos eléctricos existentes, así como la disposición de su cableado.

Se explicará sobre cómo proceder en caso de avería de los diferentes elementos.

Se explicará cómo se procede para la restauración o actualización de software.

Se explicará cómo monitorizar, registrar, extraer y comprender los diferentes parámetros.

24.5.1.2.4 Equipos hidráulicos

Deberá explicarse con detalle este equipo, mediante los correspondientes esquemas hidráulicos. Se describirán con detalle todos los elementos y accesorios del circuito, cuya ubicación será mostrada in situ. Se listarán las averías frecuentes y modos de reparación de las mismas.

24.5.1.2.5 Equipos de trabajo: plataforma, portabobinas, pantógrafos de medida, sistemas de almacenaje, grúa, porta carriles.

Se mostrará en la práctica cómo proceder para el montaje y desmontaje de elementos, reparación y mantenimiento frecuente de estos equipos.

24.5.1.2.6 Sistema de rodadura, bastidor, caja, enganches y otros elementos mecánicos

Se mostrará en la práctica cómo proceder para el montaje y desmontaje de elementos, reparación y mantenimiento de las partes.

24.5.1.3 Aceptación del servicio

El CONTRATISTA realizará un examen con parte teórica y práctica, previamente consensuado con METRO, para cerciorarse que el personal formado ha obtenido los conocimientos pretendidos.

En caso de no alcanzarse el objetivo, deberá repetirse la formación (en parte o totalmente) hasta corroborar mediante examen que la formación ha sido la suficiente.

24.5.2 Mantenimiento de 2º nivel

24.5.2.1 Objetivo

Esta formación tiene por objeto capacitar al personal de talleres de METRO para poder realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de manera totalmente autónoma a nivel de sistema /equipo/componente, tan sólo apoyándose en los manuales o documentación entregada.

24.5.2.2 Contenido y duración mínima

El CONTRATISTA y METRO podrán acordar una distribución de días por bloque formativo más óptimo para las necesidades de METRO.

24.5.2.3 Aceptación del servicio

El CONTRATISTA realizará un examen con parte teórica y práctica, previamente consensuado con METRO, para cerciorarse que el personal formado ha obtenido los conocimientos pretendidos.

En caso de no alcanzarse el objetivo, deberá repetirse la formación (en parte o totalmente) hasta corroborar mediante examen que la formación ha sido la suficiente.

25. SOPORTE TÉCNICO

25.1 GENERALIDADES

Se garantizará la disponibilidad de las unidades, a través de:

- a) La resolución de averías cubiertas por el mantenimiento correctivo cubierto por la garantía conforme al apartado 23.2.
- b) El soporte técnico necesario
- c) Los medios propios de METRO.

Los costes del mantenimiento correctivo durante la Garantía serán asumidos por el CONTRATISTA, tanto piezas como mano de obra.

Para el resto de situaciones:

- daños sobre las unidades por vandalismo,
- mala conservación o uso por parte de METRO,
- incidente, por causas ajenas de las unidades,
- mantenimiento preventivo de las unidades

el CONTRATISTA deberá asistir a METRO en el diagnóstico de la avería y las acciones a realizar para su reparación o mantenimiento preventivo en caso de duda. No obstante, si llegado el momento METRO así lo considerase, el CONTRATISTA estará obligado a presupuestar y realizar el trabajo de mantenimiento.

El CONTRATISTA debe mantener un stock de las piezas o elementos más críticos que considere para el funcionamiento de las unidades, independientemente de los repuestos que METRO pueda almacenar (apartado 26 REPUESTOS), de modo que en el caso de necesitarlos no haya indisponibilidad de la unidad o esta sea mínima. La falta de disponibilidad por causas achacables al CONTRATISTA, tienen una penalización según el apartado 36 c PCP.

25.2 CONDICIONES MÍNIMAS DEL SOPORTE TÉCNICO

Deberá existir este servicio conforme lo indicado en el apartado 27.4.

El soporte técnico debe estar disponible desde el domingo por la noche hasta el viernes por la tarde, inclusive.

El tiempo transcurrido desde que se comunica una avería (o se solicita una información o aclaración) hasta que se diagnostica (o informa, según el caso) debe ser de 1 hora como máximo, salvo casos justificadamente extraordinarios.

Se admite que el soporte técnico sea remoto.

La comunicación se realizará en castellano.

25.3 MEDIOS TÉCNICOS

Los operarios del contratista deberán estar dotados de su propia herramienta y sus útiles necesarios para realizar su labor, de modo que sean totalmente autónomos. METRO sólo prestará lo siguiente sobre los medios que dispone:

- Vías de mantenimiento, dotados de foso y plataforma fija elevada para acceder a techos.
- Grúas, u otros equipos de elevación de cargas importantes.

ÁREA DE INGENIERÍA DE MATERIAL MÓVIL

- Suministro eléctrico.
- Suministro de aire comprimido.

En caso que el CONTRATISTA necesite unos medios específicos de los que no disponga METRO, el CONTRATISTA deberá asumir los costes.

El uso de las vías de mantenimiento deben ser previa solicitud, disponibilidad y autorización por parte del correspondiente personal de METRO.

25.4 MEDIOS HUMANOS

Además de tener la capacitación suficiente para realizar las tareas de mantenimiento correspondientes, el personal deberá:

- Cumplir lo derivado de la correspondiente Coordinación de Actividades Empresariales (CAE), según la normativa de METRO y la ley vigente, relativa a prevención laboral.
- Obtener la habilitación para conducir la unidad en las vías principales y secundarias de METRO, según la NOP-02.

25.5 GESTIÓN DE RESIDUOS

El CONTRATISTA acordará con METRO y detallará hasta el nivel necesario, el sistema de gestión de los residuos que puedan generarse con las unidades en las instalaciones de Metro.

Dicho sistema quedará definido, organizado y dotado de los medios necesarios antes de la entrega de la primera unidad.

El CONTRATISTA será responsable de la gestión de todos los residuos que puedan generarse. Si bien, previo acuerdo, METRO podrá poner a disposición sus medios para gestionar residuos similares a los habitualmente generados por el material móvil actual de METRO, desde los centros de Acopio Temporal de Residuos (ATR) en el depósito o cochera, como podrían ser:

- Metálicos: acero, aluminio y cobre
- Plásticos
- Aceites

25.6 MANIPULACIÓN DE LAS UNIDADES POR PARTE DEL CONTRATISTA

Una vez efectuada la Recepción, toda manipulación en las unidades, por parte de personal del CONTRATISTA, ha de ser previamente conocida y autorizada por el responsable correspondiente de METRO. Éste será quien autorice o no la manipulación, basándose en las condiciones de seguridad y operatividad, además de indicar, en su caso, en qué momento puede hacerse.

Finalizada la comprobación o reparación, se indicará tal circunstancia al responsable de METRO, al objeto de que la unidad quede apta para su explotación.

Para los movimientos de las unidades, tanto en vía principal como secundaria, deberán ser realizados por personal con la perceptiva habilitación de conducción.

26. REPUESTOS

26.1 INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS

A los efectos de este PPT, los repuestos de las unidades se clasifican de la siguiente manera:

- Fungibles: repuestos sometidos a desgaste o degradación, de modo que su vida útil sea inferior a la vida útil de las unidades y, por tanto, se sustituirán de manera sistemática o en función del estado, según el plan de mantenimiento.
- Inmovilizados: resto de repuestos.

En los siguientes apartados, se detalla lo que el LICITADOR y/o el CONTRATISTA tiene que entregar respecto a los repuestos.

26.2 CATÁLOGO COMPLETO DE REPUESTOS

Como parte de la documentación, el contratista entregará un catálogo con todos y cada uno de los elementos o componentes que forman la unidad, ordenados de manera estructurada y conforme al apartado 19.

El momento de entrega será conforme a lo indicado en el apartado 27 PLANIFICACIÓN.

Tras dicha entrega, si, durante la vigencia del contrato, hubiera: algún cambio de diseño, cambio de proveedor, obsolescencia de algún repuesto, etc. por el motivo que sea; el Contratista debe entregar una versión actualizada de este catálogo de repuestos en el plazo máximo de 15 días naturales.

26.3 SUMINISTRO DE REPUESTOS FUNGIBLES E INMOVILIZADOS EN STOCK

26.3.1 Objeto

Independientemente de los repuestos que el CONTRATISTA debe suministrar, en la debida forma y tiempo, para cumplir con la garantía y el servicio de mantenimiento preventivo,

descritos en este Pliego, el CONTRATISTA suministrará una serie de repuestos como parte del alcance del presente pliego.

El objeto de estos repuestos será tener un stock, en las instalaciones de METRO, para:

- Atender posibles incidentes o accidentes ajenos al CONTRATISTA que pudieran acontecer durante la vigencia del contrato. Incluyendo, al menos:
 - Aquellos elementos susceptibles de romperse o ser averiados debido a un mal uso razonablemente previsible del operario, como puede ser: siendo este un ejemplo no limitativo, trabajar o circular en un tramo de vía no adecuado o en una configuración de las unidades inadecuada.
 - Aquellos elementos exteriores susceptibles de romperse por causa de un impacto en sentido de la marcha, a excepción del bastidor y chapa exterior metálica de la caja.
 - Aquellos elementos situados bajo las unidades, susceptibles de romperse o ser averiados al golpearse en un descarrilo, incluso a baja velocidad.
 - Mandos que necesiten ser manipulado por el operador al menos una vez en las jornadas de trabajo.
- Acometer el mantenimiento preventivo de las unidades. Incluyendo:
 - Los fungibles necesarios para todas las intervenciones incluidas en 3 años e incluidos los elementos que se sustituyen según condición.
 - Los inmovilizados (inmovilizados de parking o de rotación) para cubrir cualquier ciclo de mantenimiento, incluido el mayor, revisión general o overhaul desmontaje de grandes repuestos como, reductoras, motores, etc.
- Prepararse para acometer el mantenimiento correctivo de las unidades, cuando este servicio incluido en el contrato finalice. Incluyendo:
 - Los inmovilizados que se entregarán, serán aquellos cuya tasa de fallo, según el LCC, sea de una avería o más cada tres años.
 - Los fungibles que se entregarán, garantizarán el mantenimiento correctivo por 3 años, en base a las tasas de fallo del estudio LCC.

En ningún caso, el CONTRATISTA contará con estos repuestos para el cumplimiento de la Garantía. Deberá, por tanto, disponer del acopio de materiales que considere necesario, independientemente de este stock.

26.3.2 Determinación de repuestos en stock

Con el proyecto constructivo de las unidades definido, se ajustará la lista de repuestos incluida en la oferta, determinándose la relación o lista de repuestos en stock que el CONTRATISTA debe suministrar a METRO, basándose en: el plan de mantenimiento, los datos objetivos de fiabilidad, la probabilidad de sufrir una incidencia, así como la disponibilidad o plazo de entrega del material por proveedores. En ese sentido, debe venir junto un informe justificativo.

Dicha lista, o relación, deberá incluir por cada repuesto: su referencia, denominación, modelo y marca (cuando corresponda), grupo o subgrupo al que pertenece, tipo de repuesto (fungible o inmovilizado), cantidad recomendada, momento de acopiar, plazo estimado de entrega y tasa de fallo.

El momento de entrega de la lista de repuestos en stock, y sus condicionantes, vienen definidos en el apartado 27 PLANIFICACIÓN.

Si las circunstancias lo requieran o si tras la construcción de las unidades y durante la operación de las mismas resultara una fiabilidad peor de la esperada o unas incidencias o repetitividad de las mismas no esperadas, se redimensionará el stock a suministrar en consecuencia.

26.3.3 Momento de entrega y recepción

Los momentos de entrega, y sus condicionantes, vienen definidos en el apartado 27 PLANIFICACIÓN.

26.3.4 Lugar de entrega y recepción

Los repuestos deberán ser entregados y recepcionados en las instalaciones de METRO. El lugar exacto será indicado por METRO con antelación suficiente.

26.3.5 Recepción

METRO podrá realizar las verificaciones técnicas y/o documentales que estime razonablemente necesarias a los repuestos entregados, antes de aceptar el suministro.

Los repuestos vendrán acompañados por los certificados de conformidad con las leyes y normas que sean aplicables. Así como, certificados de los resultados de ensayo o certificados de calibración cuando corresponda.

26.4 POLÍTICA DE REPUESTOS Y GESTIÓN DE LA OBSOLESCENCIA

Para todos los fungibles, en caso de que las referencias sean propias del CONTRATISTA, deberán proporcionarse las especificaciones técnicas suficientes para que METRO pueda encargar la fabricación a terceras empresas.

METRO dispondrá de libertad para la adquisición de repuestos 100 % compatibles u originales. Aunque existiesen acuerdos para la comercialización de algún producto concreto entre CONTRATISTA y Proveedor, METRO podrá dirigirse a este último para la adquisición de directa de los productos.

El CONTRATISTA está obligado a disponer de un sistema de gestión de la obsolescencia de acuerdo con las normas UNE-EN- 62402 y UNE-EN-60300 o equivalentes para todos aquellos casos de obsolescencia que se puedan producir durante la vida útil de las unidades. Deberán detallarse en él las estrategias para la identificación y mitigación de los efectos de la obsolescencia en el ciclo de vida completa, de forma que se tenga en consideración dicho plan en el diseño de las unidades objeto de la presente licitación, así como se prevean actuaciones tales como la inclusión de nueva tecnología dentro de los equipos finalmente empleados, así como su soporte y mantenimiento.

La documentación del plan de gestión de obsolescencia contendrá los siguientes entregables en la fase de Diseño y siempre antes de la recepción provisional:

- Para cada elemento: definir los datos (código producto) y equipos en los que se emplea
- Determinar los productos y suministradores afectados
- Identificación de los elementos con mayor riesgo de obsolescencia, indicando número de años estimado para su discontinuidad
- Evaluar el impacto, coste y probabilidad de la obsolescencia
- Propuesta de estrategia del propio plan, diferenciando en qué casos esta será reactiva (productos de obsolescencia baja y de muy baja tecnología) y en qué caso será proactiva, debiendo garantizarse entre ambas aquella que menor coste suponga en el ciclo de vida
- Proceso de comunicación entre el Fabricantes o Suministradores y METRO

Al término de la garantía, se revisará el plan presentado aportándose una versión actualizada del mismo a dicha fecha.

El diseño de las unidades se efectuará de manera que se trate de garantizar el suministro de repuestos durante la vida útil de las unidades, bien mediante componentes originales o equivalente.

En fase de proyecto el CONTRATISTA deberá entregar un listado a METRO, para los repuestos principales con al menos 2 proveedores alternativos, así como se entregará, las Especificaciones Técnicas, Funcionales y Materiales.

27. PLANIFICACIÓN

El comienzo, duración y finalización de las distintas entregas/aceptación de suministros y servicios, así como los distintos hitos intermedios, deberán respetar las condiciones mínimas especificadas en este apartado.

27.1 PLAN DE CALIDAD, PLAN DE VERIFICACIÓN Y PRUEBAS, CONTRATACIÓN DE LA ENTIDAD DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD, PROGRAMACIÓN Y SEGUIMIENTO

En el plazo máximo de un mes desde el inicio del contrato, el CONTRATISTA entregará, y deberá haber quedado acordado y aprobado entre METRO y el CONTRATISTA, lo siguiente:

- Plan de gestión de la calidad a utilizar durante el proyecto, conforme al apartado 4.
- Plan de verificación y pruebas, conforme el apartado 22.
- Contratación y propuesta técnica de la Entidad de evaluación de seguridad, conforme al apartado 8.4.1.
- Planificación, programación y plan de seguimiento detallados de todo el proyecto/contrato.

Deberá proveer los cambios en la programación, que pudieran ser necesarios durante la ejecución del proyecto (o del contrato).

27.2 SUMINISTRO DE LAS UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL AUXILIAR

27.2.1 Diseño, fabricación, documentación, puesta a punto y ensayos en factoría

Esta actividad comienza desde el día siguiente a la firma del acta de inicio de los trabajos o en la fecha de inicio que se indique en la propia acta hasta que cada unidad está lista para la salida de factoría, y, por tanto, para proceder inmediatamente a la entrega en destino (apartado 27.2.2).

Comprende las actividades de: diseño, fabricación (incluido el acopio de equipos de terceros e integración o instalación), la elaboración de la documentación, la puesta a punto y los ensayos que pueden realizarse en la factoría del contratista.

La duración máxima está determinada por el plazo definido para la Entrega en destino en el apartado 27.2.2.

Dentro de esta actividad se incluyen los siguientes hitos intermedios.

27.2.1.1 Aprobación del proyecto constructivo

Consiste en la aprobación por parte de METRO, de la documentación técnica que define inequívocamente las unidades.

Esta aprobación no exime al CONTRATISTA de hacer todas las modificaciones que procedan en caso de que se detecte posteriormente alguna condición que contravenga este PPT y/o implique un riesgo que deba ser corregido o mitigado, todo ello sin coste para METRO.

Esta documentación técnica será conforme al apartado 19.

Para que se produzca este hito, deberá haberse finalizado también:

- Lo indicado en el apartado 27.1.
- Los estudios energéticos.
- Lo indicado en el apartado 8.
- La aprobación del plan de verificación y pruebas y procedimientos de verificación, conforme el apartado 22.
- La entrega y aprobación de la lista de repuestos en stock, según el apartado Lista de repuestos en stock 27.3.1.1.

El hito se producirá entre 3 y 12 meses desde el día siguiente a la firma del acta de inicio de los trabajos o en la fecha de inicio que se indique en la propia acta.

27.2.1.2 Recepción equipos principales

Este hito se produce cuando el contratista tiene en sus instalaciones determinados equipos principales que formarán parte de las unidades objeto del contrato.

Estos equipos deben estar terminados, ensayados o comprobados y con la documentación correspondiente.

El comienzo de la fabricación de estos equipos o el pedido de los mismo a terceros, puede comenzar antes del hito 27.2.1.1, previa autorización de METRO. No obstante, no se considerará que se produce este hito hasta que haya sucedido previamente el hito anterior, 27.2.1.1.

Para que el hito se considere cumplido, deben tenerse todos y cada uno de los equipos principales.

A continuación, se listan los equipos principales referidos:

1. Bastidor.
2. Sistema de rodadura: ejes y ruedas.
3. Sistema de tracción: disyuntores, convertidores, baterías, motores y reductores.
4. Sistemas eléctricos auxiliares: convertidores y motores.
5. Sistema de freno: distribuidor principal de freno UIC, timonería y pulmones (actuadores).
6. Equipamiento de trabajo: plataforma aérea de trabajo, portabobinas.

27.2.1.3 Aprobación de documentación

Consiste en la entrega de documentación definitiva de las unidades, conforme al apartado 19, y el catálogo de repuestos conforme al apartado 26.2, una vez revisados y aprobados por METRO.

Si bien el hito se produce con la aprobación de METRO, debe ser precedido por un proceso de entregas/revisiones/aprobaciones parciales desde el comienzo del contrato.

Previamente debe haberse cumplido el hito 27.2.1.1.

Su finalización se debe producir como muy tarde un mes antes de la entrega en destino.

27.2.2 Entrega en destino

Se realiza tras finalizar la actividad 27.2.1 Diseño, fabricación, documentación, puesta a punto y ensayos en factoría; además de finalizarse los siguientes hitos, antes de la entrega de la primera unidad:

- Recepción del suministro de repuestos fungibles e inmovilizados en stock, que permita realizar el mantenimiento correspondiente.
- Suministro de equipamiento de taller o utillaje.
- Entrega y aceptación del plan de formación, según apartado 27.5.1.
- Habilitación de conducción para el personal del CONTRATISTA necesario para las pruebas en las instalaciones de METRO y la formación. Su gestión se comenzará con al menos 6 meses de antelación.
- Sistema de gestión de residuos.

Será conforme al apartado 20.

La entrega en destino de las dos primeras unidades se debe producir como máximo 30 meses tras el día siguiente a la firma del acta de inicio de los trabajos o en la fecha de inicio que se indique en la propia acta.

- La siguiente unidad se entregará entre 1 y 2 meses tras la recepción provisional de las dos primeras.
- La entrega del resto de unidades deberá producirse dentro de los dos años siguientes a la entrega de las dos primeras unidades.

27.2.3 Recepción provisional

Se produce cuando se ha validado la unidad contra los requisitos del PPT, la unidad puede circular y trabajar conforme al contrato y, en concreto, se ha finalizado satisfactoriamente lo siguiente:

- Entrega en destino (conforme al apartado 27.2.2).
- Puesta a punto y ensayos de recepción en la red de METRO.
- Formación para el manejo y mantenimiento de usuario (conforme al apartado 27.5.2).
- Formación para mantenimiento básico para talleres de METRO (conforme al apartado 27.5.3).
- Obtención de certificados emitidos por entidades externas: certificados de conformidad con el anexo I y II del Real Decreto 1215/97.
- Documentación de seguridad conforme al apartado 8.

La recepción provisional de las dos primeras unidades se debe producir como máximo 4 meses tras su entrega en destino (apartado 27.2.2).

Para el resto de unidades, la recepción provisional se debe producir como máximo 2,5 meses tras su entrega en destino.

27.2.4 Garantía

Se realizará conforme al apartado 23.

La garantía de cada unidad comenzará tras su respectiva Recepción provisional (apartado 27.2.3),

Las garantías de todas las unidades finalizarán a los 24 meses desde la recepción provisional de la última unidad, habiéndose finalizado satisfactoriamente lo siguiente:

- Formación para mantenimiento avanzado por parte de los talleres de METRO (conforme al apartado 27.5.4).
- Entrega de repuestos del 2º lote según apartado 27.3.1.2

27.3 REPUESTOS

27.3.1 Suministro de repuestos fungibles e inmovilizados en stock

Se realizará conforme al apartado 26.3

27.3.1.1 Lista de repuestos en stock

Deberá ser entregada y aceptada por METRO durante la definición del proyecto constructivo y será condición necesaria para la aprobación de dicho proyecto constructivo (véase apartado 27.2.1.1). El CONTRATISTA podrá realizar entregas parciales preliminares, con la lista los repuestos de una parte o sistema de las unidades.

El CONTRATISTA estimará un mes para la revisión de METRO, y por ende su aceptación o no.

27.3.1.2 Repuestos

Si bien, el CONTRATISTA deberá entregar los repuestos en el momento que determine METRO, en principio la entrega de repuestos del total del suministro será fundamentalmente en 2 momentos en función del objeto, dividiéndose así los pedidos en 2 conjuntos de repuestos (o 2 lotes):

1º lote: a entregar (y aceptar por METRO) 1 mes antes de la Entrega en destino de las unidades, según apartado 27.2.2.

2º lote: a entregar (y aceptar por METRO) 1 mes antes de la de la finalización de la Garantía, según apartado 27.2.4.

27.4 SERVICIO DE SOPORTE TÉCNICO

Se realizará conforme al apartado 25.

Comenzará tras la Recepción provisional de la primera unidad (apartado 27.2.3).

Finalizará a la recepción provisional de la última unidad.

27.5 FORMACIÓN

27.5.1 Plan de formación

Se realizará conforme al apartado 24.

La primera versión deberá entregarse antes de la aprobación del proyecto constructivo.

La versión definitiva de este entregable, con la aceptación por parte de METRO, se debe producir como muy tarde un mes antes de la Entrega en destino de las unidades.

27.5.2 Formación para el manejo y mantenimiento de usuario

Se realizará conforme al apartado 24.3.

Se realizará fundamentalmente desde la entrega en destino, aunque pudiera adelantarse en parte. Su finalización se debe producir siempre antes de la Recepción provisional.

27.5.3 Formación para el mantenimiento básico por parte de los talleres de METRO

Se realizará conforme al apartado 24.4.

Se realizará fundamentalmente desde la entrega en destino, aunque pudiera adelantarse en parte. Su finalización se debe producir siempre antes de la Recepción provisional.

27.5.4 Formación para el mantenimiento avanzado por parte de los talleres de METRO

Se realizará conforme al apartado 24.5.

Se realizará fundamentalmente desde la entrega en destino, aunque pudiera adelantarse en parte. Su finalización se debe producir siempre antes de la Recepción provisional.

27.6 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Se produce cuando todos los suministros y servicios, que integran el contrato, han sido entregados, recepcionados y aceptados por METRO.